

70  
2eq.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**



**DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS  
ACELEROGRAFICA**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO EN COMPUTACION**  
**P R E S E N T A :**  
**SALVADOR MEDINA MORAN**

**DIRECTOR: M. EN I. ROBERTO QUAAS WEPEN**

**MEXICO, D. F.**

**1998**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

262426



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## DEDICATORIA

A la memoria de mi **padre Enrique:**

Por su apoyo, cariño y amistad, y a quien le hubiera gustado ver la culminación de mi carrera.

A mi querida **mamá Licha:**

Por su amor, cuidados y ejemplo, y a quien le debo lo que soy.

A mis **hermanos Enrique y Fernando:**

Que han sido siempre un ejemplo para mí y gracias a ellos me incliné por una carrera de ingeniería.

A mi **esposa Adriana:**

Por su amor y apoyo, ya que sin ellos este trabajo no se hubiera terminado.

A mi **hija María Adriana:**

Que es una nueva luz en mi vida.

A mis **amigos Ricardo Ciria, Luis Miguel Murguía, Federico Morales y Antonio Pérez:**

Con los cuales comencé a trabajar y que a lo largo de los años me han dado un ejemplo de profesionalismo y capacidad.

A mis **amigos Leonardo Alcántara, David Almora, Miguel Torres, Ricardo Vázquez y Juan Manuel Velasco:**

Por su franca y sincera amistad, así como a su paciente y excelente labor que ha permitido que muchos de los registros de la "Base Mexicana de Sismos Fuertes" hayan podido obtenerse.

A mis **amigos Carlos Gutiérrez, Bertha López, Citlali Pérez, Enrique Guevara y Ricardo González:**

Con los cuales he compartido inolvidables momentos de fraternidad y compañerismo.

A **Roberto Quaas, Enrique Mena y Juan Manuel Espinosa:**

Que a largo de los años han contribuido en el desarrollo de la instrumentación sísmica en México y han sido formadores de muchas generaciones de ingenieros.

**Toda sabiduría viene del Señor y con Él está siempre.  
Las arenas del mar, las gotas de la lluvia y los días del pasado,  
¿quién podrá contarlos?  
La altura de los cielos, la anchura de la tierra,  
y la profundidad del abismo,  
¿quién podrá medirlos?  
Antes que todo fue creada la sabiduría,  
y la luz de la inteligencia existe desde la eternidad**

**Eclesiástico 1, 1-4**

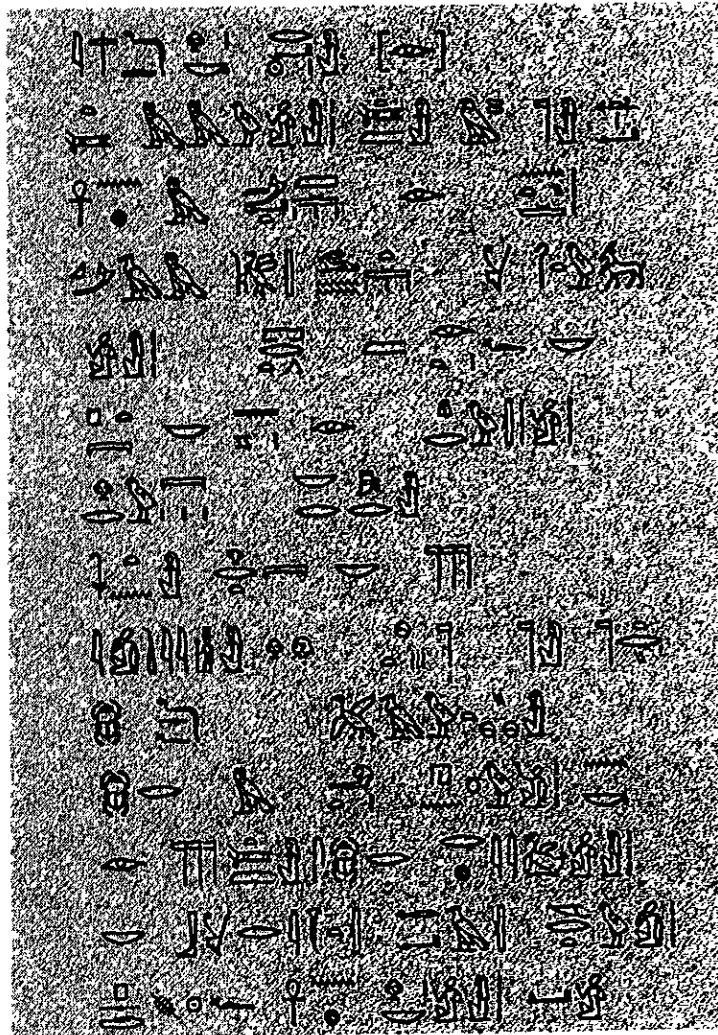
## PRÓLOGO

*Las personas de una misma actividad se agrupaban en una corporación...Los miembros de las corporaciones, y por lo tanto, los únicos aptos para ejercer un oficio, recibían el nombre de “maestros”, que tenían a su cargo varios operarios que podían ser “aprendices” u “oficiales”...La ambición del oficial era alcanzar la dignidad de maestro y trabajar por su cuenta, instalando su propio taller. Debía para ello pagar determinada suma a la corporación y acreditar cumplidamente su capacidad para el oficio. Generalmente presentaba una prueba que consistía en la ejecución de una obra llamada la “obra del maestro” u “obra maestra”.*

*Secco Ellauri (en su obra “La Antigüedad y la Edad Media”)*

La información debe ser contemplada no sólo como un bien colectivo valioso, sino también como el punto de partida para construir un sistema de información general. De hecho, muchas organizaciones están descubriendo que comprender el tipo de información colectiva que se necesita es un requisito necesario para formar un sistema de información bien integrado y de alta calidad.

En México, la información que sobre sismos fuertes se ha recolectado a lo largo de casi cuatro décadas es en extremo valiosa para la ingeniería sísmica y hasta hace poco tiempo permanecía dispersa y poco divulgada. Esta problemática motivó el desarrollo del presente trabajo que a lo largo de casi siete años, ha producido ya sus primeros frutos y se espera que de aquí en adelante se tenga una plataforma sólida para la captura, almacenamiento, explotación y difusión de la gran cantidad de datos que sobre sismos fuertes se ha producido y que continúa generándose en nuestro país.



*Llor a tí, Oh Ra, hacedor  
de (los) mortales, Temu-Harmachis, dios uno,  
que vive sobre la justicia y verdad, hacedor de (las) cosas que son,  
creador de (las) cosas que serán (y) de animales,  
(y) de hombres y mujeres que vinieron de su ojo. Señor  
del cielo, señor de (la) tierra, hacedor de seres terrestres (y)  
de seres celestiales, Neb-er-cher,  
rey del cielo, señor de los dioses,  
príncipe, jefe de la compañía de los dioses, dios divino  
auto-creado, dios de las dos compañías de los dioses  
que fueron al principio. Alabanzas sean para tí,  
oh hacedor de los dioses, Temu haciendo que exista la raza humana,  
señor de dulzura, grande de amor;  
él brilla (sobre) (y) (por él) vive la raza humana.*

*(Extracto tomado de la estela funeraria de Panehesú (XIX Dinastía)  
de la obra: "El Lenguaje de los FARAONES" de E.A. Wallis Budge)*

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
PRÓLOGO.....	iv
ÍNDICE.....	v
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Importancia de los registros acelerográficos.....	1
1.2 Problemática existente para la explotación de los registros acelerográficos.....	1
1.3 Objetivos del proyecto.....	2
1.4 Organización del trabajo.....	4
<b>II. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Medición de sismos.....	6
2.2 Instrumentos empleados.....	6
2.3 Instrumentación sísmica en México.....	9
2.4 Evolución de las redes acelerográficas en México.....	12
<b>III. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMO BASE DE DATOS.....</b>	<b>14</b>
3.1 La “Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes”.....	14
3.2 Diseño del sistema como base de datos.....	16
3.3 Modelo físico del sistema.....	20
3.4 Descripción de las tablas auxiliares y principales del sistema.....	23
3.4.1 Tablas auxiliares.....	23
3.4.2 Tablas principales.....	28
<b>IV. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA.....</b>	<b>38</b>
4.1 Descripción de las tablas de la infraestructura del sistema.....	40
<b>V. LA BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA Y EL “ARCHIVO ESTÁNDAR DE ACELERACIÓN”.....</b>	<b>49</b>
5.1 Estructura del “Archivo Estándar de Aceleración”.....	49
5.2 Ejemplo de un “Archivo Estándar de Aceleración”.....	52
5.3 La base de datos acelerográfica y su relación con el “Archivo Estándar de Aceleración”.....	54
<b>VI. OPERACIÓN DEL SISTEMA.....</b>	<b>56</b>
6.1 Descripción del árbol de menús del sistema.....	56
6.2 Descripción de los tipos de pantallas que usa el sistema.....	63
6.2.1 Pantallas de mostrado de menús.....	63
6.2.2 Pantalla de mostrado de ayudas.....	64
6.2.3 Pantallas tabulares de captura y consulta (ventanas).....	65
6.2.4 Pantallas de captura por campos de un registro.....	67
6.3 Suministro de información a la base de datos acelerográfica.....	68
6.4 Proceso de carga de datos al sistema.....	70
6.5 Explotación de la información.....	72

<b>VII. RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>81</b>
<b>7.1 Redes acelerográficas en México .....</b>	<b>81</b>
<b>7.2 Instrumentación .....</b>	<b>84</b>
<b>7.3 Estadísticas de instrumentos y estaciones .....</b>	<b>85</b>
<b>7.4 Sismicidad registrada .....</b>	<b>87</b>
<b>7.5 Acelerogramas registrados .....</b>	<b>89</b>
<b>7.6 Evolución y producción de las redes acelerográficas .....</b>	<b>93</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>97</b>
<b>8.1 Conclusiones.....</b>	<b>97</b>
<b>8.2 Recomendaciones.....</b>	<b>99</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO A</b>	
<b>INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE LA “BASE MEXICANA DE DATOS DE SISMOS FUERTES” .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO B</b>	
<b>CONTENIDO DE LAS TABLAS AUXILIARES .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO C</b>	
<b>DESCRIPCIÓN LÍNEA POR LÍNEA DEL “ARCHIVO ESTÁNDAR DE ACCELERACIÓN” .....</b>	<b>111</b>
<b>RECONOCIMIENTOS .....</b>	<b>117</b>



## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

*Tan pronto el Etna se agita estrepitosamente  
hasta sus cimientos, como despide pálidas  
llamas o residuos negruzcos...  
El hombre no ha de limitarse como las bestias  
a contemplar estúpidamente estas maravillas...  
Comprender la realidad de las cosas  
e investigar sus verdaderas causas:  
esto es para el espíritu una ocupación divina.*

*Anónimo. El Etna, siglo I A.C.*

#### **1.1 Importancia de los registros acelerográficos**

Después del destructivo terremoto de San Marcos ( $M=7.5$ ), ocurrido el 28 de julio de 1957, los ingenieros reconocieron la necesidad de medir las ondas sísmicas generadas por temblores fuertes y estudiar sus efectos en suelos y especialmente en estructuras vulnerables a daños. En ese tiempo sólo estaban disponibles sismógrafos de alta ganancia que siempre saturaban sus registros durante esos movimientos y por consiguiente eran poco adecuados para propósitos de ingeniería.

En 1960, el Instituto de Ingeniería de la UNAM instaló los primeros acelerógrafos que se tuvieron en México, comenzando así el registro de aceleraciones producidas por temblores fuertes en el país. Desde entonces, estos sistemas instrumentales y los datos generados han sido básicos para la investigación en ingeniería sísmica y sismología, cuyos productos han incidido directamente en la práctica de la ingeniería y en la normatividad para la construcción y uso del suelo, ya que permiten estudiar las respuestas dinámicas de suelos y estructuras bajo excitación sísmica, es decir, permiten conocer el comportamiento de una determinada zona o estructura ante movimientos fuertes.

#### **1.2 Problemática existente para la explotación de los registros acelerográficos**

Así a lo largo de los siguientes 37 años y particularmente a partir de los sismos de septiembre de 1985, diversas instituciones se dedicaron a instalar y operar un gran número de estaciones acelerográficas en las principales zonas sísmicas del país, llegando a constituir extensas redes que hasta 1995 habían producido cerca de 8,000 registros de tres componentes que constituyen un valioso acervo sísmico para el país.

Sin embargo, debido a la amplitud de las redes de observación y a la gran diversidad de instrumentos usados, este enorme conjunto de datos acelerográficos recolectados a lo largo de casi cuatro décadas, se encontraba disperso, sin una catalogación adecuada y en muy distintos formatos.

De esta forma, para poder tener acceso a los registros acelerográficos, había que solicitarlos directamente a las instituciones propietarias y además contar con las herramientas necesarias para poder procesar la información proveniente de distintos formatos. Este procedimiento podía ser sumamente costoso en tiempo y recursos, obstaculizando con ello la obtención y diseminación de los datos acelerográficos.

Así pues, la mayor parte de este cúmulo de información sólo ha sido publicada parcialmente por las instituciones de investigación que operan las diferentes redes y por consiguiente, exceptuando a un reducido grupo de personas, generalmente ha estado fuera del alcance de investigadores, ingenieros y estudiantes interesados en el ramo.

Debido a esta problemática, se hizo necesario contar con un sistema de base de datos que facilitara la captura, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información acelerográfica existente.

### 1.3 Objetivos del proyecto

Aunque desde la década de los ochenta en el Instituto de Ingeniería de la UNAM varios investigadores como: el Ing. Prince, el Dr. Rosenblueth y el Dr. Suárez, habían propuesto catalogar y concentrar de una manera estandarizada los registros acelerográficos obtenidos, fue hasta el "**Simposio de Instrumentación Sísmica de Temblores Fuertes**", llevado a cabo en el Centro Nacional de Prevención de Desastres durante los días 24 y 25 de septiembre de 1991, en que por iniciativa del M en I Roberto Quaas se planteó formalmente la **integración de una base de datos** con toda la información existente a nivel nacional sobre registros de temblores fuertes.

Este simposio reunió a todas las instituciones nacionales involucradas en el registro y procesamiento de información acelerográfica, y en él se planteó como el objetivo más importante el de la "coordinación", ya que se dijo: "Creemos que el tamaño y número de las instalaciones ha llegado a un nivel tal, que es muy importante que la información que se obtiene se conozca y difunda de manera que pueda ser utilizada por todo el mundo y pueda ser procesada de manera uniforme...Será muy deseable que, como resultado de los trabajos y las discusiones, se llegue a la conclusión de que es necesario un banco de datos, o encontrar la forma de distribuir más uniformemente los resultados, empezando, por lo menos, con un catálogo para saber cuál es la instrumentación que existe actualmente y qué es lo que se planea hacer... pero ha llegado el momento de dar un paso más allá y tratar de que esta información se automatice y distribuya de una manera más adecuada" (10, 1992).

Durante este simposio se entregó a las diversas instituciones un formato para que lo llenaran con los datos de sus estaciones acelerográficas, con el objeto de iniciar el levantamiento de un inventario de la instrumentación para sismos fuertes que había en México. Además se iniciaron una serie de reuniones entre los directivos y personal de las instituciones involucradas en el mantenimiento y operación de las diferentes redes acelerográficas que existen en México, con la finalidad de llegar a un acuerdo sobre la integración de la base de datos. Sin embargo, en un principio las instituciones involucradas no tenían una idea clara de qué tipo de estrategia seguir, llegándose a plantear desde sistemas de cómputo complejos, costosos y de realización a largo plazo (bases de datos para equipo de cómputo grandes (mainframes), actualización de datos a

tiempo real, etc.), hasta sistemas demasiado triviales como el de capturar la información en procesadores de palabras. Como es de suponer, todas estas propuestas fueron desechándose debido a sus grandes inconvenientes, los cuales iban desde un alto costo, tanto en equipo como en recursos, hasta esfuerzos que a la larga no iban a dar fruto. Así pues, al final se decidió como primer paso plantear claramente las metas que se pretendían conseguir con el sistema, las cuales fueron:

- 1) Catalogar todas las instituciones que operan y mantienen redes acelerográficas.
- 2) Catalogar todas las estaciones acelerográficas existentes en el país, creando así un inventario de la instrumentación acelerográfica actual.
- 3) Catalogar todos los registros obtenidos por las diferentes redes de estaciones acelerográficas.
- 4) Catalogar todos los sismos que hayan producido registros acelerográficos.
- 5) Mantener actualizada la información de instituciones, estaciones, acelerogramas y sismos.
- 6) Estandarizar el formato de los registros acelerográficos provenientes de los diversos instrumentos que conforman las redes, con el objeto de contar con un formato único para todos los registros.
- 7) Crear un gran banco de datos con los registros acelerográficos estandarizados.
- 8) Difundir a la comunidad sismológica nacional e internacional toda esta información.

Para poder cubrir las metas propuestas, se decidió dividir el proyecto en dos partes:

**A. La catalogación de la información referente a instituciones, estaciones, acelerogramas y sismos.**

**B. La estandarización y creación del banco de datos de los registros acelerográficos como series de tiempo.**

Este ambicioso proyecto, llamado actualmente "**Base Mexicana de Datos Sismos Fuertes**" ha sido auspiciado y sostenido a través de varios años por las diversas instituciones que operan y mantienen redes acelerográficas (ver Anexo A).

En el presente trabajo se describe a detalle la base de datos diseñada y programada para cumplir con la primer parte del proyecto, así como su estrecha relación con la segunda parte del mismo.

## 1.4 Organización del trabajo

El presente trabajo consta de nueve capítulos y tres anexos, cuya temática se resume a continuación:

En el Capítulo I se presenta la importancia de los registros acelerográficos en el campo de la ingeniería y la problemática debida a la existencia de un gran volumen de estos datos que se encuentran dispersos y en muy distintos formatos, lo que dificulta enormemente su obtención por parte de los investigadores. Asimismo se especifican los objetivos que se pretenden alcanzar con el presente trabajo.

En el Capítulo II se describen brevemente los instrumentos empleados para medir los sismos: *sismógrafos* y *acelerógrafos*, así como la utilidad de cada uno de ellos. Se presenta también una breve historia de la instrumentación sísmica en México de forma general y la evolución de las redes acelerográficas en nuestro país de manera particular.

En el Capítulo III se presenta brevemente el proyecto de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes y en forma detallada el diseño del sistema de la base de datos propuesta para cumplir con las metas de la primer parte de este proyecto. Este capítulo constituye una de las partes principales de este trabajo, pues en él se describe la plataforma en que se programó el sistema. Asimismo se detallan las entidades diseñadas, la relación entre ellas, sus atributos, los rangos de valores que pueden tomar, así como sus índices. Este capítulo constituye una referencia fundamental para poder explotar la información de la base, así como para futuras mejoras, expansiones o migraciones del sistema a distintas plataformas.

En el Capítulo IV se describe la infraestructura usada para que el sistema pueda manejar las diversas opciones de menú, así como las pantallas de captura, de modificación y de consulta. La infraestructura presentada permite agregar nuevas opciones para el mantenimiento del sistema sin tener que modificar su código fuente.

En el Capítulo V se especifica el formato del archivo estándar de aceleración, su importancia y la estrecha relación que existe entre éste y la base de datos presentada.

En el Capítulo VI se explica la operación general del sistema: su árbol de menús, los diversos tipos de pantallas que utiliza, las diferentes fuentes que le suministran información, el control de las actualizaciones (cargas de datos) y la explotación de la información que es capaz de realizar el sistema actual.

En el Capítulo VII se detallan de forma estadística los resultados que se han obtenido a través del uso del sistema.

En el Capítulo VIII se presentan las conclusiones y las recomendaciones acerca de las mejoras y expansiones que se pueden efectuar para mantener actualizado tecnológicamente al sistema.

El Capítulo IX es una lista de la bibliografía consultada para la realización del presente trabajo.

En el Anexo A se presenta una lista de todas las instituciones que han participado en el proyecto de la "Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes".

El Anexo B detalla el contenido de los "catálogos" que usa el sistema presentado.

Por último el Anexo C es una descripción detallada línea por línea del archivo estándar de aceleración.

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES

*Una calamidad natural ocurrirá casi en el tiempo  
que el terror de la última es olvidada.*

*Proverbio japonés*

#### 2.1 Medición de los sismos

Para fines de comparación, los sismos pueden medirse de diversas maneras; se han inventado aparatos para registrar los movimientos del suelo cuando tiembla y se han propuesto escalas de intensidad para comparar sus efectos destructivos o escalas de magnitud para estimar su tamaño. A continuación se dará una breve descripción de los distintos aparatos que se emplean y de la utilidad de los registros que se obtienen con ellos.

#### 2.2 Instrumentos empleados

Para medir los sismos se pueden usar distintos tipos de aparatos. Los más comunes en la actualidad son los **sismógrafos** y los **acelerógrafos**.

La invención del **sismógrafo** con amplificación mecánica que data de finales del siglo pasado, dio origen a la sismología como ciencia basada en la medición de parámetros físicos. A mediados de este siglo comenzaron a utilizarse los sismógrafos con sensores electromecánicos y amplificación electrónica, los cuales por su mayor sensibilidad dieron un avance a la posibilidad del registro de datos sísmicos y como consecuencia un impulso general a las ciencias de la tierra. En la actualidad los sismógrafos han evolucionado considerablemente y son aparatos muy sensibles que captan y amplifican varios miles de veces las vibraciones del suelo. En esencia, un sismógrafo consiste en un péndulo fuertemente amortiguados con relación masa/rigidez grande, que pueden registrar, según la forma en que estén colocados, oscilaciones en dirección horizontal o vertical y producen un registro de la variación de los desplazamientos o velocidades del terreno en función del tiempo transcurrido (figura 2.1).

Su registro, llamado **sismograma** (figura 2.2), es muy útil para estudiar las características y mecanismos de generación de los temblores. Debido a su gran sensibilidad, los sismógrafos pueden registrar movimientos sísmicos locales pequeños, sismos medianos a distancias regionales y sismos grandes originados a grandes distancias del lugar en que estén instalados los aparatos; pero ante la ocurrencia de sismos grandes locales y regionales, la alta sensibilidad de los sismógrafos impide que registren completo el movimiento pues el sismo amplificado sobrepasa el nivel de registro, produciendo saturación en el mismo, como puede apreciarse en la figura 2.3. Normalmente operan las 24 horas del día para captar cualquier movimiento lejano que ocurra.

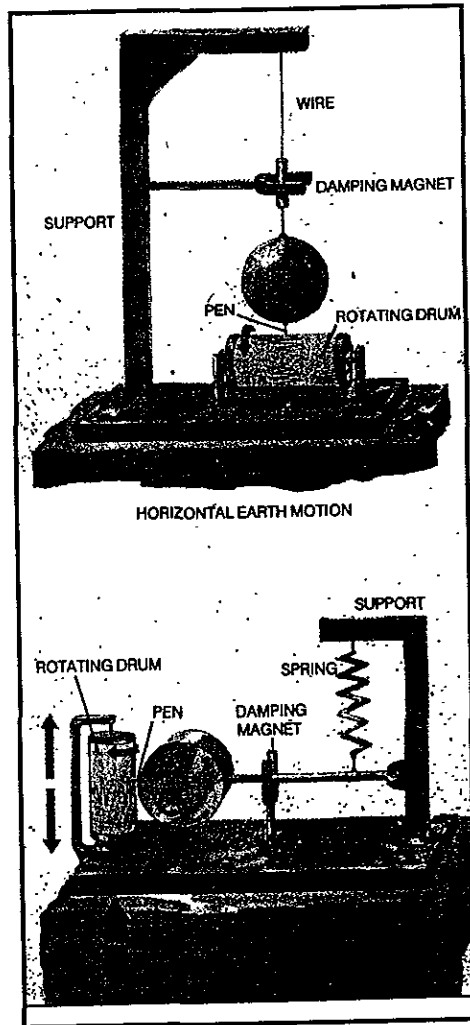
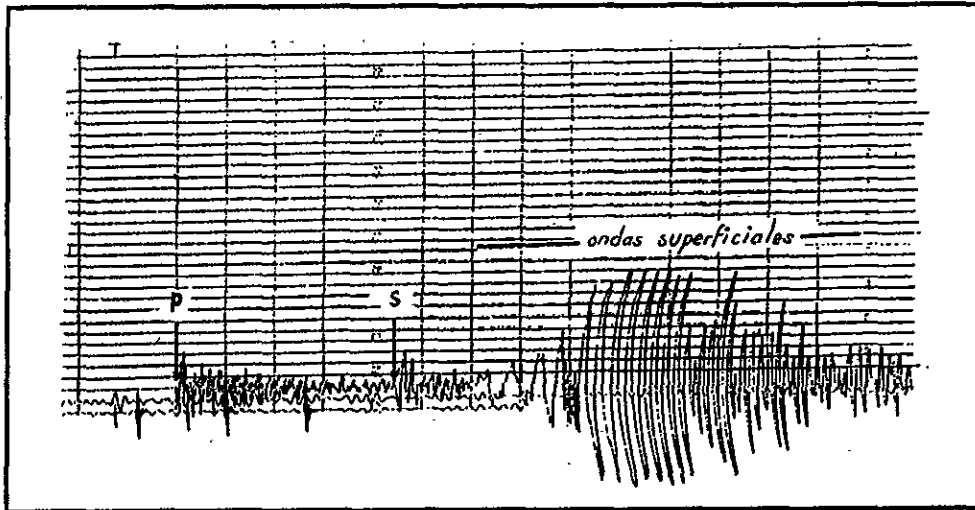
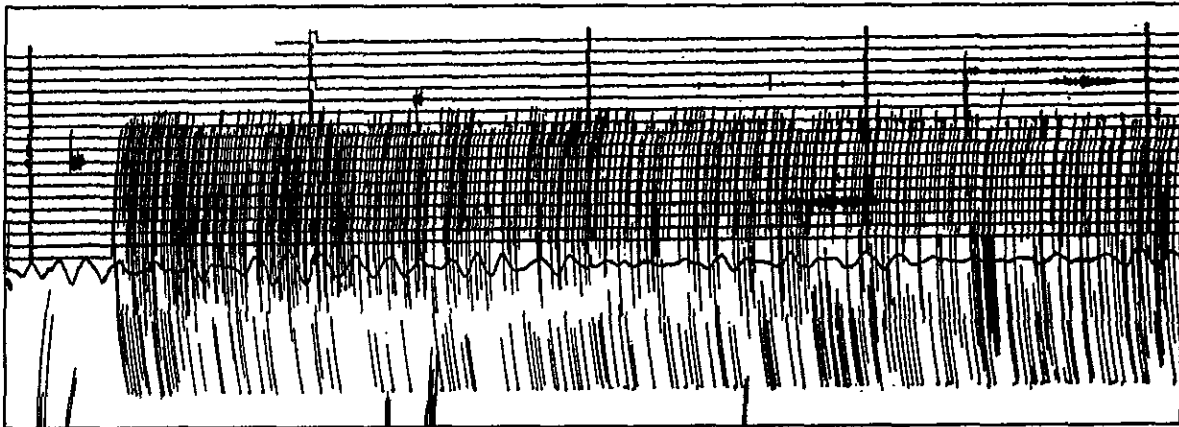


Fig 2.1 Principio básico de operación y registro de dos sismógrafos que miden el desplazamiento horizontal y vertical del terreno. [Figura tomada de (4, 1982)]



**Fig 2.2** Sismograma de tinta sobre papel del temblor de los Ángeles, California, E.U.A., de magnitud  $M_s=6.4$ , registrado a las 12 hrs 36 min 1.20 seg (GMT) el día 17 de enero de 1994 en la estación sismológica de la Ciudad Universitaria (UNAM), D.F. a una distancia epicentral de 2522 Km. [Figura tomada de (16, 1994)]



**Fig 2.3** Sismograma de tinta sobre papel de un temblor de la costa de Michoacán, de magnitud  $M_0=7.3$ , registrado a las 20 hrs 28 min 29.1 seg (GMT) el día 11 de enero de 1997 en la estación sismológica de Iguala, Guerrero, a una distancia epicentral de 350 km. Esta sección del sismograma corresponde a poco más de los tres primeros minutos de registro después de ocurrido el evento, nótese la saturación del mismo y compárese con el registro acelerográfico del mismo evento que se muestra en la figura 2.5.



Mediante el sismograma y a partir de la diferencia en el tiempo de llegada de las ondas denominadas P y S y de la velocidad de propagación de estas ondas, se puede conocer la hora de origen de un temblor y estimar la distancia entre el epicentro del temblor y la estación sismológica donde se registró.

Con tres o más señales se ubica la posición del epicentro, trazando arcos de círculo con radio igual a la distancia epicentral determinada y con centro en la estación sismológica correspondiente, estando el epicentro en la intersección de esos círculos (figura 2.4). Con los registros se puede estimar también la profundidad focal. Asimismo, los sismogramas han sido muy útiles para hacer estudios del interior de la Tierra, de la sismicidad mundial y regional. Sin embargo, tal vez la determinación más importante que se hace con este registro es la estimación del tamaño del temblor, o sea su magnitud.

La limitación de los sismógrafos para registrar las características de los movimientos locales fuertes hace que no sean tan útiles a los ingenieros para el diseño de estructuras, ya que por su alta amplificación fácilmente se saturan, por lo que se inventaron otros aparatos que permiten captar dichas características: los acelerógrafos.

Los **acelerógrafos**, como su nombre lo indica, miden las aceleraciones del terreno durante los temblores intensos. Son también péndulos simples fuertemente amortiguados, pero sus características físicas y dinámicas son tales, que son sensibles a la aceleración durante los movimientos sísmicos. Su amplificación es mucho menor para poder captar completo un temblor fuerte y en general no registran las 24 horas del día, sino que tienen dispositivos especiales de arranque que pueden calibrarse, los cuales se activan cuando el movimiento del terreno llega a una cierta intensidad. Han evolucionado considerablemente desde los años 30 en que fueron inventados. Los acelerógrafos actuales captan la información en memoria de estado sólido, lo cual tiene la ventaja de poder procesar dicha información rápidamente con la ayuda de computadoras.

Estos aparatos registran los cambios de aceleración en función del tiempo simultáneamente en las direcciones de tres ejes coordenados; normalmente Norte-Sur, Este-Oeste y Vertical. Los registros llamados **acelerogramas** (figura 2.5), son de gran utilidad para los ingenieros, pues conociendo las aceleraciones del terreno es posible estimar las respuestas dinámicas máximas que tendrán las estructuras al ser sometidas a esa excitación.

### 2.3 Instrumentación sísmica en México

México está localizado en una zona con gran actividad sísmica y ha sido frecuentemente afectado en su historia por fuertes sismos que han provocado considerables pérdidas humanas y materiales (18, 1995), por lo cual podríamos decir que el desarrollo de la sismología en México presenta en términos generales dos etapas: la primera que consiste en *descripciones y reportes de los efectos y los daños causados por importantes sismos históricos*, y una segunda fase instrumental que data de principios de este siglo, que se inicia con la instalación de sismógrafos en el país.

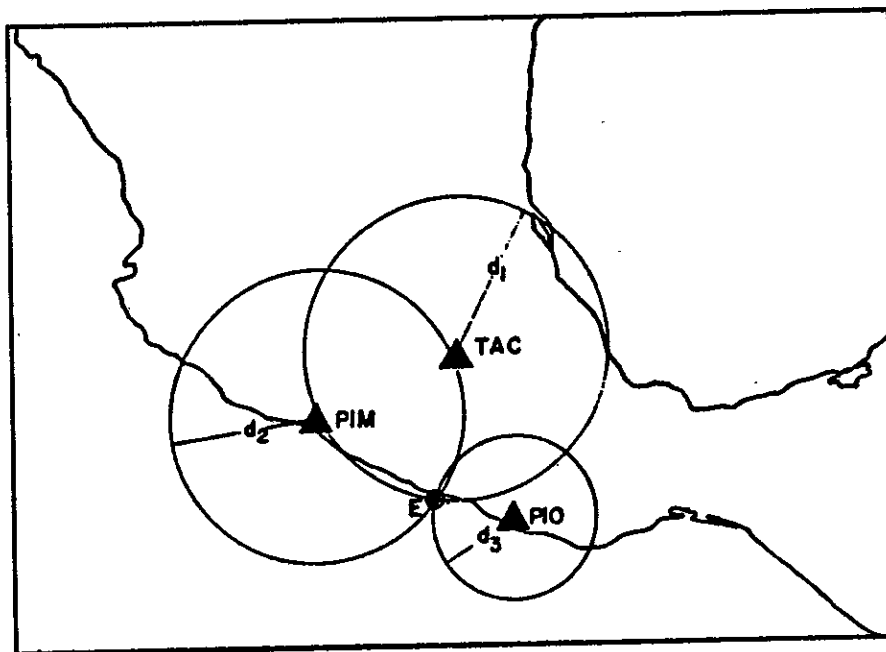


Fig 2.4 Conociendo la distancia ( $d$ ) de una estación sismológica al epicentro, ésta puede representarse como un círculo de radio  $d$  con centro en dicha estación. Si contamos con observaciones al menos en tres estaciones, el punto de intersección ( $E$ ) de los círculos corresponde al epicentro. En la figura se presenta el ejemplo de un sismo en las costas de Guerrero, localizado mediante registros de las estaciones: Tacubaya, D.F. (TAC); Presa Infiernillo, Mich. (PIM); y Pinotepa Nacional, Oax. (PIO). [Figura tomada de (6, 1988)]

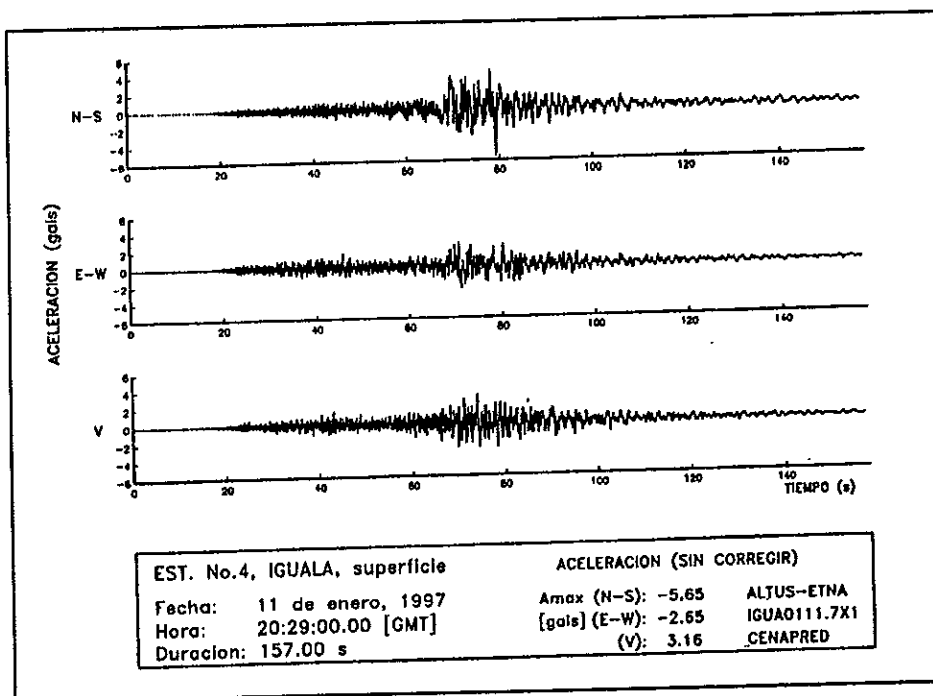


Fig 2.5 Acelerograma de tres componentes registrado en la estación IGUALA del CENAPRED producido por el sismo del 11 de enero de 1997, compárese con el sismograma del mismo evento mostrado en la figura 2.3.

Las descripciones de sismos en el pasado constituyen un rico acervo bibliográfico de gran utilidad para la sismología moderna, ya que nos permiten identificar, por medio de los daños reportados, los epicentros de sismos importantes en el pasado histórico y cotejar esa información con sismos más recientes para poder identificar fallas geológicas activas e incluso poder estimar el potencial de las diferentes zonas sísmicas de nuestro país.

Las observaciones instrumentales de sismos en nuestro país se inician durante la última década del siglo XIX, desgraciadamente, los sismogramas registrados por esta temprana instrumentación no fueron conservados. En 1910 se crea el Servicio Sismológico Nacional y se instala una red de sismógrafos en diversos estados de la República con un observatorio central en Tacubaya. En 1929, al concederse la autonomía a la Universidad, el Servicio Sismológico Nacional pasó a ser parte de ésta y desde 1948 quedó adscrito al Instituto de Geofísica de la UNAM (6,1988). Estos primeros sismógrafos tenían como objetivo observar la actividad sísmica a fin de poder estimar los epicentros, magnitudes, distribución e intensidad de los temblores, es decir, su estudio desde un punto de vista geofísico. La aplicación de la instrumentación sísmica para fines de ingeniería comienza sin embargo hasta 1960, después del temblor de San Marcos ( $M=7.5$ ), ocurrido el 28 de julio de 1957, el cual causó considerables daños materiales y cuantiosas pérdidas. Poco después, se instalaron los primeros acelerógrafos, que como ya se mencionó son instrumentos que a diferencia de los sismógrafos, permiten el registro de movimientos muy intensos sin llegar a la saturación. Esta nueva herramienta de observación permitió a los ingenieros e investigadores medir directamente la respuesta de suelos y estructuras bajo la acción de movimientos fuertes. A partir de la obtención de los primeros registros y su evaluación, se comprendió la gran utilidad de estos aparatos en la ingeniería, como muestran las siguientes citas:

En junio de 1963 (1,1963) el Dr. Leonardo Zeevaert mencionaba respecto a los primeros registros acelerográficos obtenidos en la Ciudad de México debidos a los sismos del 11 y 19 de mayo de 1962, lo siguiente:

- "Las mediciones realizadas son ejemplo, aunque pionero, del valor que tiene la cuantificación de los fenómenos sísmicos en el diseño de estructuras."
- "Se requiere la instalación de acelerógrafos en diferentes lugares de la ciudad de condiciones stratigráficas y propiedades mecánicas del subsuelo distintas, así también como en otras regiones sísmicas del país."
- "La instalación de acelerógrafos en túneles y cimentaciones profundas con y sin pilotes, debe apoyarse en forma categórica para lograr el mejor conocimiento e interpretación del comportamiento del subsuelo y de los edificios en relación con los fenómenos sísmicos."

Asimismo, respecto a la importancia a la instrumentación de edificios, en un artículo publicado en 1971 (2,1971), el Ing. Jesús Figueroa citaba lo siguiente:

- "Por lo anterior, y para impulsar el estudio de un problema tan ligado al incontenible desarrollo de México, se recomienda A QUIEN CORRESPONDA, **que en lo relativo a instrumentos, se exija su instalación** como lo ordenan los artículos 284 y 291 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado el 9 de febrero de

1966, ..... de lo contrario, los citados artículos, salvo rarísima excepción, serán inútiles y seguirán sin cumplirse como hasta la fecha.”

Las anteriores observaciones a pesar de haberse escrito hace 35 y 27 años respectivamente, no han perdido actualidad y señalan la importancia que reviste la obtención, procesamiento e interpretación de registros acelerográficos durante los fenómenos sísmicos.

## 2.4 Evolución de las redes acelerográficas en México

Después de que en 1960 el Instituto de Ingeniería de la UNAM instalara los dos primeros acelerógrafos en la ciudad de México, uno en la Alameda Central y otro en Ciudad Universitaria, la instrumentación sísmica para el registro de temblores fuertes adquirió mayor auge. El interés por estudiar la respuesta dinámica de suelos y estructuras basados, no sólo en modelos matemáticos, sino a través de mediciones directas, motivó a instalar una red más extensa de acelerógrafos en el país. Este esfuerzo, iniciado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM y posteriormente reforzado por la Comisión Federal de Electricidad y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, permitió que en 1985 se hubieran instalado cerca de 150 estaciones acelerográficas que obtuvieron centenares de valiosos acelerogramas, con los cuales se realizaron importantes investigaciones y estudios en distintas áreas de la ingeniería y sismología (18, 1995).

Un punto culminante en el desarrollo de la instrumentación e ingeniería sísmica en México, lo marcaron **los macrosismos del 19 y 21 de septiembre de 1985 (GMT)** con magnitudes de 8.1 y 7.6 respectivamente. En ese tiempo se tenían en operación 12 acelerógrafos en la ciudad de México y se acaba de instalar apenas unas semanas antes una nueva red digital en las costas de Guerrero y Michoacán. Estos aparatos juntos con los del Distrito Federal, produjeron un valioso e histórico conjunto de acelerogramas de un temblor de tan elevada magnitud (18,1995).

Los enormes daños y cuantiosas pérdidas que provocaron estos temblores, hicieron evidente la necesidad de impulsar la investigación e incrementar el número de estaciones de registro, particularmente en el valle de México. Para tal efecto, se formaron nuevas instituciones como la Fundación Javier Barros Sierra, la Fundación ICA, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y recientemente la Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica, que se sumaron al esfuerzo de expandir e instalar nuevas redes acelerográficas con modernos equipos de registro. Instalándose así aparatos en superficie, en pozos profundos y en edificios. Este esfuerzo de conjunto, respaldado con un significativo apoyo gubernamental y privado, condujo a consolidar una importante infraestructura de instrumentación sísmica en México (18, 1995).

De esta forma, desde 1960 a la fecha se han instalado cerca de 500 estaciones acelerográficas, la mayoría de ellas en operación en distintos puntos del país, entre los cuales podemos mencionar: los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Sonora y Baja California, así como importantes ciudades como la de México, Puebla, Morelia, Guadalajara y Tijuana. Este considerable número de estaciones ha producido hasta 1995 un enorme volumen de información de cerca de 8,000 registros

acelerográficos de tres componentes, que como ya se dijo constituye un valiosísimo acervo sísmico para el país.

La operación de estas extensas redes de aparatos y el procesamiento de la enorme cantidad de datos producida, han sido llevadas a cabo independientemente por muchas instituciones y personas. La evolución de las técnicas e instrumentos de medición provocaron que a lo largo de los años las redes crecieran con muchos tipos diferentes de acelerógrafos y medios de grabación y por consiguiente se hayan producido los datos en una gran variedad de formatos que han hecho difícil el intercambio y procesamiento de la información. Esto ha provocado que muchos datos hayan sido escasamente difundidos o bien no hayan sido publicados, teniendo como consecuencia que los investigadores y estudiantes del ramo desconozcan muchos de los acelerogramas obtenidos.

Debido a lo anterior, la integración de los datos provenientes de diversas instituciones, estaciones, instrumentos, sismos y acelerogramas en una base de datos homogénea y flexible era una necesidad imperiosa, ya que entre más tiempo se pospusiera su desarrollo y programación más difícil sería la captura de los datos y su revisión.

## CAPÍTULO III

### DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA COMO BASE DE DATOS

*Los humanos no saben lo que poseen en la Tierra.  
Será porque la mayoría de ellos no han tenido  
la ocasión de abandonarla y regresar después a ella.*

*James Lovell  
(astronauta estadounidense)*

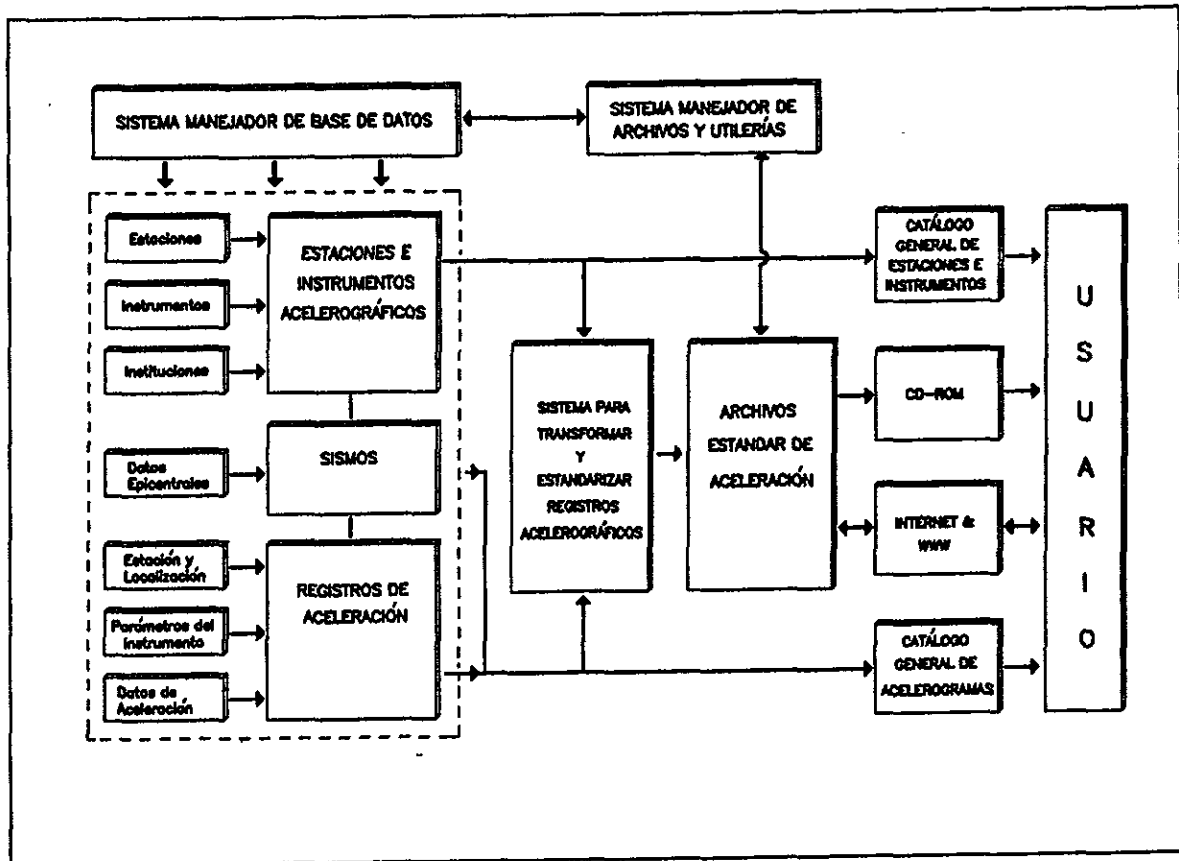
#### 3.1 La “Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes”

En 1992 la mayoría de las instituciones que operan redes de acelerógrafos y procesan sus datos, establecieron un acuerdo para comenzar de manera coordinada la creación de la “**Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes**” (ver anexo A).

En la introducción del presente trabajo se enumeraron las metas de este proyecto, que a la fecha cumple poco más de seis años de continuo trabajo e interacción entre muchas personas y organizaciones. La estructura del proyecto puede concebirse en forma esquemática a través del diagrama de bloques de la figura 3.1 (20, 1996).

Como puede apreciarse en la parte izquierda de esta figura, el proyecto contempla la necesidad de contar con un **sistema de base de datos** que permitiera administrar el inventario de lo que está disponible en el país respecto a la instrumentación y datos de movimientos fuertes, así como de los sismos que los han producido. Para conseguir esto, se debería diseñar un sistema de base de datos que cumpliera con las siguientes características:

- 1) Toda la información debería contar con la facilidad de ser manejada de una forma flexible y automatizada.
- 2) Se debía tomar en cuenta que el sistema tendría que ser instalado en las diversas instituciones para la captura de su información local, sin necesidad que se hiciera un gasto adicional en equipo y programas para poder hacer uso del sistema.
- 3) Una vez hecha la captura local por cada institución, debería poder concentrarse la información en un solo lugar, manteniendo además la integridad de toda la información.
- 4) El sistema debería poseer una arquitectura abierta para poder ser transportado en un futuro a cualquier sistema o plataforma de cómputo.



**Fig 3.1 Diagrama General de Bloques de la Base Mexicana de Sismos Fuertes [Figura modificada de la original publicada en (20,1996)]**

De acuerdo a los anteriores puntos, finalmente se tomó la decisión de crear un sistema orientado hacia microcomputadoras tipo PC, utilizando archivos DBASE y programar el sistema en algún compilador de lenguaje DBASE, siendo Clipper de Nantucket el compilador seleccionado, fue así como se procedió al diseño preliminar del sistema y a la programación de la infraestructura básica del mismo. Estas decisiones se tomaron sobre la base de los recursos disponibles y teniendo en mente que los equipos tipo PC son las computadoras más populares en México, y cualquier institución podría instalar y utilizar el sistema sin restricciones severas de hardware, haciendo el sistema de fácil manejo, particularmente para el proceso de recolección y captura de datos de tantas fuentes diferentes.

### **3.2 Diseño del sistema como base de datos**

Una vez establecida la plataforma en que se trabajaría, se procedió al diseño del sistema como base de datos. Para ello debe tomarse en cuenta que cualquier sistema de base de datos comienza con el reconocimiento de una **necesidad**, normalmente una necesidad para conjuntar y manipular datos de diversa índole. Una vez identificada esta necesidad, se debe **"modelar"** una estructura que le sea útil al usuario y mantenga la integridad de los datos. Así pues, como primer paso se hizo el diseño abstracto del sistema conocido como **"Modelo Entidad - Relación"** (o **ERM - Entity Relationship Model**, por sus siglas en inglés) el cual se muestra en las figuras 3.2 y 3.3. Este ERM es muy útil en el diseño de bases de datos, pues permite ver claramente la estructura de la misma, así como su **"vista conceptual"** que es la estructura lógica completa de la base, la cual incluye todos los detalles sobre la estructura y contenido de la base de datos, ya que define a los datos y sus relaciones lógicas.

En la figura 3.2 se muestran los conceptos o **"entidades"** que debe manejar el sistema, representadas como recuadros con los nombres explícitos de las entidades dentro de ellos. También se muestran las **"relaciones"** entre entidades, representadas mediante líneas que unen dos recuadros, las cuales además describen la **"cardinalidad"** entre entidades, indicada como una unión de uno o tres puntos en los extremos de las líneas. En el caso de la unión de un punto, se tendrá una relación de **"uno"** y en el caso de la unión de tres puntos (o ramificación) se tendrá una relación de **"muchos"**. Por último, se puede apreciar que entre las relaciones hay un **"nombre"** que describe esta relación.

A continuación se dan algunos ejemplos de estos conceptos:

- a) Para la relación entre ESTACIONES y ACELEROGRAMAS se tendría una relación de **"uno a muchos"**, que se leería: para cada estación se pueden haber obtenido uno o muchos acelerogramas.
- b) Para la relación de TIPOS DE ESTACIÓN y ESTACIONES se tendría también una relación de **"uno a muchos"**, que se leería: para cada tipo de estación se pueden tener asociadas una o muchas estaciones.
- c) Cada ESTADO DE LA REPÚBLICA MEXICANA puede tener instaladas una o muchas estaciones.
- d) Cada INSTITUCIÓN puede operar e instalar una o muchas estaciones.

etc.



En la figura 3.3 se muestran además de las anteriores características, los elementos particulares o **“atributos”** de cada entidad. En esta figura, los atributos subrayados son los **identificadores únicos (conocidos también como claves o llaves primarias)** de cada entidad. Los atributos que tienen un asterisco a la derecha del nombre, indican que son llaves **“ajenas”**, las cuales permiten el enlace de información de diferentes tablas. De esta forma las llaves primarias en una tabla pueden localizar datos en otra tabla. Las asociaciones entre llaves primarias y llaves ajenas son el nexo de unión que mantienen las bases de datos relacionales, es decir, son el mecanismo para instrumentar las relaciones entre entidades.

Cabe hacer notar que en los diagramas de entidad - relación, los nombres de las entidades y sus atributos no deben tener ambigüedades y se debe evitar en lo posible el uso de abreviaturas, pues deben servir para identificar de forma clara y precisa la estructura de la base de datos.

En la teoría de bases de datos relacionales, las **“entidades”** abstractas siempre son convertidas a entidades físicas llamadas **“tablas”** (o **relación**). Un dato dentro de la tabla es una **“fila”** (o **tupla**) y los elementos o características de cada fila se convierten en **“atributos”**. En los sistemas convencionales de manejo de datos, los **“archivos”** son conceptualmente similares a las **“tablas”**, los **“registros”** son similares a las **“filas”** y los **“campos”** son similares a los **“atributos”**.

En el presente trabajo, aunque no se usó para la instrumentación del sistema una base de datos relacional, se prefirió usar la terminología de la teoría relacional para presentar el sistema, dado que actualmente es una terminología ampliamente usada y además facilitará su migración en un futuro a una base de datos realmente relacional.

Por otro lado, en las figuras 3.2 y 3.3 podemos apreciar que existen **“entidades independientes”**, es decir entidades cuya información no depende de que exista alguna otra entidad, como es el caso de: INSTITUCIONES, TIPOS DE ACELEROGRAFOS, ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA, etc., mismas que son representadas en las figuras como “recuadros” con bordes rectangulares. Asimismo, se observa que también existen **“entidades dependientes”**, es decir, entidades cuyos datos dependen de la existencia de alguna otra entidad. Por ejemplo: en la entidad ACELEROGRAFOS, cualquier instrumento almacenado en ella depende que esté clasificado en TIPOS DE ACELEROGRAFOS y que pertenezca a alguna INSTITUCION. De forma similar, para la entidad ESTACIONES, cualquier estación almacenada en el sistema debe pertenecer a una institución, debe tener un tipo, debe estar ubicada en algún estado de la República Mexicana, etc. Estas entidades son representadas en las figuras mencionadas como “recuadros” con bordes redondeados.

De acuerdo a lo anterior, las tablas (archivos) que son **“entidades dependientes”** en nuestro sistema las podríamos considerar como **“Tablas Generales”** (o **“Principales”**), y las **“entidades independientes”** se consideran como **“Tablas Auxiliares”** (o **“Catálogos”**) que contienen la información que sirve de apoyo a las tablas principales del sistema.

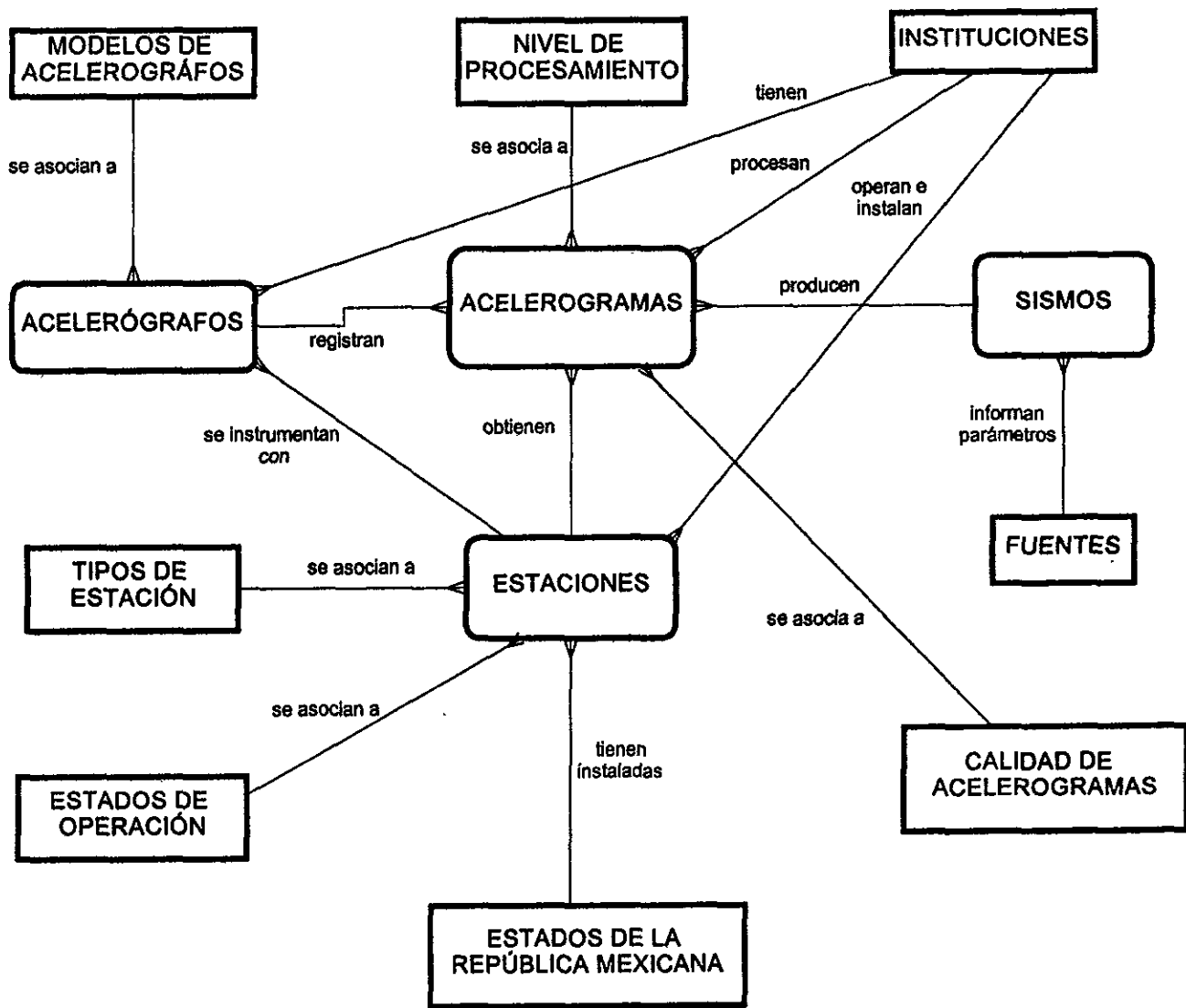


Fig 3.2 Diagrama Entidad - Relación de la Base de Datos Acelerográfica

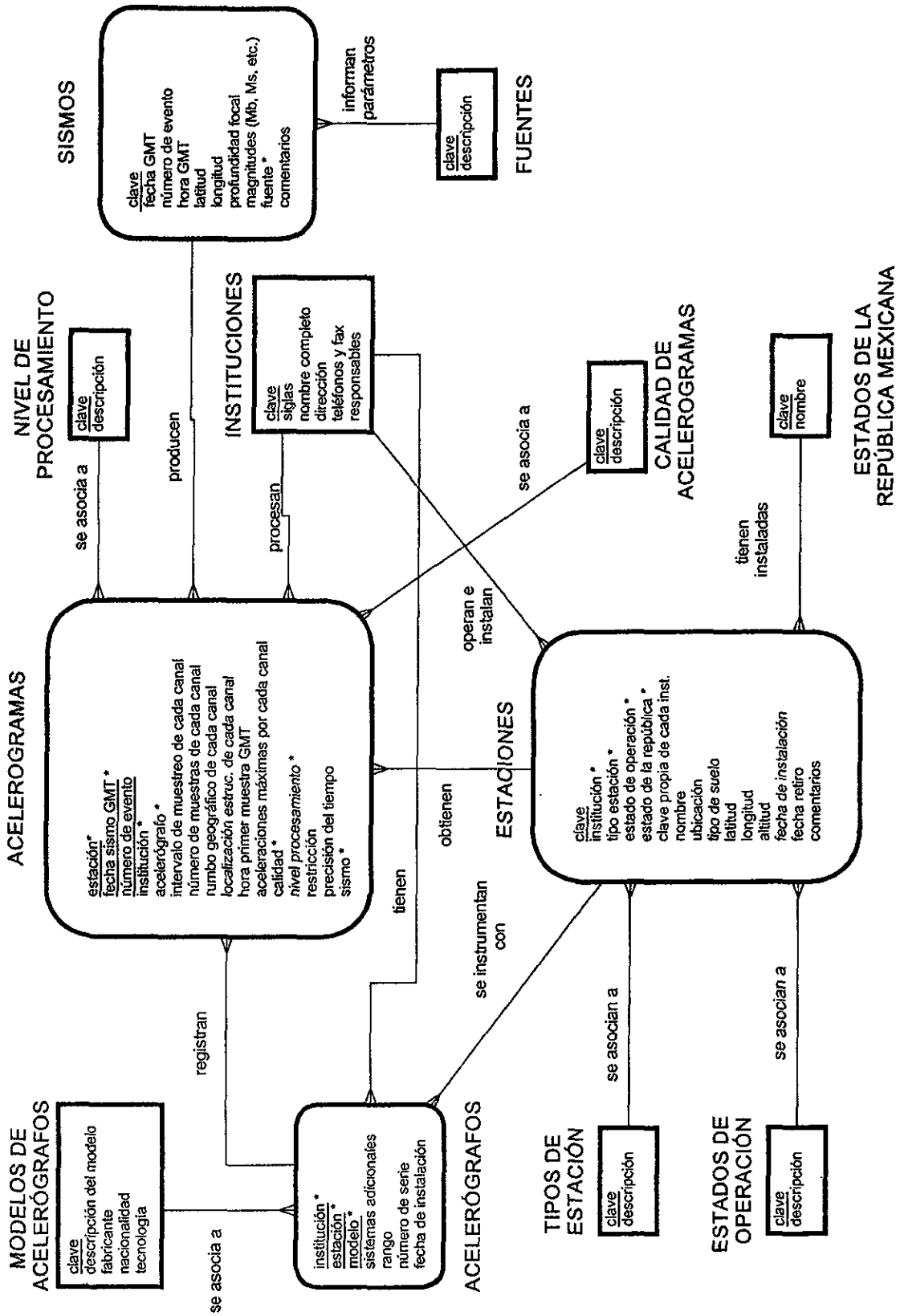


Fig 3.3 Diagrama Entidad - Relación de la Base de Datos Acelerográfica donde se muestran los atributos de cada entidad

### 3.3 Modelo físico del sistema

En la figura 3.4 se muestra casi el mismo diagrama entidad - relación de la figura 3.3, pero aquí se ha pasado del modelo conceptual al modelo físico. Como puede apreciarse, para cada tabla se indica su nombre físico y a continuación, entre paréntesis, se da el nombre de la entidad correspondiente en la figura 3.3. Asimismo, la descripción de los nombres de las tablas y sus atributos se han hecho más crípticos debido a las limitantes propias de la plataforma usada: CLIPPER bajo MS-DOS. En este esquema, cada tabla genera un archivo en MS-DOS, por lo cual los nombres tienen un máximo de once caracteres (ocho para el nombre del archivo y tres para su extensión); mientras que los nombres de los atributos tienen un máximo de diez caracteres en CLIPPER. Por otro lado, se tienen las siguientes diferencias entre los diagramas de las figuras 3.3 y la 3.4:

- Algunos nombres de atributos en el diagrama de la figura 3.4 aparecen precedidos por dos asteriscos (\*\*). Estos atributos no existen en el diagrama de la figura 3.3 y fueron agregados para obtener un mejor control de los datos en la plataforma usada. Ejemplos de éstos son: ES\_ANIOACT y ES\_ULTAPAR de la tabla ESTACION.DBF.
- Los nombres de atributos entre paréntesis, indican que un atributo descrito en el diagrama de la figura 3.3 tuvo que convertirse en varios atributos en el diagrama de la figura 3.4, por ejemplo: el atributo “aceleraciones máximas por cada canal” de la entidad ACELEROGRAMAS de la figura 3.3, se convirtió en AC\_ACMAXC1, AC\_ACMAXC2 y AC\_ACMAXC3 de la tabla ACELEROG.DBF en la figura 3.4

En las tablas 3.1 y 3.2 y de acuerdo a lo expuesto anteriormente, se muestran los nombres físicos de las “**Tablas Auxiliares**” y “**Principales**” del sistema, así como una breve descripción de su contenido. Posteriormente y para una mejor comprensión del modelo físico del sistema, se describen a detalle estas tablas y sus atributos.

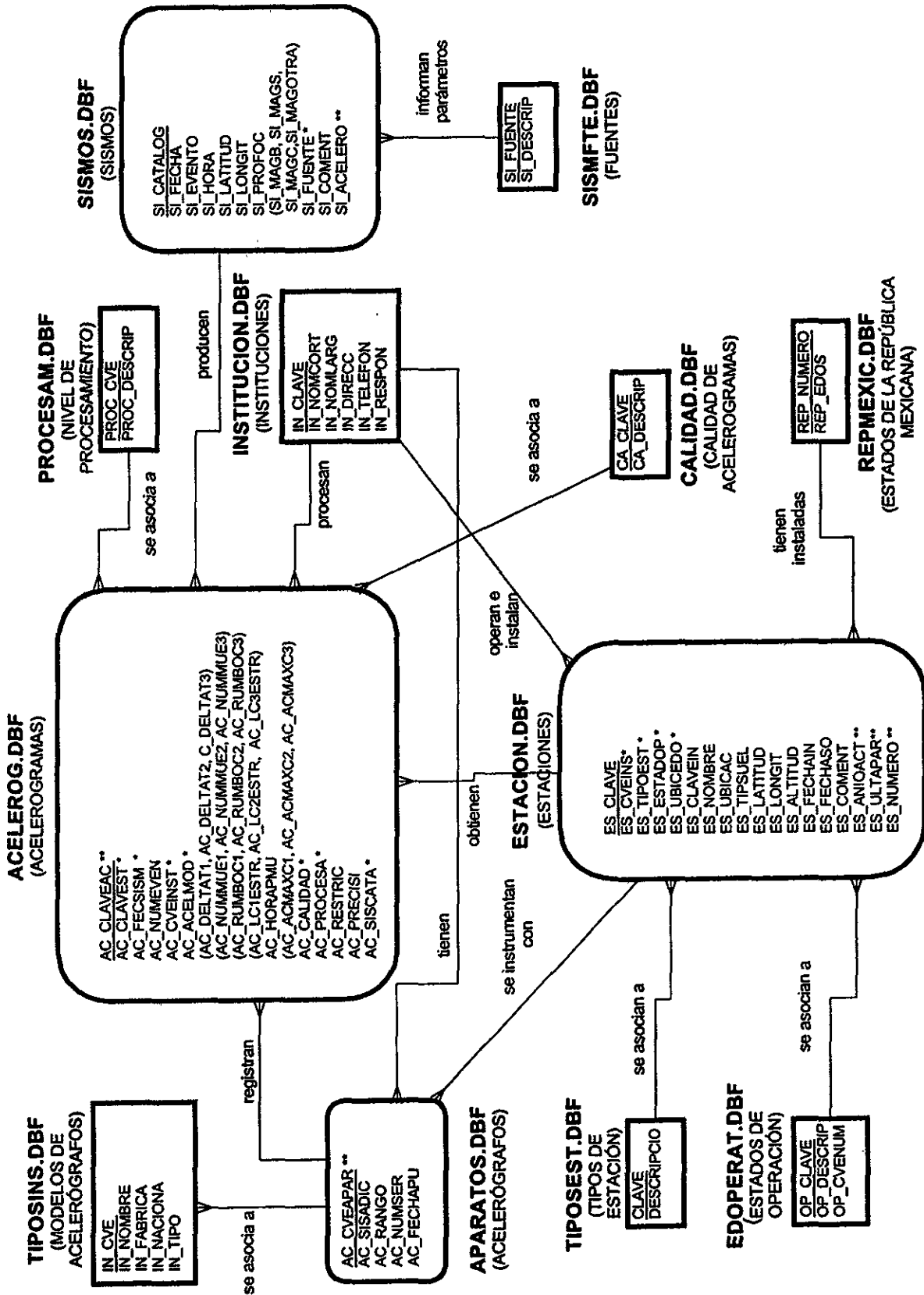


Fig 3.4 Diagrama Entidad - Relación de la Base de Datos Acelerográfica donde se muestran los nombres físicos de las entidades y sus atributos (compárese con la figura 3.3)

<b>NOMBRE DE LA TABLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
TIPOSEST.DBF	Tipos de lugares donde se han instalado estaciones acelerográficas.
TIPOSINS.DBF	Modelos y tipos de acelerógrafos usados para instrumentar las estaciones.
EDOPERAT.DBF	Estado de operación que pueden tener en un momento dado las estaciones.
CALIDAD.DBF	Calidad de los registros acelerográficos obtenidos por las diferentes estaciones.
PROCESAM.DBF	Claves y descripciones del nivel de procesamiento de los acelerogramas.
SISMFTE.DBF	Claves y nombres de las fuentes de información que proporcionaron los datos de la localización de los sismos que produjeron algún acelerograma.
REPMEXIC.DBF	Claves y nombres de los estados de la República Mexicana.
MEXICO.DBF	Coordenadas geográficas de la digitalización de un mapa de la República Mexicana.

**Tabla 3.1 Tablas Auxiliares**

<b>NOMBRE DE LA TABLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
INSTITUCION.DBF	Instituciones que operan y mantienen redes acelerográficas.
ESTACION.DBF	Datos de las estaciones acelerográficas.
APARATOS.DBF	Datos de los instrumentos (acelerógrafos) con que cuentan las estaciones.
SISMOS.DBF	Sismos que han producido registros acelerográficos.
ACELEROG.DBF	Datos de los registros acelerográficos obtenidos por las diferentes estaciones.

**Tabla 3.2 Tablas Principales**

### 3.4 Descripción de las tablas auxiliares y principales del sistema

A continuación se presenta una descripción detallada de las tablas auxiliares y principales del sistema. Esta descripción incluye los nombres de los atributos (campos) dentro de las tablas de la base de datos, los tipos de datos que contienen y la descripción de su contenido. Asimismo, en el caso de una de las tablas auxiliares (TIPOSINS.DBF) y para casi todas las tablas principales, se consideró conveniente indicar los rangos de valores que pueden tomar algunos de los datos, así como los valores que se eligieron para representar un dato desconocido. Además, se incluye una nota acerca del armado de las llaves únicas de todas las tablas. Por último, se indican los nombres de los archivos de índices y los atributos de las tablas que sirven para crearlos.

#### 3.4.1 Tablas Auxiliares

##### **TABLA: TIPOSEST.DBF**

**Contenido:** Catálogo de los diferentes tipos de lugares donde se han instalado las estaciones acelerográficas.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
CLAVE	character(1)	Clave única de los diferentes tipos de lugar donde se han instalado las estaciones acelerográficas.
DESCRIPCIO	character(30)	Descripción del lugar donde se han instalado las estaciones acelerográficas.

**Llave única:** CLAVE - Carácter secuencial, cuyo comienzo es el "1".

**Índice de TIPOSEST.DBF:**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
TIPEST.NTX	CLAVE

**Tabla 3.3 Contenido, descripción de atributos, llave única e índice de la tabla TIPOSEST.DBF**

**TABLA: TIPOSINS.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene información básica concerniente a los diferentes modelos y tipos de acelerógrafos que han sido usados en el registro de acelerogramas.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
IN_CVE	character(2)	Clave única de los diferentes modelos de acelerógrafos.
IN_TIPO	character(1)	Tipo de acelerógrafo: Analógico o Digital.
IN_NOMBRE	character(10)	Nombre del modelo de acelerógrafo.
IN_FABRICA	character(20)	Fabricante del acelerógrafo.
IN_NACIONA	character(10)	País del que proviene el acelerógrafo.

**Llave única:** IN\_CVE - Dos caracteres alfanuméricos. La combinación de ellos debe ser única en la tabla y el primer carácter debe ser una letra mayúscula.

**Valores que pueden tomar los datos:** Para el caso del atributo IN\_TIPO, los caracteres válidos son: "A" o "D" (A = Analógico, D = Digital).

**Índice de TIPOSINS.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
IN_CVE.NTX	IN_CVE

**Tabla 3.4 Contenido, descripción de atributos, llave única, valores permitidos e índice de la tabla TIPOINS.DBF**



**TABLA: EDOPERAT.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información concerniente a los diferentes tipos de estados de operación que puede tener una estación acelerográfica.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
OP_CVE	character(1)	Clave única de los estados de operación que pueden tener las estaciones acelerográficas en un momento dado.
OP_DESCRIP	character(50)	Descripción de los estados de operación.
OP_CVENUM	numeric(2)	Clave numérica de los estados de operación.

**Llaves únicas:** OP\_CVE - Debe ser un carácter alfabético arbitrario único en la tabla y OP\_CVENUM es un número arbitrario de máximo dos dígitos también único en la tabla.

**Índice de EDOPERAT.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
DE_OPERA.NTX	OP_CVE

**Tabla 3.5 Contenido, descripción de atributos, llaves únicas e índice de la tabla EDOPERAT.DBF**

**TABLA: CALIDAD.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información referente a los diferentes tipos de calidades que puede tener un registro acelerográfico.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
CA_CVE	character(1)	Clave única de la calidad que puede tener un registro acelerográfico.
CA_DESCRIP	memorándum	Descripción de los diferentes tipos de calidad.

**Llave única:** CA\_CVE - Carácter que debe ser una letra mayúscula única en la tabla.

**Índice de CALIDAD.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
CA_CLAVE.NDX	CA_CVE

**Tabla 3.6 Contenido, descripción de atributos, llave única e índice de la tabla CALIDAD.DBF**

**TABLA: PROCESAM.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información referente a los diferentes niveles de procesamiento que puede tener un acelerograma.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
PROC_CVE	character(1)	Clave única del procesamiento que puede tener un acelerograma.
PROC_DESCR	character(60)	Descripción de los diferentes tipos de procesamiento.

**Llave única:** PROC\_CVE - Carácter que debe ser una letra mayúscula única en la tabla.

**Índice de PROCESAM.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
PROC_CVE.NDX	PROC_CVE

**Tabla 3.7 Contenido, descripción de atributos, llave única e índice de la tabla PROCESAM.DBF**

**TABLA: SISMFTE.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información referente a las fuentes que reportan datos de localizaciones de sismos que han producido algún registro acelerográfico.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
SI_FUENTE	character(2)	Clave única de la fuente que proporcionó datos del sismo.
SI_DESCRIP	character(80)	Descripción del nombre de la fuente.

**Llave única:** SI\_FUENTE - Dos caracteres alfabéticos, la combinación de ellos debe ser única en la tabla. Los caracteres deben ser mayúsculos.

**Índice de SISMFTE.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
SI_FUENTE.NDX	SI_FUENTE

**Tabla 3.8 Contenido, descripción de atributos, llave única e índice de la tabla SISMFTE.DBF**

**TABLA: REPMEXIC.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene las claves y los nombre de los estados de la República Mexicana, usado para determinar en que estado de la República se encuentra cada estación.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
REP_NUMERO	numeric(2)	Clave única de los estados de la República Mexicana.
REP_EDOS	character(30)	Nombre de los estados de la República Mexicana.

**Llave única:** REP\_NUMERO - Número secuencial que comienza en 1 que puede tener máximo dos dígitos.

**Índices de REPMEXIC.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
REP_CVE.NTX	REP_NUMERO
REP_NOMB.NDX	REP_EDOS

**Tabla 3.9 Contenido, descripción de atributos, llave única e índices de la tabla REPMEXIC.DBF**

**TABLA: MEXICO.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene puntos de coordenadas geográficas necesarias para la graficación de un mapa de la República Mexicana, provenientes de una digitalización de la misma. Asimismo, contiene el mapeo de estas coordenadas geográficas a coordenadas de una pantalla VGA para poder graficar más rápidamente.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MEX_LONG	numeric(9,4)	Coordenada de Longitud para un punto del mapa de la República Mexicana.
MEX_LAT	numeric(7,4)	Coordenada de Latitud para un punto del mapa de la República Mexicana.
MEX_XVGA	numeric(3)	Coordenada X mapeada para pantalla VGA.
MEX_YVGA	numeric(3)	Coordenada Y mapeada para pantalla VGA.

**NO TIENE LLAVE ÚNICA**

**NO TIENE ÍNDICES**

**Tabla 3.10 Contenido y descripción de atributos de la tabla MEXICO.DBF**

### 3.4.2 Tablas Principales

#### **TABLA: INSTITUC.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información concerniente a las instituciones que hayan mantenido y operado estaciones acelerográficas, así como de aquellas instituciones que han dado localizaciones de sismos.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
IN_CLAVE	character(2)	Clave única para cada institución.
IN_NOMCORT	character(15)	Siglas de la institución (nombre corto).
IN_NOMLARG	character(120)	Nombre completo de la institución.
IN_DIRECC	memorándum	Dirección de la institución: calle, número, colonia, código postal, etc.
IN_TELEFON	memorándum	Números telefónicos y faxes de cada institución.
IN_RESPON	memorándum	Personas responsables en la institución: director, jefes de área, responsables de las redes acelerográficas, responsables del procesamiento de datos, etc.

**Llave única:** **IN\_CLAVE** - Formada por dos letras mayúsculas cuya combinación debe ser única en la tabla.

#### **Valores que pueden tomar los datos:**

Los atributos **IN\_CLAVE**, **IN\_NOMCORT** e **IN\_NOMLARG** deben contener datos, mientras que los atributos **IN\_DIRECC**, **IN\_TELEFON** e **IN\_RESPON** pueden o no tener datos.

#### **Índices de INSTITUC.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
IN_CLAVE.NTX	IN_CLAVE
IN_SIGLA.NTX	IN_NOMCORT
IN_NOMBR.NTX	IN_NOMLARG

**Tabla 3.11 Contenido, descripción de atributos, llave única, valores permitidos e índices de la tabla INSTITUC.DBF**

**TABLA: ESTACION.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de cada estación acelerográfica: su clave, nombre, ubicación, etc.

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
ES_CLAVE	character(4)	Clave única para cada estación.
ES_CVEINS	character(2)	Clave de la institución que instaló la estación.
ES_NUMERO	numeric(3)	Número interno de estación para algunas redes acelerográficas.
ES_CLAVEIN	character(4)	Clave interna que cada institución maneja para la estación.
ES_NOMBRE	character(40)	Nombre de la estación.
ES_UBICAC	memorándum	Ubicación física de la estación: calle, número, colonia, o descripción del lugar.
ES_UBICEDO	numeric(2)	Clave del estado de la República Mexicana donde se encuentra la estación.
ES_TIPSUEL	character(100)	Descripción del tipo de suelo donde se encuentra la estación.
ES_LATITUD	numeric(9,4)	Latitud donde se encuentra la estación.
ES_LONGITUD	numeric(9,4)	Longitud donde se encuentra la estación.
ES_ALTITUD	numeric(4)	Altitud de la estación en metros sobre el nivel del mar (msnm).
ES_ESTADOP	character(1)	Clave del estado de operación de la estación.
ES_FECHAIN	character(4)	Fecha de instalación (mes y año: mmaa).
ES_FECHASO	character(4)	Fecha asociada, es decir, cuando se retiró la estación o cuando va a ser instalada (mes y año: mmaa).
ES_ULTAPAR	numeric(2)	Número secuencial que indica cuantos aparatos ha tenido la estación.
ES_COMENT	memorándum	Comentarios acerca de la estación.
ES_ANIOACT	numeric(2)	Año en que se dio de alta la estación.
ES_TIPOEST	character(1)	Clave del tipo de lugar donde se encuentra la estación: terreno libre, pozo, estructura, etc.

**Llave única:** **ES\_CLAVE** - Formada por cuatro caracteres cuya combinación debe ser única en la tabla. El primer carácter debe ser una letra mayúscula.

**Tabla 3.12a Contenido, descripción de atributos y llave única de la tabla ESTACION.DBF**

**Valores que pueden tomar los datos:**

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>VALORES PERMITIDOS</b>	<b>VALORES PARA DATOS NO CONOCIDOS</b>
ES_CVEINS	La clave de la institución debe existir en la tabla INSTITUC.DBF (catálogo de instituciones).	
ES_UBICEDO	La clave del estado debe existir en la tabla REPMEXIC.DBF (estados de la República Mexicana).	
ES_LATITUD	Cualquier número real con signo (*).	0.00
ES_LONGIT	Cualquier número real con signo (*).	0.00
ES_ALTITUD	> -200 y < 5000 (msnm).	-200
ES_ESTADOP	La clave del estado de operación debe existir en la tabla EDOPERAT.DBF (estados de operación de una estación).	
ES_FECHAIN	Un mes y año válidos, mayores a enero de 1960.	"----"
ES_FECHASO	Un mes y año válidos, mayores a enero de 1960.	"----"
ES_TIPOEST	La clave del tipo de estación debe existir en la tabla TIPOSEST.DBF (tipos de lugares donde se han instalado las estaciones).	

(\*) El valor máximo permitido es el tamaño del dato

**Índices de ESTACION.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO(S) QUE SIRVE(N) DE ÍNDICE</b>
ES_CVEIN.NTX	ES_CVEINS + ES_NUMERO
ES_CLAVE.NTX	ES_CLAVE
ES_CVEINT.NTX	ES_CLAVEIN
ES_NOMBR.NTX	ES_NOMBRE
ES_LAT.NTX	ES_LATITUD
ES_LONG.NTX	ES_LONGIT
ES_ESTAT.NTX	ES_ESTADOP
ES_LOCAL.NTX	ES_TIPOEST
ES_REMEX.NTX	ES_UBICEDO + ES_CVEINS + ES_CLAVE

**Tabla 3.12b Valores permitidos e índices de la tabla ESTACION.DBF**

**TABLA: APARATOS.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de cada uno de los instrumentos que tienen o han tenido las diferentes estaciones acelerográficas.

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
AC_CVEAPAR	character(8)	Clave única por cada aparato.
AC_MODELO	character(2)	Clave del modelo y tipo de acelerógrafo.
AC_SISADIC	character(15)	Descriptor de los sistemas adicionales asociados a la estación y al acelerógrafo: sensores externos, telemetría, etc.
AC_RANGO	numeric(4)	Rango en g's del acelerógrafo.
AC_NUMSER	character(10)	Número de serie del acelerógrafo.
AC_FECHAPU	date	Fecha de instalación del acelerógrafo.

**Llave única: AC\_CVEAPAR** - Esta clave se arma internamente y está formada por: la clave de la institución (dos caracteres), más la clave única de la estación (cuatro caracteres), más un número secuencial de dos cifras que significa el número de aparatos que ha tenido la estación (máximo 99). De esta forma, el número secuencial más alto indica el último aparato que tiene o tuvo la estación. Ejemplo: **CPRMAS10**, sería el instrumento número 10 de la estación "RMAS" de la institución "CP".

**Valores que pueden tomar los datos:**

Para el caso del atributo **AC\_MODELO**, la clave debe existir en la tabla **TIPOSINS.DBF** (catálogo de modelos y tipos de acelerógrafos).

**Índices de APARATOS.DBF**

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE
AC_CVEAP.NTX	AC_CVEAPAR
AC_RANGO.NTX	AC_RANGO

**Tabla 3.13 Contenido, descripción de atributos, llave única, valores permitidos e índices de la tabla APARATOS.DBF**

**TABLA: SISMOS.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de todos aquellos sismos reportados en su mayoría por el Instituto de Geofísica de la UNAM, a través del Servicio Sismológico Nacional desde 1960 a la fecha, mismos que han servido para poder determinar qué sismos han producido qué acelerogramas, es decir, poder conocer los sismos que han producido registros *acelerográficos*.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
SI_FECHA	date	Fecha GMT del sismo.
SI_EVENTO	character(1)	Carácter consecutivo de evento en ese día.
SI_HORA	numeric(7)	Hora epicentral.
SI_LATITUD	numeric(7,3)	Latitud epicentral.
SI_LONGIT	numeric(7,3)	Longitud epicentral.
SI_PROFOC	numeric(5,1)	Profundidad hipocentral.
SI_MAGB	numeric(4,2)	Magnitud b.
SI_MAGS	numeric(4,2)	Magnitud s.
SI_MAGC	numeric(4,2)	Magnitud c.
SI_MAGOTRA	numeric(4,2)	Otra magnitud: local, Mw, etc.
SI_FUENTE	character(2)	Clave de la institución que proporcionó los datos del sismo.
SI_COMENT	memorándum	Comentarios.
SI_CATALOG	numeric(6)	Clave única para aquellos sismos que produjeron <i>acelerogramas</i> .
SI_ACELERO	character(1)	Atributo que indica si hubo o no <i>acelerogramas</i> asociados.

**Llave única: SI\_CATALOG** - Es una clave que por valor de omisión tiene un valor cero (0), y se convierte en un valor único para aquellos sismos que produjeron uno o más *acelerogramas*. De esta forma para todos aquellos sismos reportados que no produjeron *acelerogramas* hay "claves" repetidas (ceros) y para aquellos sismos que al menos tienen un *acelerograma*, la clave se armará de la siguiente forma: los dos últimos dígitos del año de la fecha en que se produjo el sismo más un número secuencial que se representa en cuatro posiciones que comienza en "0001" para cada año que se tenga. Ejemplo: **960010**, sería el sismo número 10 que produjo *acelerogramas* durante 1996.

**Tabla 3.14a Contenido, descripción de atributos y llave única de la tabla INSTITUC.DBF**



Valores que pueden tomar los datos:

NOMBRE DEL ATRIBUTO	VALORES PERMITIDOS	VALORES PARA DATOS NO CONOCIDOS
SI_FECHA	Fecha válida >= "01/ENE/1960".	
SI_EVENTO	El carácter consecutivo de evento debe estar en los rangos del "1" al "9", de la "A" a la "Z" o de la "a" a la "z".	
SI_LATITUD	Cualquier número real con signo (*).	0.00
SI_LONGIT	Cualquier número real con signo (*).	0.00
SI_PROFOC	Cualquier número real positivo (*).	0.00
SI_MAGB	Cualquier número real positivo (*).	0.00
SI_MAGS	Cualquier número real positivo (*).	0.00
SI_MAGC	Cualquier número real positivo (*).	0.00
SI_MAGOTRA	Cualquier número real positivo (*).	0.00
SI_CATALOG	Cualquier número entero positivo válido (ver como se forma la clave).	0
SI_ACELERO	"A" o "N"; "A" = existen acelerogramas; "N" = No existen acelerogramas.	

(\*) El valor máximo permitido es el tamaño del dato

### Índices de SISMOS.DBF

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO(S) QUE SIRVE(N) DE ÍNDICE
SI_FECHA.NTX	STRING(SI_FECHA("aammdd")) + SI_EVENTO
SI_LAT.NTX	SI_LATITUD
SI_LONG.NTX	SI_LONGIT
SI_PROFO.NTX	SI_PROFOC
SI_MAGB.NTX	SI_MAGB
SI_MAGS.NTX	SI_MAGS
SI_MAGC.NTX	SI_MAGC
SI_MAGO.NTX	SI_MAGOTRA
SI_FUENT.NTX	SI_FUENTE
SI_CLAVE.NTX	SI_CATALOG
SI_ACEL.NTX	SI_ACELERO
SI_FEC1.NTX	SI_FECHA

Tabla 3.14b Valores permitidos e índices de la tabla SISMOS.DBF

**TABLA: ACELEROG.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de los datos principales de los registros acelerográficos obtenidos por las diferentes redes acelerográficas desde 1961 en adelante.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
AC_CLAVEAC	character(11)	Clave única para cada acelerograma.
AC_CVEEST	character(4)	Clave de la estación que registró el acelerograma.
AC_FECSISM	date	Fecha del sismo que produjo el acelerograma (GMT).
AC_NUMEVEN	character(1)	Carácter consecutivo del evento ocurrido en esa fecha.
AC_ACELMOD	character(2)	Clave del modelo de acelerógrafo que registró el evento.
AC_ACELNS	character(10)	Número de serie del acelerógrafo.
AC_DELTAT1	numeric(6,3)	Intervalo de muestreo del canal 1.
AC_DELTAT2	numeric(6,3)	Intervalo de muestreo del canal 2.
AC_DELTAT3	numeric(6,3)	Intervalo de muestreo del canal 3.
AC_NUMMUE1	numeric(6,0)	Número de muestras del registro del canal 1.
AC_NUMMUE2	numeric(6,0)	Número de muestras del registro del canal 2.
AC_NUMMUE3	numeric(6,0)	Número de muestras del registro del canal 3.
AC_RUMBOC1	character(4)	Rumbo geográfico de la componente del registro acelerográfico del canal 1.
AC_RUMBOC2	character(4)	Rumbo geográfico de la componente del registro acelerográfico del canal 2.
AC_RUMBOC3	character(4)	Rumbo geográfico de la componente del registro acelerográfico del canal 3.
AC_LC1ESTR	character(2)	Para el caso de acelerogramas obtenidos en estructuras, indica el eje asociado (longitudinal o transversal) a la componente del canal 1.
AC_LC2ESTR	character(2)	Para el caso de acelerogramas obtenidos en estructuras, indica el eje asociado (longitudinal o transversal) a la componente del canal 2.
AC_LC3ESTR	character(2)	Para el caso de acelerogramas obtenidos en estructuras, indica el eje asociado (longitudinal o transversal) a la componente del canal 3.
AC_HORAPMU	numeric(8,0)	Tiempo de ocurrencia de la primer muestra del acelerograma (GMT).

**Tabla 3.15a Contenido y descripción de atributos de la tabla ACELEROG.DBF**

TABLA: ACELEROG.DBF (Continuación)

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
AC_ACMAXC1	numeric(7,2)	Valor absoluto de la aceleración máxima obtenida en el canal 1 del acelerograma, dada en cm/s <sup>2</sup> (gals).
AC_ACMAXC2	numeric(7,2)	Valor absoluto de la aceleración máxima obtenida en el canal 2 del acelerograma, dada en cm/s <sup>2</sup> (gals).
AC_ACMAXC3	numeric(7,2)	Valor absoluto de la aceleración máxima obtenida en el canal 3 del acelerograma, dada en cm/s <sup>2</sup> (gals).
AC_CVEINST	character(2)	Clave de la institución responsable del acelerograma.
AC_RESTRIC	character(1)	Clave que indica la disponibilidad del acelerograma.
AC_CALIDAD	character(1)	Clave de la calidad que tiene el acelerograma.
AC_PRECISI	numeric(6,3)	Exactitud o tolerancia del tiempo de registro.
AC_PROCESA	character(6)	Clave(s) del nivel de procesamiento del acelerograma.
AC_SISCATA	numeric(6,0)	Clave del sismo que produjo el acelerograma.

**Llave única: AC\_CLAVEAC** - Esta llave se arma internamente y está constituida por: la clave única de la estación (cuatro caracteres), más los dos últimos dígitos del año en que se produjo el sismo, más el número del mes en que se produjo el sismo (en dos posiciones), más el número del día en que se produjo el sismo (en dos posiciones), más el carácter del número de evento registrado por la estación en esa fecha. Ejemplo: **SCT18509191**, significaría que es la clave del acelerograma correspondiente al evento número 1 registrado en la estación SCT1 el 19 de septiembre de 1985.

Tabla 3.15b *Contenido, descripción de atributos (continuación) y llave única de la tabla ACELEROG.DBF*

**Valores que pueden tomar los datos:**

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>VALORES PERMITIDOS</b>	<b>VALORES PARA DATOS NO CONOCIDOS</b>
AC_CVEEST	La clave de la estación debe existir en la tabla ESTACION.DBF (catálogo de estaciones).	
AC_FECSISM	Fecha válida >= "01/ENE/1960".	
AC_NUMEVEN	El carácter consecutivo de evento debe estar en los rangos del "1" al "9" y de la "A" a la "Z".	
AC_ACELMOD	La clave del modelo del acelerógrafo debe existir en la tabla TIPOSINS.DBF (catálogo de modelos y tipos de acelerógrafos).	
AC_DELTAT1	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_DELTAT2	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_DELTAT3	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_NUMMUE1	Cualquier número entero positivo (*).	0
AC_NUMMUE2	Cualquier número entero positivo (*).	0
AC_NUMMUE3	Cualquier número entero positivo (*).	0
AC_RUMBOC1		Espacio(s) en blanco
AC_RUMBOC2		Espacio(s) en blanco
AC_RUMBOC3		Espacio(s) en blanco
AC_LC1ESTR	" +L" o "-L" o "+T" o "-T" o "+V" o "-V".	" _"
AC_LC2ESTR	" +L" o "-L" o "+T" o "-T" o "+V" o "-V".	" _"
AC_LC3ESTR	" +L" o "-L" o "+T" o "-T" o "+V" o "-V".	" _"
AC_HORAPMU		0.00 o 99999999
AC_ACMAX1	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_ACMAX2	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_ACMAX3	Cualquier número real positivo (*).	0.00
AC_CVEINS	La clave de la institución debe existir en la tabla INSTITUC.DBF (catálogo de instituciones).	
AC_RESTRIC	"A" o "B". "A" = registro disponible; "B" = registro restringido.	
AC_CALIDAD	La clave de la calidad debe existir en la tabla CALIDAD.DBF (tipos de calidades que puede tener un acelerograma).	Espacio(s) en blanco
AC_PRECISI	>= 0.001 y < 99.999.	0.000 o 99.999
AC_PROCESA	"F" y/o "N" y/o "V" y/o "D" y/o "R".	Espacio(s) en blanco
AC_SISCATA	La clave del sismo debe existir en la tabla SISMOS.DBF.	

(\*) El valor máximo permitido es el tamaño del dato

**Tabla 3.15c Valores permitidos de la tabla ACELEROG.DBF**

Índices de ACELEROG.DBF

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO(S) QUE SIRVE(N) DE ÍNDICE
AC_ESTAT.NTX	AC_CVEEST
AC_SISMO.NTX	AC_FECSISM
AC_ACELM.NTX	AC_ACELMOD
AC_ACMC1.NTX	AC_ACMAXC1
AC_ACMC2.NTX	AC_ACMAXC2
AC_ACMC3.NTX	AC_ACMAXC3
AC_INST.NTX	AC_CVEINST
AC_CALID.NTX	AC_CALIDAD
AC_ACELG.NTX	AC_CLAVEAC
AC_FECES.NTX	STRING(AC_FECSISM) + STRING(AC_SISCATA,6) + AC_CVEEST

Tabla 3.15d Índices de la tabla ACELEROG.DBF

## CAPÍTULO IV

### INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA

*Aunque sea de jade se quiebra,  
aunque sea oro se rompe,  
aunque sea plumaje de quetzal se desgarrá.  
No para siempre en la tierra,  
solo un poco aquí.*

*Netzahualcóyotl*

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, la infraestructura básica del sistema se programó en lenguaje Clipper y consta de un sistema de menús, pantallas de captura y consulta, así como la posibilidad de obtener catálogos impresos (la descripción de la operación de estas facilidades se hará en el siguiente capítulo).

Esta infraestructura fue diseñada y programada para permitir una programación paramétrica gracias a las facilidades que da el compilador Clipper. De esta manera, el sistema diseñado permite una programación sumamente flexible y adaptable a las necesidades que se tengan.

Dichas facilidades se podrían resumir en que todo el sistema de menús, las pantallas de captura y de visualización de datos, sus diversos mensajes de captura y validaciones residen en archivos tipo DBASE y no como parte del código del programa, siendo muy sencillo agregar opciones, campos de captura, validaciones e incluso poder traducir toda esta infraestructura a otro idioma (por ejemplo inglés), pues solo se necesita modificar archivos tipo DBASE para hacer las correcciones necesarias sin tocar una sola línea del código del sistema. Esta infraestructura está basada en la biblioteca NEWLIB para Clipper (8,1990) y las tablas (archivos) en que se basa se describen en la tabla 4.1.

NOMBRE DE LA TABLA	DESCRIPCIÓN
VISTA.DBF	En este archivo está contenida toda la información de las diferentes "vistas" que usa el sistema, es decir, el número de vista, archivos, índices y alias que se necesitan en las diversas opciones del sistema.
MENU.DBF	Se tiene la información necesaria para el mostrado y activación de los menús que usa el sistema: los niveles de menús, las opciones que muestra, donde los muestra (renglón, columna), la vista que debe abrirse, el proceso que se debe ejecutar y los parámetros que se debe pasar al proceso, así como una pequeña descripción relativa a cada opción del menú.
VENTANA.DBF	Se tiene toda la información relativa al mostrado y activación de las ventanas de captura y mostrado de información, como: "prompts", posición y ancho de columnas, el atributo (campo) de la tabla (archivo) que se mostrará o capturará, si el atributo es o no índice, el formato de captura, la validación de lo que se captura, etc.
PANTALLA.DBF	Se tiene toda la información relativa al mostrado y activación de las pantallas de captura que usa el sistema. Básicamente, es la misma información que la descrita para VENTANA.DBF, lo que varía es la forma en que se presenta la información.
AYUDA.DBF	Se tiene la información concerniente al mostrado y activación de las ayudas en línea que tiene el sistema.

**Tabla 4.1 Tablas que soportan la infraestructura del sistema**

#### 4.1 Descripción de las tablas de la infraestructura del sistema

A continuación se presenta una descripción de las tablas del sistema usado, indicándose el nombre del atributo dentro de la base de datos, el tipo de dato que contiene, su descripción y observaciones, así como los atributos que sirven de índices en las tablas.

##### TABLA: VISTA.DBF

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de las diferentes "vistas" que usa el sistema.

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
VI_VISTA	numeric(6,1)	Número único de la vista.
VI_ALIAS	character(8)	Alias con el cual se conoce dentro del sistema a todas las tablas y sus archivos de índice asociados.
VI_ARCHIVO	character(12)	Nombres físicos de cada una de las tablas (archivos) de una vista determinada, así como de sus índices.
VI_EXPR_VI	character(100)	Atributo usado para armar los índices de las tablas, el texto que aquí se coloca es el nombre de un atributo de una tabla o bien son instrucciones de Clipper para el armado de los índices. El texto de este atributo es expandido por un programa llamado INDEX.EXE.

##### Índices de VISTA.DBF

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE
VI_VISTA.NTX	VI_VISTA
VI_ALIAS.NTX	VI_ALIAS

Tabla 4.2 Contenido, descripción de atributos e índices de la tabla VISTA.DBF



**TABLA: MENU.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información de las diferentes opciones del menú del sistema.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
ME_MENU	numeric(4,0)	Número único de la opción del menú.
ME_NIVEL	numeric(1,0)	Parámetro que indica si se muestra o no la opción del menú de acuerdo al nivel de jerarquía que tenga la clave de acceso al sistema.
ME_PROMPT	character(60)	Texto de la opción del menú.
ME_MENSAJE	character(78)	Mensaje informativo acerca de la opción del menú.
ME_VISTA	numeric(7,1)	Vista que abrirá el sistema de menús de acuerdo a la opción seleccionada.
ME_PROCESO	character(10)	Proceso que activará el sistema de menús una vez activada la opción.
ME_PARAM	character(20)	Parámetros que le son pasados al proceso que activa el sistema de menús.

**Índice de MENU.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
ME_MENU.NTX	ME_MENU

**Tabla 4.3 Contenido, descripción de atributos e índice de la tabla MENU.DBF**

**TABLA: VENTANA.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información del mostrado y activación de las diferentes pantallas tabulares de captura y consulta que usa el sistema. La descripción que a continuación se presenta se decidió separarla en dos partes, una para describir la función de los diferentes atributos del archivo cuando es el registro inicial de una determinada "ventana" y otra, que presenta la descripción de los atributos cuando se trata de la visualización, consulta o captura de la información propiamente dicha.

**Descripción de los atributos del registro inicial de la tabla VENTANA.DBF para una determinada ventana:**

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
VE_VENTANA	numeric(5,0)	Número único por cada ventana que usa el sistema.
VE_COLUMNA	numeric(2,0)	Número de columna donde se coloca la posición del cursor al inicio de la activación de una ventana. Además indica si la ventana presenta o no un número secuencial por cada registro que se muestre. Si su valor es 1 no se muestran números de registros, si es 2 se muestra un solo dígito (del 1 al 9), si es tres se muestran dos dígitos (del 1 al 99), si es cuatro se muestran tres dígitos (del 1 al 999), etc.
VE_PROMPT	character(30)	Encabezado para reportes impresos.
VE_CAMPO	character(20)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_CAPTURA	character(15)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_INICIAL	character(10)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_FINAL	character(20)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_FORMATO	character(20)	Coordenadas de la ventana relativas a la pantalla, se deben proporcionar en el siguiente orden: renglón superior, columna superior derecha, renglón inferior, columna inferior izquierda.
VE_ESINDIC	logical	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_BUSQUED	logical	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.
VE_TIPO_AC	character(1)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.

**Tabla 4.4a Contenido y descripción de atributos del registro inicial de la tabla VENTANA.DBF**

Descripción de los atributos del registro inicial de la tabla VENTANA.DBF para una determinada ventana (Continuación):

VE_VALIDO	character(60)	Condición que se debe satisfacer para poder salir de la ventana.
VE_MENSAJE	character(90)	Mensaje que se mostrará en caso de no cumplirse la condición anterior.
VE_AYUDA	character(10)	Clave de la ayuda que puede mostrarse en caso de ser solicitada. Esta clave debe existir en archivo AYUDA.DBF.
VE_MUESTRA	character(60)	No tiene ninguna función en el registro inicial de una ventana.

**Tabla 4.4a Contenido y descripción de atributos (continuación) del registro inicial de la tabla VENTANA.DBF**

Descripción de los atributos de la tabla VENTANA.DBF en cualquier registro diferente al inicial:

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
VE_VENTANA	numeric(5,0)	Número único por cada ventana que usa el sistema.
VE_COLUMNA	numeric(2,0)	Número de columna donde comienza el encabezado, este valor es relativo al inicio de la ventana. Si su valor es cero indica que VE_CAMPO es un atributo de movimiento interno el cual no aparece y por lo tanto no se captura.
VE_PROMPT	character(30)	Encabezado que se mostrará en la parte superior de la columna correspondiente a VE_COLUMNA.
VE_CAMPO	character(20)	Nombre del atributo (campo) que se muestra o se captura, puede ser un atributo (campo) de una tabla (archivo) o una variable de memoria, en cuyo caso el nombre de la variable debe estar precedido por los caracteres "M->". En caso de que VE_CAMPO sea una variable de memoria, siempre debe mostrarse.
VE_CAPTURA	character(15)	Expresión que debe arrojar como resultado un valor booleano (True o False) que indica si se captura o no el atributo (campo). Pueden colocarse los caracteres ".T." para indicar que sí se captura el atributo (campo) o los caracteres ".F." para indicar que no se captura el atributo (campo), sin necesidad de tener alguna expresión.
VE_INICIAL	character(10)	Valor inicial de VE_CAMPO previo a su captura. El valor inicial es el valor previo a su captura que reciben los registros segundo y siguientes en una inserción. Este valor puede ser una expresión basada en el valor inmediato anterior capturado.
VE_FINAL	character(20)	Valor final de VE_CAMPO, solo se usa si VE_CAMPO no se captura. En caso de que VE_CAMPO sea una variable de memoria, siempre debe tener un valor final.

Tabla 4.5b Contenido y descripción de atributos de cualquier registro diferente al inicial de la tabla VENTANA.DBF

Descripción de los atributos de la tabla VENTANA.DBF en cualquier registro diferente al inicial (Continuación):

VE_FORMATO	character(20)	Formato con el que se captura el atributo (campo). Si el atributo (campo) es de tipo numérico, debe tener un formato, a menos que no se capture.
VE_ESINDIC	logical	Valor booleano que indica si el atributo (campo) es usado o no como índice.
VE_TIPO_AC	character(1)	Indica si VE_CAMPO es de tipo de agregado de datos. Si VE_TIPO_AC contiene una "S" indica que VE_CAMPO es sumatoria, si es "P" es promedio, uno o más caracteres en blanco indican que VE_CAMPO no es un agregado de datos. Si VE_CAMPO es una variable de memoria y es de tipo de agregado de datos, su valor final debe depender de otras sumatorias y/o promedios.
VE_VALIDO	character(60)	Expresión usada para la validación de la captura del atributo (campo). Esta expresión debe arrojar como resultado un valor booleano (True o False).
VE_MENSAJE	character(90)	Mensaje que se mostrará en caso de existir un error en la captura del atributo (campo), es decir, el resultado de VE_VALIDO fue falso.
VE_AYUDA	character(10)	Clave de la ayuda que puede mostrarse en caso de ser solicitada. Esta clave debe existir en el archivo AYUDA.DBF.
VE_MUESTRA	character(60)	Información o descripción opcional que puede mostrarse después de capturar el atributo (campo). Esta información se muestra en la parte inferior de la ventana.

#### Índice de VENTANA.DBF

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE
VE_VENT.NTX	VE_VENTANA

Tabla 4.5b Contenido, descripción de atributos de cualquier registro diferente al inicial (continuación) e índice de la tabla VENTANA.DBF

TABLA: PANTALLA.DBF

**Contenido:** Esta tabla contiene la información necesaria para el mostrado y activación de las pantallas de captura que usa el sistema.

NOMBRE DEL ATRIBUTO	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
PA_PANTALL	numeric(5,0)	Número único de la pantalla.
PA_LINEA	numeric(2,0)	Número de línea donde se colocará el texto a capturar. Si es cero indica que PA_CAMPO es un atributo (campo) de movimiento interno el cual no aparece y por tanto no se captura.
PA_COLUMNA	numeric(2,0)	Número de columna donde comenzará el texto a capturar. Si es cero indica que PA_CAMPO es un atributo (campo) de movimiento interno el cual no aparece y por tanto no se captura.
PA_PROMPT	character(70)	Texto que indica lo que se debe capturar.
PA_CAMPO	character(20)	Nombre del atributo (campo) a capturar, puede ser un atributo (campo) de una tabla (archivo) o una variable de memoria, en cuyo caso el nombre de la variable debe estar precedido por los caracteres "M->".
PA_INICIAL	character(11)	Valor inicial de PA_CAMPO previo a su captura, debe ser una constante.
PA_FINAL	character(100)	Valor final de PA_CAMPO posterior a su captura, implica que el campo no se captura. Si PA_CAMPO es una variable de memoria que no se captura debe tener valor final. Si PA_CAMPO es un atributo (campo) de archivo que no se captura también debe tener valor final.
PA_FORMATO	character(15)	Formato con el que se capturará el atributo (campo). Si el atributo (campo) a capturar es numérico, el formato es obligatorio, a menos que no se capture, pues forzosamente deberá tener valor final.
PA_VALIDO	character(162)	Expresión usada para la validación de la captura del atributo (campo). Esta expresión debe arrojar como resultado un valor booleano (True o False).
PA_MENSAJE	character(80)	Mensaje que se mostrará en caso de existir un error en la captura del atributo (campo), es decir, el resultado de PA_VALIDO fue falso.

Tabla 4.6a Contenido y descripción de atributos de la tabla PANTALLA.DBF

TABLA: PANTALLA.DBF (Continuación)

PA_AYUDA	character(10)	Clave de la ayuda que puede mostrarse en caso de ser solicitada. Esta clave debe existir en archivo AYUDA.DBF.
PA_LIN_MUE	numeric(2,0)	Número de la línea donde se mostrará alguna información o descripción después de capturar el atributo (campo), si es cero, indica que no se muestra nada.
PA_COL_MUE	numeric(2,0)	Número de la columna donde se mostrará alguna información o descripción después de capturar el atributo (campo), si es cero, indica que no se muestra nada.
PA_MUESTRA	character(150)	Información o descripción que se mostrará en las coordenadas dadas por PA_LIN_MUE y por PA_COL_MUE (si es que no fueron cero), después de capturar el atributo (campo).
PA_TECLEA	character(65)	Información que puede ser generada internamente y no se teclea, por ejemplo un comienzo de línea (CR + LF) después de capturar algún atributo (campo).

## Índice de PANTALLA.DBF

NOMBRE DEL ARCHIVO	ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE
PA_PANT.NTX	PA_PANTALL

Tabla 4.6b Contenido, descripción de atributos (continuación) e índice de la tabla PANTALLA.DBF

**TABLA: AYUDA.DBF**

**Contenido:** Esta tabla contiene la información necesaria para el mostrado y activación de las ayudas en línea que es capaz de mostrar el sistema en sus diferentes opciones de menú, de consulta y de actualización de datos.

<b>NOMBRE DEL ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE DATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
AY_AYUDA	character(20)	Clave de la ayuda.
AY_PROMPT	character(38)	Encabezado de la ventana de ayuda.
AY_TEXTO	memorándum	Texto de la ayuda.

**Índice de AYUDA.DBF**

<b>NOMBRE DEL ARCHIVO</b>	<b>ATRIBUTO QUE SIRVE DE ÍNDICE</b>
AY_AYUDA.NTX	AY_AYUDA

**Tabla 4.7 Contenido, descripción de atributos e índice de la tabla AYUDA.DBF**



## CAPÍTULO V

### LA BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA Y EL “ARCHIVO ESTÁNDAR DE ACELERACIÓN”

*La Geometría existe, como dijo un filósofo, en todas partes.  
Es preciso, sin embargo, tener ojos para verla,  
inteligencia para comprenderla y alma para admirarla.*

*Malba Tahan (en su obra “El Hombre que Calculaba (Beremiz Samir)”)*

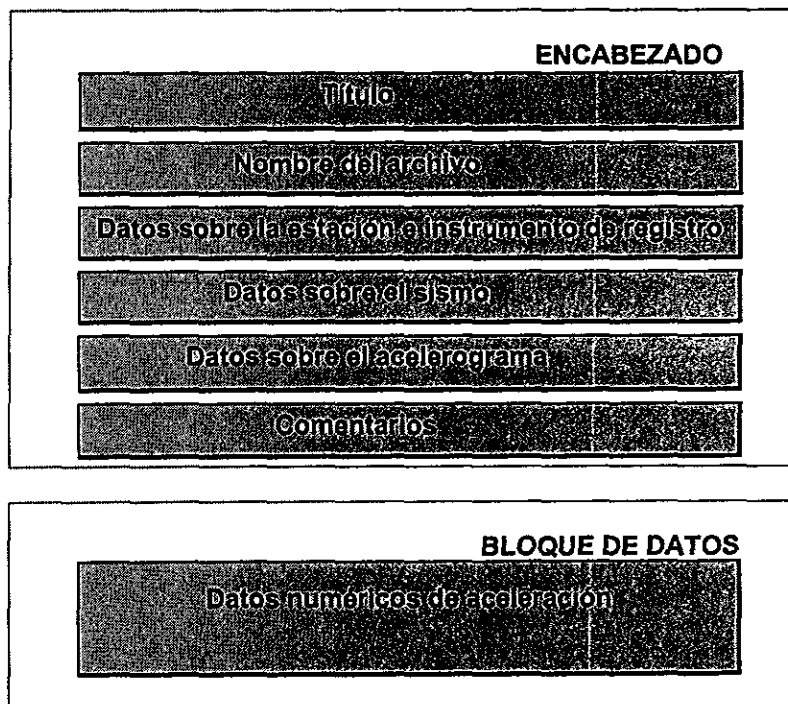
Como se mencionó en la introducción, los registros acelerográficos producidos desde 1961 a la fecha han sido obtenidos en muy diversos formatos que han hecho difícil el intercambio y procesamiento de la información. Por tanto, uno de los objetivos de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes fue crear un gran banco de datos con los acelerogramas producidos como series de tiempo, en un formato único y estándar para poder diseminarlos a través de discos compactos y la red Internet. Para poder llevar a cabo esta parte del proyecto, se decidió diseñar un formato que pudiera ser adoptado por las diversas instituciones como su estándar (23, 1996). Asimismo, se desarrollaron varios programas especiales para poder transformar y convertir los archivos originales (nativos) de aceleración al formato estándar (21, 1996). Es importante resaltar que en los pasados 37 años se han utilizado más de 20 tipos de acelerógrafos (ver anexo B), cada uno produciendo un acelerograma con un formato distinto. En este capítulo se describirá de forma general el formato del archivo estándar de aceleración y su relación con la base de datos presentada.

#### 5.1 Estructura del “Archivo Estándar de Aceleración”

El Archivo Estándar de Aceleración es una parte fundamental de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes. Este es un archivo de texto con caracteres ASCII estándar y como tal puede desplegarse fácilmente y modificarse con cualquier editor del texto. Asimismo puede comprimirse eficientemente, preservando espacio en disco y facilitando su transportación a otros equipos de cómputo.

Este formato estándar se escogió básicamente por su universalidad y fácil manejo. Como se verá a continuación, el archivo es autoexplicativo y no requiere por parte del usuario ninguna información adicional para su interpretación y el manejo de los datos. Debe mencionarse que las principales instituciones de investigación que operan redes de acelerógrafos en México han acordado apoyar esta estandarización de los archivos de aceleración y han convenido en producir de ahora en adelante sus datos en este nuevo formato. Además varios fabricantes de instrumentos en principio también han accedido en desarrollar utilerías especiales para generar directamente archivos en este formato (26, 1996).

La estructura general del Archivo Estándar de Aceleración se muestra en la figura 5.1



**Fig 5.1 Estructura del Archivo Estándar de Aceleración**  
 [Figura tomada de (23,1996)]

Como se puede apreciar en esta figura, la estructura del archivo estándar de aceleración se divide básicamente en dos bloques: un encabezado y un bloque de los datos numéricos de aceleración.

A continuación se presenta una breve descripción de los bloques que conforman el archivo estándar de aceleración (23,1996):

**ENCABEZADO:** Constituido por las primeras 109 líneas del archivo, contiene los siguientes datos:

**Título:** Datos de identificación de la institución responsable, su nombre, dirección, teléfonos, etc. (líneas de la 1 a la 6).

**Nombre del archivo:** Nombre del archivo, versión del formato, fecha y hora de su creación, así como la referencia al catálogo general de acelerogramas (número del registro y página), si ésta existe (líneas 7 a la 11).

**Estación e instrumento:** Incluye una breve descripción de la estación, su nombre, clave única, dirección y localización (coordenadas), altitud, tipo de suelo e institución a cargo de su operación. Con respecto al instrumento se especifican los siguientes datos: modelo, número de serie, número de canales, orientación, tasa de muestra, rango de escala completa, frecuencia natural, amortiguamiento, intervalo de muestreo, umbral de disparo para cada canal, memoria del preevento y tiempo de posevento (líneas 15 a 55).

**Datos sobre el sismo:** Este bloque incluye la fecha y tiempo de origen (GMT) del evento que produjo el acelerograma, magnitud, localización (coordenadas) del epicentro, profundidad focal y la fuente que proporcionó esta información (líneas 56 a 66).

**Datos sobre el acelerograma:** Se especifican el tiempo (GMT) de la primer muestra y su exactitud, duración del registro, número total de muestras, valor máximo de aceleración (en gal, o  $\text{cm/s}^2$ ) para cada canal junto con la muestra en que ocurrió, el factor de decimación utilizado y por último la especificación del formato tipo FORTRAN utilizado para los valores numéricos (líneas 67 a 88).

**Comentarios:** Esta parte del encabezado puede utilizarse para comentarios sobre los datos del acelerograma como por ejemplo la calidad del registro, método de procesamiento, filtrado o alguna información adicional pertinente al registro o al sismo (líneas 89 a 99).

**BLOQUE DE DATOS:** Constituido por las líneas números 110 en adelante, contiene la siguiente información:

**Datos de la aceleración:** Esta es la parte principal del archivo. Contiene los valores numéricos de aceleración de hasta 12 canales. Cada línea corresponde a una muestra. Las series de datos están organizadas por columnas, cada una con un campo fijo de 10 caracteres y con un formato como el especificado en el encabezado (por ejemplo 3F10.2, que establece tres números reales de 10 caracteres, 7 para la parte entera y 2 decimales).

En la siguiente sección se presenta un ejemplo del contenido del encabezado de un archivo estándar de aceleración, señalándose la información que puede ser obtenida directamente de las diferentes tablas de la base de datos.

Una descripción detallada del contenido de cada una de las líneas que componen el archivo estándar de aceleración, se da en el anexo C.

### 5.2 Ejemplo de un "Archivo Estándar de Aceleración"

En la figura 5.2 se presenta un encabezado completo de un archivo estándar de aceleración. Los datos no corresponden a un registro real, se escogieron sólo para ilustrar el formato. Cada línea del archivo comienza en la columna 1. Los números de línea y las marcas que los anteceden en algunos casos, sólo se muestran como referencia (23,1996)

```

      columna 1                columna 40                columna 80
      |-----|                |-----|                |-----|
1. *****
2.                               INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM
3.                               Coordinacion de Instrumentacion Sismica
4.                               Ciudad Universitaria, Apartado Postal 70-472, Mexico, D.F.
5.                               Tel. (52-5) 622-3413,           Fax. (52-5) 616-1514
6. *****
7. ARCHIVO ESTANDAR DE ACELERACION:
* 8. VERSION DEL FORMATO           : 2.0
* 9. NOMBRE DEL ARCHIVO            : COPL9509.141
* 10. FECHA Y HORA DE CREACION     : 18 de Sept. 1995/14:38:13
* 11. REF. CATALOGO ACELEROGRAMAS, SMIS 1995 : NUM. REG. 1355/PAG. 146
12.
13.
14. -----
15. DATOS DE LA ESTACION:
# 16. NOMBRE DE LA ESTACION        : COPALA
# 17. CLAVE DE LA ESTACION        : COPL
# 18. LOCALIZACION DE LA ESTACION : Escuela Primaria Federal
# 19.                             : "Otilio Montaño"
# 20.                             : Copala, Guerrero
# 21.                             :
# 22.                             :
# 23. COORDENADAS DE LA ESTACION  : 16.605 LAT. N
# 24.                             : 98.974 LONG. W
# 25. ALTITUD (msnm)              : 40
# 26. TIPO DE SUELO               : Granito gneiss intemperizado
# 27.                             :
# 28.                             :
# 29. INSTITUCION RESPONSABLE     : Instituto de Ingenieria, UNAM
# 30.                             : Coordinacion de Instrumentacion
31.
32. -----
33. DATOS DEL ACELEROGRAFO:
**34. MODELO DEL ACELEROGRAFO     : DCA-333
**35. NUMERO DE SERIE DEL ACELEROGRAFO : 201
**36. NUMERO DE CANALES           : 3
# 37. ORIENTACION C1-C6 (rumbo;orientacion) : /V/N90E/N00E
* 38. ORIENTACION C7-C12 (rumbo;orientacion) :
**39. VEL. DE MUESTREO, C1-C6 (muestras/s) : /100/100/100
* 40. VEL. DE MUESTREO, C7-C12 (muestras/s) :
* 41. ESC. COMPLETA DE SENSORES, C1-C6, (g) : /2.00/2.00/2.00
* 42. ESC. COMPLETA DE SENSORES, C7-C12, (g) :
* 43. FREC. NAT. DE SENSORES, C1-C6, (Hz)   : /30.0/30.0/30.0
* 44. FREC. NAT. DE SENSORES, C7-C12, (Hz)  :
* 45. AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, C1-C6    : /0.71/0.72/0.78
* 46. AMORTIGUAMIENTO DE SENSORES, C7-C12   :
**47. INTERVALO DE MUESTREO, C1-C6, (s)     : /0.01/0.01/0.01
* 48. INTERVALO DE MUESTREO, C7-C12, (s)    :
* 49. UMBRAL DE DISPARO, C1-C6, (Gal)       : /3/3/3
* 50. UMBRAL DE DISPARO, C7-C12, (Gal)      :
* 51. MEMORIA DE PREEVENTO (s)              : 3.62
* 52. TIEMPO DE POSEVENTO (s)               : 15
53.
54.

```

Fig 5.2 Ejemplo de un archivo con el formato estándar, versión 2.0  
 [Figura tomada de (23,1996)]

```

55. -----
56. DATOS DEL SISMO:
# 57. FECHA DEL SISMO (GMT)           : 14 de septiembre 1995
# 58. HORA EPICENTRO (GMT)           : 14:04:31
# 59. MAGNITUD (ES)                   : /Mb=6.5/Ms=7.2/Mw=7.4
# 60. COORDENADAS DEL EPICENTRO      : 16.830 LAT. N
# 61.                                : 98.647 LONG. W
# 62. PROFUNDIDAD FOCAL (km)         : 21
# 63. FUENTE DE LOS DATOS EPICENTRALES : Instituto de Geofisica, UNAM
# 64.                                : Servicio Sismologico Nacional
65. -----
66. -----
67. DATOS DE ESTE REGISTRO:
**68. HORA DE LA PRIMERA MUESTRA (GMT) : 14:04:32.25
**69. EXACTITUD DEL TIEMPO (s)         : 0.01
* 70. DURACION DEL REGISTRO (s), C1-C6 : /63.15/63.15/63.15
* 71. DURACION DEL REGISTRO (s), C7-C12 :
* 72. NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C1-C6    : /6315/6315/6315
* 73. NUM. TOTAL DE MUESTRAS, C7-C12  :
* 74. ACEL. MAX. (Gal), C1-C6         : /46.42/68.91/77.04
* 75. ACEL. MAX., C1-C6, EN LA MUESTRA : /1246/1326/1223
* 76. ACEL. MAX. (Gal), C7-C12       :
* 77. ACEL. MAX., C7-C12, EN LA MUESTRA :
* 78. UNIDADES DE LOS DATOS           : Gal (cm/s/s)
* 79. FACTOR DE DECIMACION            : 1
* 80. FORMATO DATOS (FORTRAN,10 campos/dato) : 3F10.2
81.
82.
83. -----
84. CALIDAD DEL ACELEROGRAMA:
# 85. Registro digital completo. Tiempo absoluto correcto
# 86.
# 87.
88. -----
89. COMENTARIOS:
90. El sismo que genero este acelerograma produjo daños significativos en los pobla-
91. dos de San Luis Acatlan, Axoyu, Igualapa y Ometepec en la Costa Chica. Cerca de
92. 50 personas resultaron lesionadas. El sismo fue sentido fuertemente en la ciudad
93. de Mexico en donde solo provoco daños menores.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103. -----
104. -----
105. DATOS DE ACELERACION:
106. -----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
107. CANAL-1  CANAL-2  CANAL-3  CANAL-4  CANAL-5  CANAL-6  CANAL-7  CANAL-8
*108.      V      N90E      N00E
109. -----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
*110.      0.06      0.04      0.03
*111.      0.06      0.04      0.03
*112.     -0.42     -0.44      0.03

```

**Fig 5.2 Ejemplo de un archivo con el formato estándar, versión 2.0 (Continuación)**  
**[Figura tomada de (23,1996)]**

**Observaciones:**

- La información de las líneas marcadas con un (#) puede ser obtenida directamente de las tablas de la base de datos.
- La información de las líneas marcadas con un (\*) puede ser obtenida directamente durante el proceso de conversión del archivo binario original al ASCII estándar.

### **5.3 La base de datos acelerográfica y su relación con el “Archivo Estándar de Aceleración”**

Conforme al contenido de las líneas de datos del encabezado del archivo estándar de aceleración (ver figura 5.2 y anexo C), podemos clasificar los siguientes grupos de datos de acuerdo a la forma en que pueden obtenerse:

- 35 líneas de datos pueden obtenerse directamente de las tablas de la base (números 11, 16 a la 30, 34 a la 37, 39, 47, 57 a la 64, 68, 69, 85 a la 87)
- 35 líneas de datos pueden obtenerse durante el proceso de conversión del archivo binario original al ASCII estándar (números 8, 9, 10, 34 a la 36, 38 a la 52, 68 a la 80 y 108)
- 20 líneas contienen caracteres de separación o son títulos fijos (números 1, 6, 7, 14, 15, 32, 33, 55, 56, 66, 67, 83, 84, 88, 89, 104 a la 107 y 109)
- 12 líneas están en blanco o son para usos futuros (números 12, 13, 31, 53, 54, 65, 81, 82, 100 a la 103)
- 10 líneas son para comentarios (números 90 a la 99)
- 4 líneas contienen la información de cada institución (números 2 a la 5)
- 7 líneas pueden obtenerse tanto de la base como del proceso de conversión del archivo binario original al archivo estándar de aceleración (números 34 a la 36, 39, 47, 68 y 69)

Como puede observarse de la anterior distribución, el número de datos que pueden obtenerse directamente de la base están en el rango de 28 a 35, dependiendo si los datos de las 7 líneas enumeradas anteriormente son tomados del proceso de conversión del archivo binario original al archivo estándar de aceleración o de la propia base.

Así pues, aproximadamente del **25.7%** (28/109) al **32%** (35/109) del total de los datos de las líneas que constituyen el encabezado de los archivos estándar de aceleración pueden obtenerse directamente de la base de datos.

Sin embargo, si no tomamos en cuenta las líneas en blanco o para uso futuro, las líneas con caracteres de separación, las líneas con títulos fijos, las líneas de comentarios y las líneas de la información de cada institución, quedan 63 líneas con los datos necesarios para la interpretación y procesamiento del archivo estándar, por lo tanto, la información de la base puede proporcionar entre el **44.44%** (28/63) y el **55.55%** (35/63) del total de estos datos.

Como puede observarse de la anterior descripción, muchos de los datos del encabezado del archivo estándar de aceleración pueden obtenerse directamente de la base acelerográfica descrita en los capítulos anteriores, lo cual aparte de permitir que haya *congruencia* de los datos de los archivos estándar de aceleración con las tablas de la base de datos, facilitan enormemente la localización de los registros que se necesitan,

pues las búsquedas bajo diversas llaves o índices se pueden hacer sobre la base de datos y no sobre los propios archivos estándar, permitiendo programar un sistema de búsquedas de acuerdo a las necesidades que se tengan.

## CAPÍTULO VI

### OPERACIÓN DEL SISTEMA

*In quezquichacauh maniz cemanahuatl  
ayc polliuz in iteryo in itahuca  
in Mexico Tenochtitlan.*

*(En tanto permanezca el mundo  
no acabará la gloria y la fama  
de Mexico Tenochtitlan.)*

#### 6.1 Descripción del árbol de menús del sistema

La infraestructura actual del sistema de la base acelerográfica permite el mantenimiento de todas las tablas del sistema, así como su consulta tanto en pantalla como en forma impresa.

El mantenimiento consiste en la posibilidad de insertar nuevos registros, así como el borrado o la modificación de los ya existentes. La forma de operar el sistema es mediante la selección de diferentes opciones de menús que se presentan al usuario una vez activado éste. Algunas de las opciones conducen a otros niveles de menús (submenús) y otras son procesos terminales. A esta forma de organizar el sistema se le conoce como árbol de menús, ya que las diferentes opciones nos conducen a otras ramas del árbol (submenús) o a hojas del mismo (procesos terminales).

La estructura detallada del árbol de menús se muestra en las figuras 6.1 a la 6.6. En estas figuras podemos apreciar el conjunto completo de opciones con que cuenta el sistema, aquellas opciones que no tienen ramificaciones son los procesos terminales que nos llevan a efectuar la opción pedida, por ejemplo consultar el catálogo de sismos, dar una alta (inserción) al catálogo de acelerogramas, modificar datos a cualquiera de los catálogos, etc.

Como puede apreciarse en las figuras antes mencionadas, todos los nombres de las diferentes opciones del árbol de menús son autoexplicativos y además como se verá en la siguiente sección, cuentan con textos de ayuda que permiten utilizar el sistema de una forma ágil y sencilla.



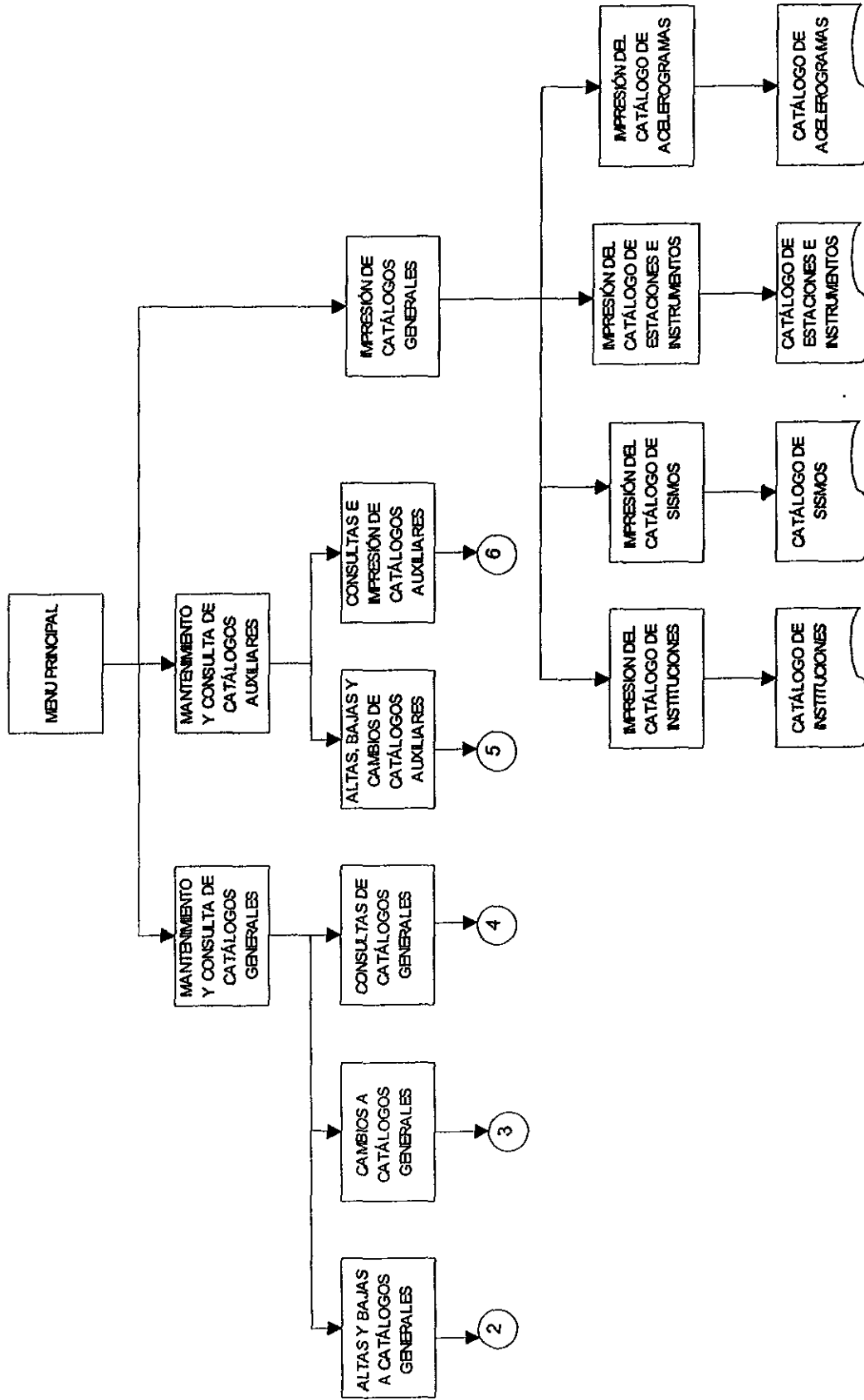


Fig 6.1 BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (1)

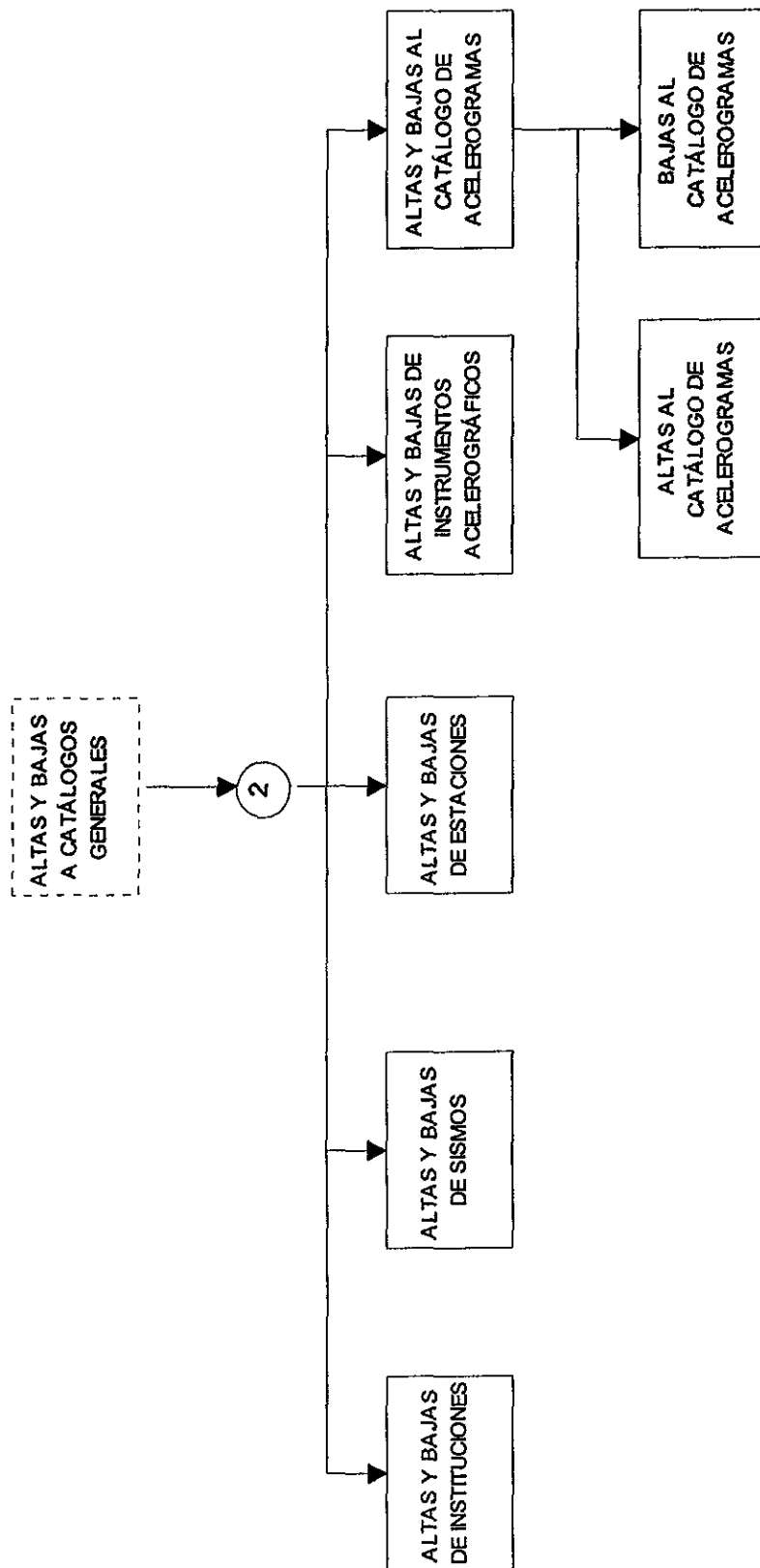


Fig 6.2 BASE DE DATOS ACCELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (2)

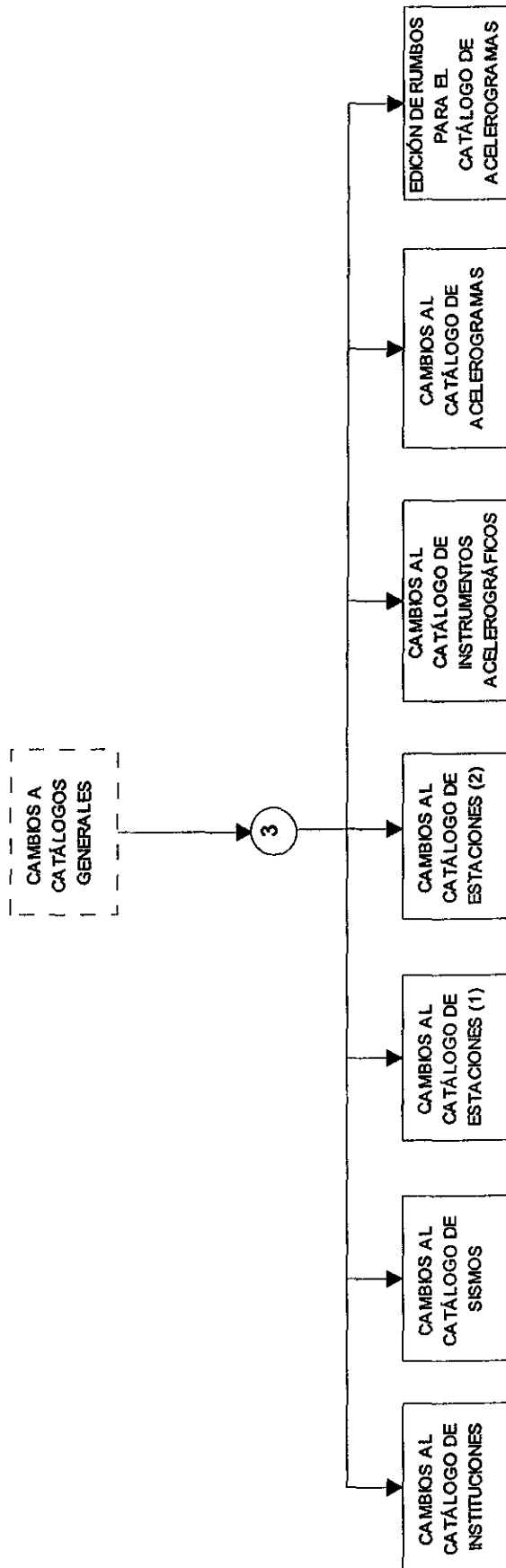


Fig 6.3 BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (3)

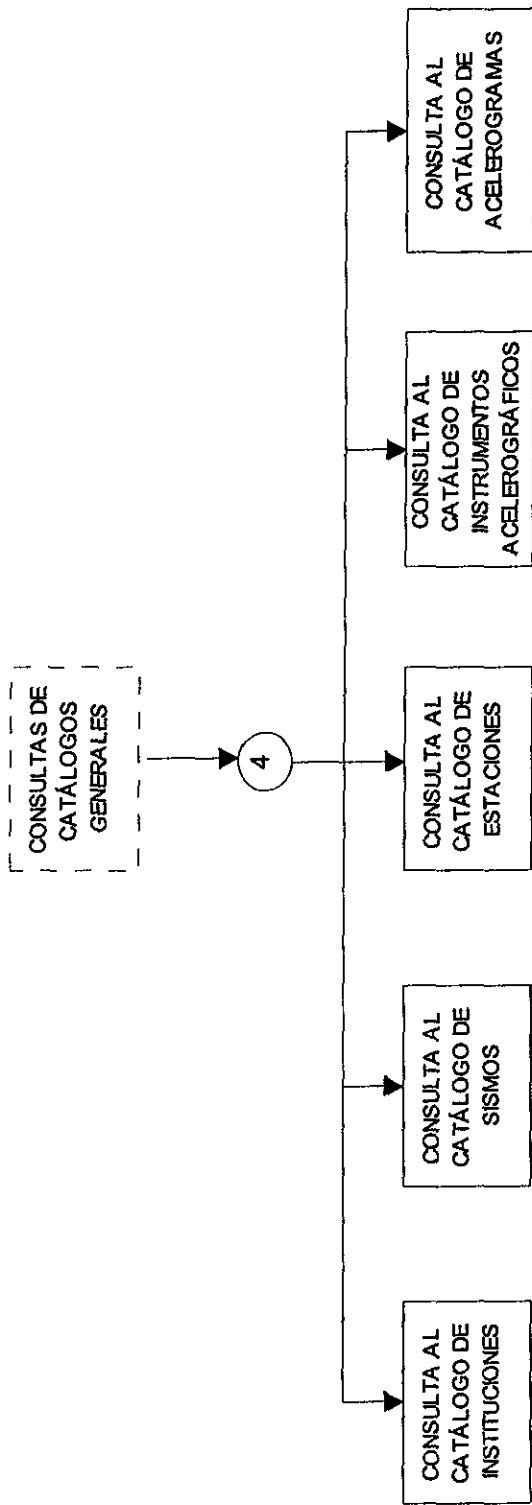


Fig 6.4 BASE DE DATOS ACCELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (4)

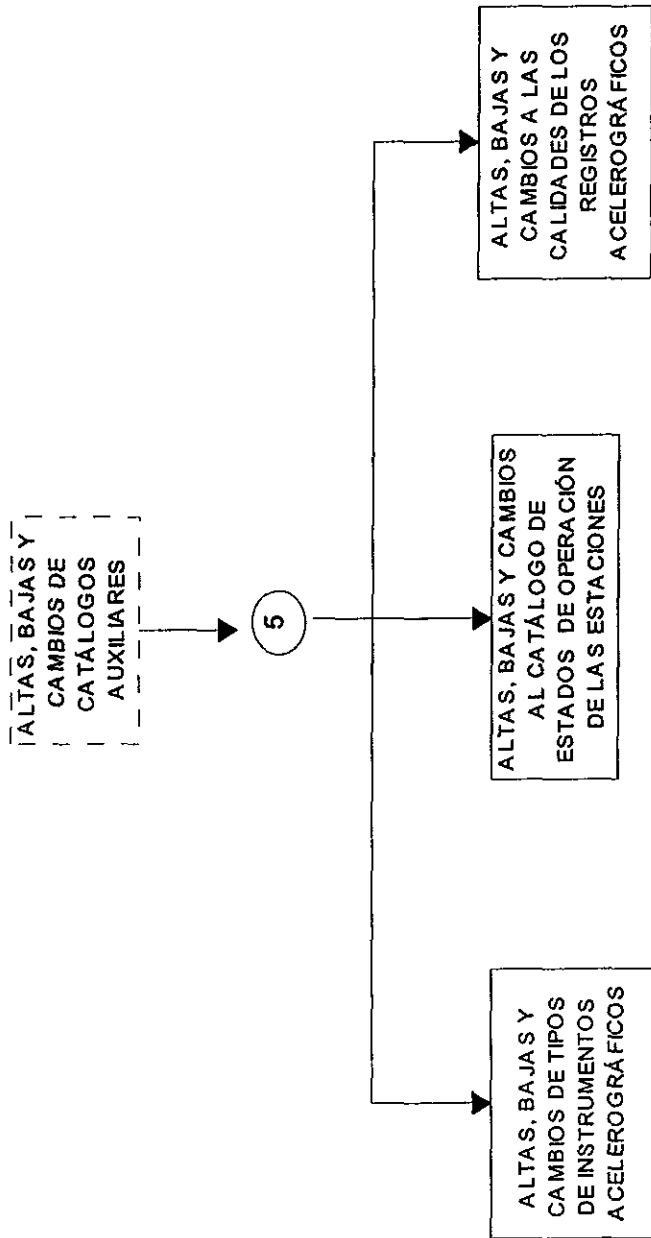


Fig 6.5 BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (5)

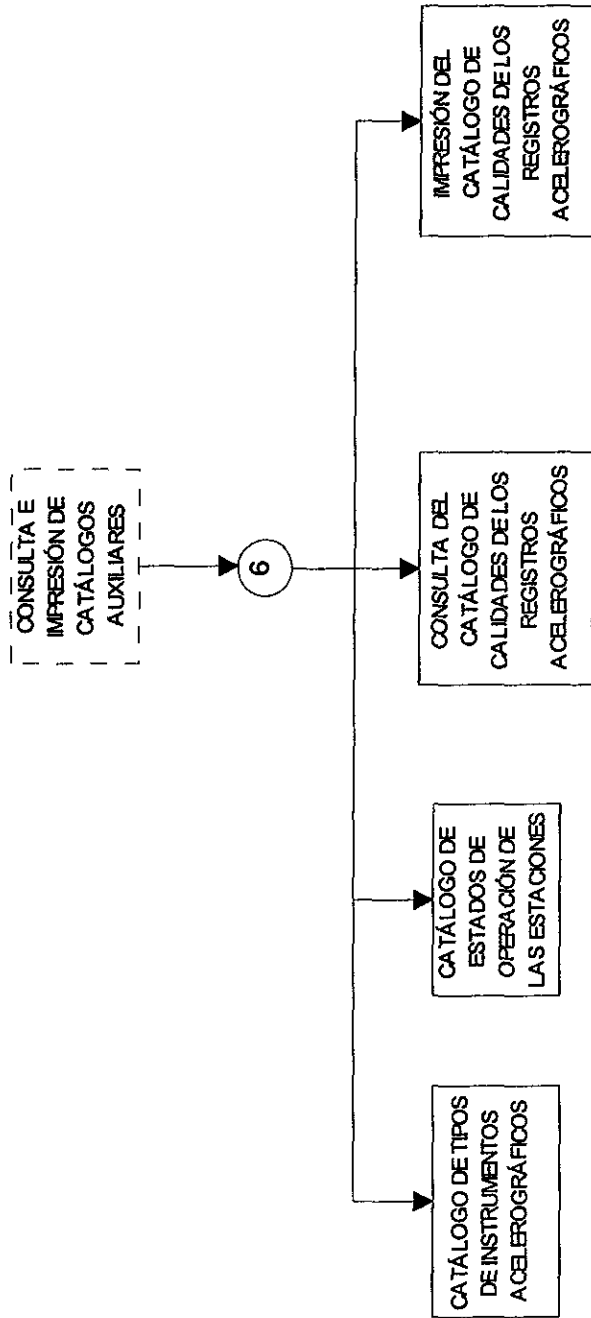


Fig 6.6 BASE DE DATOS ACELEROGRÁFICA  
Árbol de Menús del Sistema (6)

## 6.2 Descripción de los tipos de pantallas que usa el sistema

De acuerdo a lo descrito en el capítulo IV: "Infraestructura del sistema" y una vez presentadas las diversas opciones del árbol de menús del sistema, a continuación se describirán los diferentes tipos de pantallas que se muestran durante la operación del mismo. Los tipos de pantallas se clasifican de acuerdo a su uso, teniéndose:

- \* Pantallas de mostrado de menús
- \* Pantallas de mostrado de ayudas
- \* Pantallas de captura en forma tabular (comúnmente denominadas ventanas de captura)
- \* Pantallas de consulta en forma tabular (comúnmente denominadas ventanas de consulta)
- \* Pantallas de captura por campos de un registro

### 6.2.1 Pantallas de mostrado de menús

Cada opción de un menú se muestra con un encabezado en la parte superior de la pantalla que presenta el nombre del sistema y la fecha actual, el título del menú de que se trata, un breve texto de como activar las opciones de ese menú y los textos propios de cada opción precedidos por un número. Asimismo se presenta un texto debajo de las opciones que explica brevemente la acción que efectuará esa opción. En la figura 6.7 se ilustra la pantalla del "MENÚ PRINCIPAL" del sistema y en la figura 6.8 se muestra un ejemplo de un submenú, en este caso el correspondiente al "MANTENIMIENTO Y CONSULTA DE CATÁLOGOS GENERALES".

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL 23/SEP/96                      CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM
---

#### MENU PRINCIPAL

Seleccione la opción deseada o teclee ESC para terminar

1. Mantenimiento y Consulta de Catálogos Generales
2. Mantenimiento y Consulta de Catálogos Auxiliares
3. Impresión de Catálogos Generales

Altas, Bajas, Cambios y Consultas a catálogos generales del sistema

Fig 6.7 "MENÚ PRINCIPAL" del sistema

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL  
23/SEP/96 CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM

MANTENIMIENTO Y CONSULTA DE CATALOGOS GENERALES

Seleccione la opción deseada o teclee ESC para terminar

1. Altas y Bajas a Catálogos Generales
2. Cambios a Catálogos Generales
3. Consulta de Catálogos Generales

Altas y Bajas a Instituciones, Sismos, Estaciones, Aparatos y Acelerogramas

**Fig 6.8 Ejemplo de un submenú: "MANTENIMIENTO Y CONSULTA DE CATÁLOGOS GENERALES"**

La forma de navegar entre las diferentes opciones que presenta un menú es mediante las teclas de flecha hacia arriba (↑) o flecha hacia abajo (↓), y la forma de seleccionar una opción es situándose sobre el texto de la misma y oprimiendo la tecla de "Enter" (↵) o bien oprimiendo el número que aparece a la izquierda de la opción. En las figuras 6.7 y 6.8 el texto resaltado en fondo negro indica la opción que se tiene seleccionada en ese momento.

### 6.2.2 Pantalla de mostrado de ayudas

En todo momento se tiene disponible una ayuda en línea que es sensible al contexto en que se esté, es decir, puede desplegarse una ayuda tanto en submenús como en procesos terminales. Esta ayuda es desplegada cuando se oprime la tecla F1 y se muestra en la pantalla como un recuadro en la parte derecha de la misma, el cual tiene un encabezado, un cuerpo de texto que describe las acciones que se deben efectuar de acuerdo al contexto y un renglón en la parte inferior que describe brevemente como navegar en el recuadro de ayuda. En la figura 6.9 se ilustra un ejemplo de ayuda titulado: "COMO ACTIVAR UNA OPCION" del menú.



COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL  
24/SEP/96 CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM

MANTENIMIENTO Y CONSULTA DE CATALOGOS AUXILIARES

Seleccione la opción deseada o teclee

1. Altas, Bajas y Cambios a Catálogo
2. Consulta e Impresión de Catálogo

Altas, Bajas y Cambios a los catálogos

COMO ACTIVAR UNA OPCION

Oprima el número de la opción deseada (del 1 al 9), o bien, seleccione la opción y oprima ENTER.

Para regresar al menú anterior oprima ESC.

Para seleccionar una opción use las siguientes teclas.

- Flecha hacia abajo o a la derecha: pasa a la siguiente opción.
- Flecha hacia arriba o a la izquierda: pasa a la opción anterior.

↓,↑=Línea PGDN,PGUP=Página ESC=Fin

Fig 6.9 Ejemplo de mostrado de ayuda: "COMO ACTIVAR UNA OPCION DEL MENU"

### 6.2.3 Pantallas tabulares de captura y consulta (ventanas)

Como se indicó anteriormente, algunas opciones de los diferentes menús llevan a procesos terminales en los cuáles se puede efectuar el mantenimiento de los catálogos o la impresión de los mismos. El mantenimiento puede llevarse a cabo mediante dos tipos de pantallas: pantallas de captura en forma tabular, a las que se llamarán "ventanas" de captura o por medio de pantallas de captura por campos de un registro, las que se denominarán simplemente "pantallas" de captura.

La "ventana" es un despliegue de la información en forma tabular que muestra la información en columnas con un encabezado en la parte superior de cada columna que describe la información que contiene. Las "ventanas" pueden usarse en modo de captura o en modo de consulta. Como su nombre lo indica, en modo de captura permiten la inserción, modificación o borrado de la información y en el modo de consulta solo puede mostrarse la información pero no se puede modificar su contenido. En cualquiera de los dos modos de uso de una "ventana", la información puede ordenarse bajo diferentes "llaves" o índices que hacen más fácil la obtención de la información buscada. Por citar un ejemplo, el catálogo de estaciones puede ser ordenado y consultado por la clave de las instituciones, por la clave única de las estaciones, por la clave interna de las estaciones (la clave que cada institución tiene para sus estaciones), por los estados de operación que pueden tener las estaciones, etc. Una vez ordenada la información, el encabezado de la columna que sirve de índice se resalta para distinguirla de las demás columnas (una descripción de todos los índices (llaves) con que cuentan las tablas del sistema se puede encontrar en el capítulo III: "Diseño y descripción del sistema como base de datos").

Cuando se insertan o modifican datos, pueden usarse formatos para la captura de los mismos, así como filtros que nos permitan verificar la integridad de la información. Otra característica de la captura de información por medio de "ventanas" consiste en los campos tipo "memorándum" que se usan para poder insertar texto libre. En la parte inferior de la ventana siempre hay un texto breve que indica las teclas que pueden usarse para navegar en la misma.

En la figura 6.10 se presenta un ejemplo de una "ventana" de captura, en la cual se están modificando datos de una institución en un campo tipo "memorándum" que contiene la información de la dirección de la institución.

En la figura 6.11 se muestra un ejemplo de una "ventana" de "CONSULTA AL CATÁLOGO DE ACELEROGRAMAS" en la que la información se presenta ordenada por la fecha de ocurrencia (la columna "FECHA" está resaltada)

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL 24/SEP/96 CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM						
ALTAS Y BAJAS DE INSTITUCIONES						
#	VE	SIGLAS	NOMBRE	DIRECCION	TEL. Y FAX	RESPONSABLES
1	BS	CIRES	CENTRO DE IN	ANAXAGORAS NUM.	TEL.: 687-45-	DIRECTOR: ING. J
2	CC	CICESE	CENTRO DE IN	KILOMETRO 107,	TEL.: (91-617	RESPONSABLE DE LA
3	CP	CENAPRED	CENTRO NACI	DIRECCION		DIRECTOR: DR. R
4	FE	CFE - GI	GERENCIA DE	AV. DELFIN MADRIGAL 565 COL. PEDREGAL DE SANTO DOMINGO CP 04360 MEXICO, D.F.		GERENTE: ING. ED
5	FI	FICA	FUNDACION I			EN GUADALAJARA:
6	GD	I de I-G	INSTITUTO D			COORDINACION DEL
7	II	I de I-U	INSTITUTO D			
8	LT	TLA	TORRE LATIN			
9	MI	UMSNH	UNIVERSIDAD			
10	PU	UAP	BENEMERITA		RESPONSABLE DE LA	
11	RI	RISS	RED INTERUN		RESPONSABLE EN MI	
12	WT	WTC - GU	WORLD TRADE	HOTEL DE MEXICO		
12 F1=Ayuda CTRL-←=Siguiete campo ESC=Cancela						

Fig 6.10. Ejemplo de ventana de captura, borrado y modificación de la información de la base: "ALTAS Y BAJAS DE INSTITUCIONES"

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL 26/SEP/96 CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM													
CONSULTA AL CATALOGO DE ACELEROGRAMAS													
#	EST.	FECHA	#E	AC	$\lambda(t)$	# MUEST	ACEL C1	ACEL C2	ACEL C3	INS	CA	PREC	R
499	CARI	19/09/85	1	KS	0.010	5987	50.24	40.78	89.38	FE	J	0.00	A
500	IN12	19/09/85	1	T1	0.020	6002	379.36	294.65	294.60	FE	A	0.00	A
501	IN12	19/09/85	2	T1	0.010	1521	13.94	9.66	12.46	FE	A	0.00	A
502	IN12	19/09/85	3	T1	0.010	1556	22.58	5.61	9.20	FE	A	0.00	A
503	IN12	19/09/85	4	T1	0.010	1451	12.31	4.83	6.48	FE	A	0.00	A
504	IN12	19/09/85	5	T1	0.010	1500	22.20	17.00	13.13	FE	A	0.00	A
505	IN12	19/09/85	6	T1	0.010	1443	11.52	8.02	7.93	FE	A	0.00	A
506	IN12	19/09/85	7	T1	0.010	1507	12.05	11.47	14.28	FE	A	0.00	A
507	IN12	19/09/85	8	T1	0.010	1690	16.57	9.78	10.77	FE	A	0.00	A
508	INMD	19/09/85	1	KS	0.020	2847	134.06	77.51	85.31	FE	J	0.00	A
509	VILC	19/09/85	1	KS	0.020	3809	305.39	297.10	696.17	FE	J	0.00	A
510	VILC	19/09/85	2	KS	0.010	927	8.20	7.08	13.20	FE	J	0.00	A
7915 F1=Ayuda Imprime ESC=Termina													

Fig 6.11 Ejemplo de ventana de consulta: "CONSULTA AL CATÁLOGO DE ACELEROGRAMAS"

### 6.2.4 Pantallas de captura por campos de un registro

Respecto a la "pantalla" de captura, su forma de presentación es mediante renglones o líneas que describen la información que se va a capturar, seguidas de un campo resaltado donde se tecleará la información pedida para estos datos. Al igual que en el caso de las "ventanas", pueden usarse formatos para la captura de los mismos, así como filtros que nos permitan verificar la integridad de la información.

En la figura 6.12 se muestra la pantalla de captura para dar "ALTAS AL CATÁLOGO DE ACELEROGRAMAS". Aquí los campos resaltados en blanco sobre fondo negro indican los datos que fueron proporcionados; a la izquierda de los mismos está el mensaje de la información que se pide (clave de la estación, fecha del sismo, modelo de acelerógrafo, etc.) y a la derecha de algunos de los campos capturados aparece otro mensaje proporcionado por el sistema que se muestra como confirmación del dato tecleado por el usuario. Así a la derecha del modelo de acelerógrafo "T3" se indica que esa clave corresponde al acelerógrafo modelo DCA-333 de la compañía "Terra Technology" y entre paréntesis se informa que el aparato en cuestión es digital. De manera similar se tienen mensajes informativos a la derecha de la clave de la estación y de la calidad del registro.

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE DE DATOS ACELEROGRAFICA NACIONAL  
26/SEP/96 CENAPRED,CFE-GIEC,CICESE,CIRES,FICA,I.I. UNAM

ALTAS AL CATALOGO DE ACELEROGRAMAS  
 CLAVE DE LA ESTACION: CALE [I de I-UNAM] CALETA DE CAMPOS  
 FECHA DEL SISMO [DD/MM/AA] : 19/09/85  
 NUMERO DE EVENTO EN ESE DIA : 4  
 MODELO DE ACELEROGRAFO : T3 DCA-333 DE TERRA TECHNOLOGY (DIGITAL)  
 NUMERO DE SERIE DEL ACELEROGRAFO: 257  
 INCREMENTO EN TIEMPO [SEGS] CANAL 1: 0.010 CANAL 2: 0.010 CANAL 3: 0.010  
 NUMERO DE MUESTRAS (PUNTOS) CANAL 1: 4888 CANAL 2: 4888 CANAL 3: 4888  
 RUMBO DEL CANAL 1: S00E CANAL 2: +V CANAL 3: S90E  
 LOC. CANAL 1 ESTRUCT.: LOC. CANAL 2 ESTRUCT.: LOC. CANAL 3 ESTRUCT.:  
 HORA (GMT) DE LA PRIMER MUESTRA [hh:mm:ss:cc]: 13:07:40:00  
 ACEL. MAX. ABSOLUTA CANAL 1 (LONG. o N-S) EN GALS (cm/s<sup>2</sup>): 138.49  
 ACEL. MAX. ABSOLUTA CANAL 2 (VERTICAL) EN GALS (cm/s<sup>2</sup>): 88.34  
 ACEL. MAX. ABSOLUTA CANAL 3 (TRANS. o E-O) EN GALS (cm/s<sup>2</sup>): 137.84  
 DISPONIBILIDAD DEL REGISTRO (A=SIN RESTRICCIONES,B=USO RESTRINGIDO): A  
 CALIDAD DEL REGISTRO: REGISTRO DIGITAL COMPLETO, CON TIEMPO ABSOLUTO CORRE  
 PRECISION DEL TIEMPO DEL ACELEROGRAMA EN SEGUNDOS: 1.00  
 PROCESAMIENTO DISPONIBLE PARA EL ACELEROGRAMA:

Fig 6.12 Ejemplo de pantalla de captura: "ALTA AL CATÁLOGO DE ACELEROGRAMAS"

Por último, cabe hacer mención que en toda ventana y pantalla puede tenerse una ayuda, incluso a nivel campo de captura.

La información de cada "ventana" y "pantalla" usada por el sistema debe estar contenida en las tablas (archivos) VENTANA.DBF y PANTALLA.DBF, mismos que fueron descritos en el capítulo IV: "Infraestructura del sistema".

### 6.3 Suministro de información a la base de datos acelerográfica

La información contenida en la base de datos acelerográfica proviene de diversas fuentes tal como se muestra en la figura 6.13. En ella aparecen las leyendas respecto al origen de la fuente que suministró información y para el caso de las instituciones que han colaborado con sus datos (ver anexo B), se muestran sus siglas. Asimismo, también se describen de forma esquemática las relaciones entre el sistema central y sus fuentes de información. De esta manera, una flecha en un solo sentido indica que la fuente sólo proporciona datos al sistema y una flecha en dos direcciones significa que la fuente proporciona datos al sistema y recibe datos del mismo.

A continuación se resumen los datos suministrados por las diversas fuentes:

- Las **fuentes documentales** han sido usadas para obtener valiosa información de las primeras estaciones que se instalaron en México, así como la localización de algunos de los primeros sismos que produjeron acelerogramas y los datos más relevantes de éstos.

- El Instituto de Geofísica de la UNAM (I de G UNAM), ha sido la fuente principal que ha proporcionado los datos de localizaciones y magnitudes de los sismos que han producido registros acelerográficos. Sin embargo, también se han usado algunos datos sísmicos proporcionados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (I de I UNAM), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Gerencia de Estudios en Ingeniería Civil, Departamento de Sismotectónica (CFE).
- Las siguientes instituciones (enumeradas en orden alfabético):  
 Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C., (CIRES)  
 Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, (CENAPRED)  
 Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Ingeniería Experimental y Control, (GIEC-CFE)  
 Fundación ICA A.C., (FICA)  
 Instituto de Ingeniería, UNAM, (I de I UNAM)  
 Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica, (RIIS)  
 han proporcionado los datos de sus acelerogramas registrados y de sus estaciones acelerográficas.

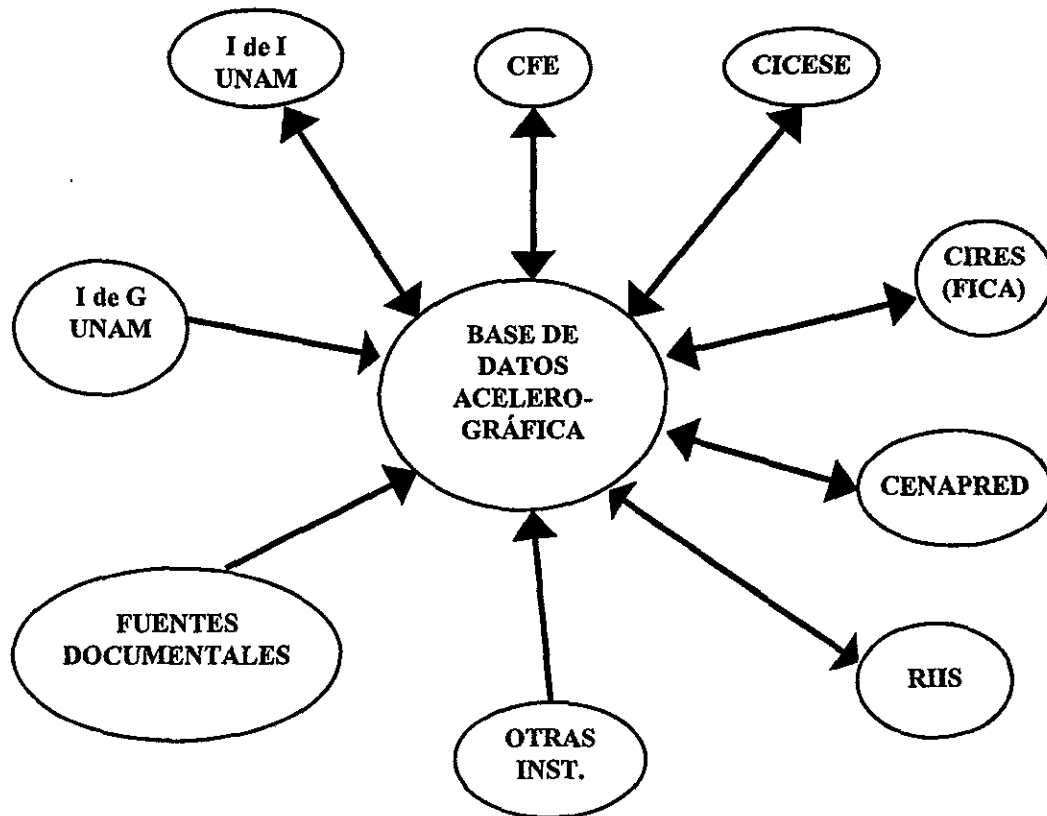


Fig 6.13 Suministro de información a la Base de Datos Acelerográfica

#### 6.4 Proceso de carga de datos al sistema

En la sección anterior se describieron brevemente las diversas fuentes que han suministrado información a la base de datos acelerográfica. En la presente sección se mostrará el proceso que se sigue para efectuar las actualizaciones a la base, entendiéndose como actualizaciones, la carga de datos nuevos (inserciones) o la modificación de datos ya existentes.

Para explicar este proceso de **carga de datos al sistema**, nos basaremos en el diagrama mostrado en la figura 6.14. En este diagrama podemos apreciar que existe un **sistema central**, el cual se encuentra instalado actualmente en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y varios **sistemas locales** que se encuentran en cada una de las instituciones participantes en el proyecto (ver sección anterior). El sistema central, desde el punto de vista de la actualización de datos, es el encargado de conjuntar y mantener la integridad de toda la información que maneja la base, así como de la generación de los archivos necesarios para mantener actualizados los sistemas locales. Asimismo, podemos diferenciar claramente tres subprocesos de carga de datos, que se señalizan con números entre paréntesis y que corresponden a las siguientes acciones:

- 1) Inserción, borrado y modificación de datos de estaciones, instrumentos, registros acelerográficos y sismos por medio de captura manual, es decir, ejecutando las opciones que se necesitan en el sistema central (ver la sección: "Descripción del Árbol de Menús del Sistema").
- 2) Carga de los datos más relevantes de los sismos registrados por el Instituto de Geofísica de la UNAM (I de G UNAM) desde 1960 en adelante. Estos datos son enviados al Cenapred por el I de G UNAM como archivos de texto, los cuales son procesados por un programa especial e insertados en la tabla de SISMOS.DBF.
- 3) Inserción, borrado y modificación de datos de estaciones, instrumentos y registros acelerográficos provenientes de los archivos .DBF generados por las diferentes instituciones en sus propios sistemas locales. Estos archivos son cargados al sistema central a través de la ejecución de programas especiales que filtran los datos enviados por las diferentes instituciones, modificando o insertando los datos que así lo requieran.

Por último, el sistema central genera los archivos .DBF actualizados para poder realimentar los sistemas locales de las diversas instituciones y mantener así la congruencia e integridad entre los datos del sistema central y sus sistemas locales (ver el proceso indicado con el número 4 en el diagrama).

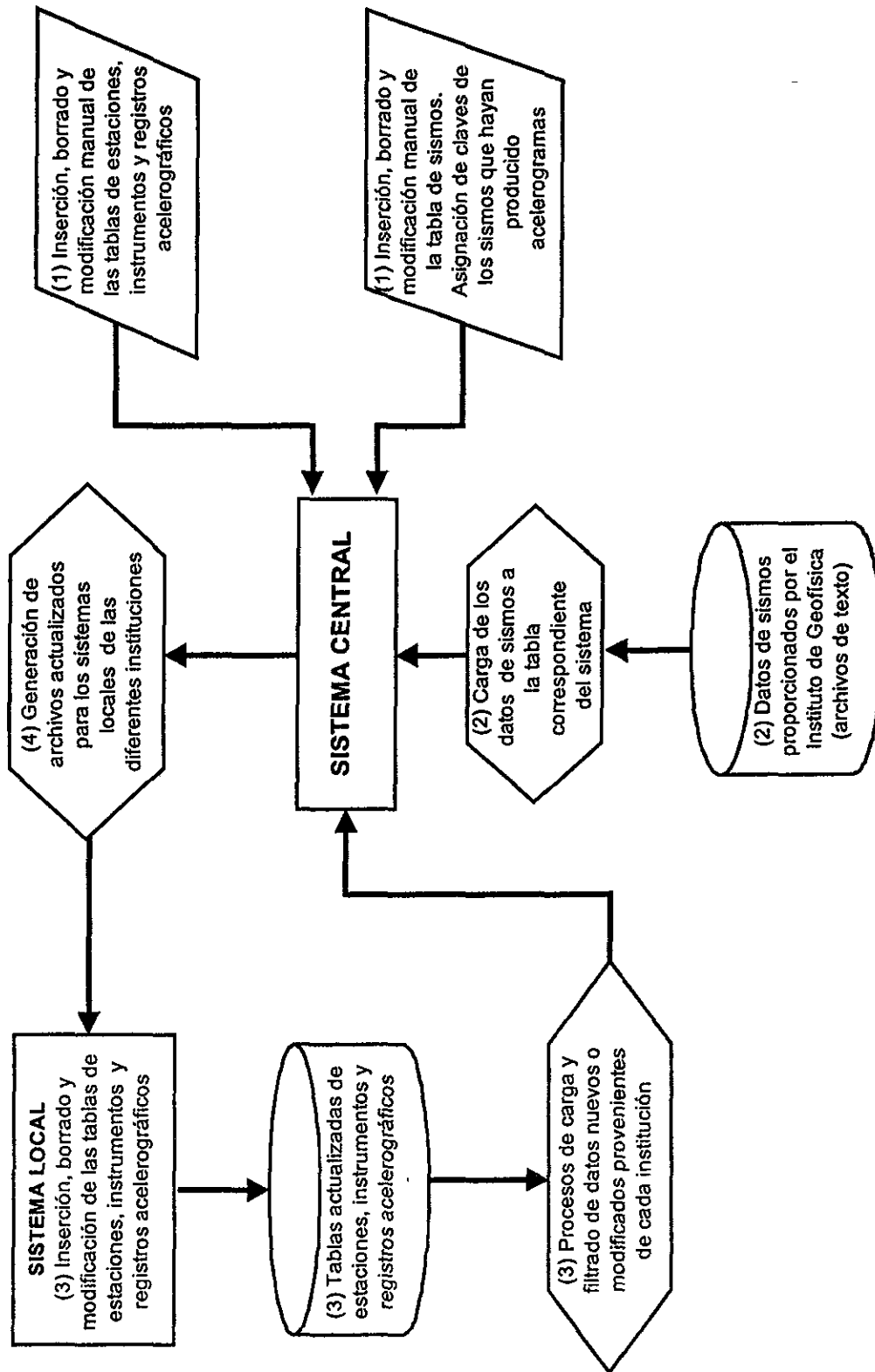


Fig 6.14 Proceso de carga de datos al Sistema

## 6.5 Explotación de la Información

En esta sección se describirá brevemente la explotación de la información que es capaz de realizar el actual sistema. Para esto se hará uso del diagrama mostrado en la figura 6.15. En este diagrama se aprecia que a través del **sistema central** se pueden obtener los siguientes productos:

- 1) Consultas en pantalla de los datos principales de las tablas de instituciones, estaciones, sismos, acelerogramas y de los catálogos auxiliares. Estas consultas pueden hacerse bajo diversas "llaves" o índices, tal como se describió en la sección de este mismo capítulo: "Pantallas tabulares de captura y consulta (ventanas)", (pp 65 a 67).
- 2) Catálogos impresos de instituciones, estaciones, sismos y acelerogramas, mismos que fueron usados en las publicaciones: "Base Nacional de Sismos Fuertes. Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960-1992" (14, 1993); "Base Nacional de Sismos Fuertes. Catálogo de Acelerogramas 1960-1993" (19, 1995) y "Base Mexicana de Sismos Fuertes. Actualización de los Catálogos de Estaciones a 1995 y Acelerogramas a 1994..." (20, 1996). Asimismo, para las publicaciones antes mencionadas, se necesitó que el sistema produjera listados impresos con referencias cruzadas para facilitar la localización de algún dato en particular. En las figuras 6.16 a 6.19 se muestran ejemplos de estas referencias cruzadas y de los catálogos de estaciones, sismos y acelerogramas. A continuación se da una breve explicación del contenido de los datos de estas figuras:

La figura 6.16 presenta una de las páginas del "Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960 - 1992" (14, 1993), en la que se muestra un "directorio" con los datos de las estaciones ordenados por entidad federativa e institución. Este directorio tuvo el propósito de simplificar el acceso al catálogo de estaciones. Los datos que se muestran por estación son:

- Un número secuencial (#).
- Clave única que tiene cada estación dentro del sistema.
- Clave interna de cada estación asignada por la institución que la opera.
- Nombre de la estación.
- Siglas de la institución que la opera.
- Clave numérica que indica el estado de operación de la estación.
- Número de la página donde aparecen todos los datos técnicos de la estación y entre paréntesis el número de registro a que se hace referencia.

La figura 6.17 muestra una de las páginas referenciadas en la figura 6.16, en este caso la página 70, en la que aparecen los datos técnicos de nueve estaciones del Centro Nacional de Prevención de Desastres. En este listado podemos apreciar los diferentes atributos que por cada estación se tienen capturados en el sistema:

- Un número secuencial.
- Clave y siglas de la institución que las opera.
- Clave única.
- Clave interna.



- Nombre.
- Tipo de suelo en el que está instalada la estación (lugar en el caso de estructuras o edificios).
- Ubicación precisa (calle, colonia, estado o señas del lugar donde está instalada la estación).
- Coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- Altitud aproximada sobre el nivel del mar.
- Fecha de instalación y clave numérica del estado de operación.
- Modelo y tipo de acelerógrafo instalado.
- Características adicionales que puede tener la estación (telemetría, sensores en pozo).
- Rango de escala completa de los sensores del acelerógrafo (en g).
- Comentarios acerca de cada estación (por ejemplo notas acerca de la orientación de los canales, propósito de la estación, etc).

La figura 6.18 presenta una página del "catálogo de sismos" que aparece en la publicación "Catálogo de Acelerogramas 1960 - 1993" (19, 1995). En este catálogo se resumen los principales datos de los sismos que han producido algún acelerograma. La descripción de la información de las distintas columnas de la tabla es:

- Un número consecutivo.
- Fecha y hora de la ocurrencia del sismo, referida a la hora del meridiano de Greenwich.
- Número de evento en la fecha señalada.
- Clave única del sismo.
- Coordenadas del epicentro (latitud y longitud).
- Profundidad del hipocentro en kilómetros.
- Magnitudes asignadas a cada sismo:  $M_b$ ,  $M_s$ ,  $M_c$ ,  $M'$  (ésta última indica "otra magnitud": local,  $M_w$ ,  $M_a$ ,  $M_o$ ).
- Clave de la fuente que proporcionó los datos epicentrales.
- Número de la página que hace referencia al primer registro de aceleración obtenido de un sismo determinado.

En la figura 6.19 se presenta una de las páginas referenciadas en la figura 6.18. En este caso se eligió una de las páginas que muestran algunos de los acelerogramas obtenidos durante el sismo del 19 de septiembre de 1985, en ella podemos observar que los datos se estructuraron de forma tabular para que se proporcione al usuario la información más importante y concisa de los acelerogramas registrados. Este listado tiene la siguiente estructura:

- Un número consecutivo.
- Siglas de la institución que registró y procesó el acelerograma.
- Clave única de la estación acelerográfica que registró el acelerograma y nombre de la misma.
- Clave única dentro del sistema del acelerograma y clave alfabética de su calidad. Cabe hacer mención que la clave del acelerograma corresponde al nombre del archivo que contiene los datos numéricos del acelerograma.
- Fecha del sismo y clave. La fecha y hora están referidas a la hora del meridiano de Greenwich. La clave asociada del sismo que aparece entre paréntesis corresponde

- a las claves del catálogo de sismos descrito en la figura 6.18. Un signo de interrogación indica que no pudo identificarse el evento.
- Número consecutivo del evento ocurrido en esa fecha.
  - Hora de la primer muestra y exactitud. Es el tiempo de ocurrencia de la primera muestra del acelerograma referido al tiempo GMT. Un signo de interrogación indica que se desconoce la hora pero sí se garantiza al menos la fecha. Entre paréntesis se especifica la exactitud o tolerancia del tiempo de registro; las letras "nd" en el campo de exactitud, indican que ésta se desconoce.
  - Intervalo de muestreo. Es el tiempo, en segundos, entre muestras consecutivas para los registros digitales o analógicos digitalizados. En algunos casos, principalmente con los registros digitalizados, se especifica el intervalo para cada canal o componente. Un signo de interrogación indica que no se tiene el dato.
  - Número de muestras. Indica el número total de muestras que tiene el archivo numérico. Para algunos registros digitalizados, el número de muestreo puede ser diferente para cada canal, ya que se procesaron en forma independiente. Si el registro no está digitalizado, aparecerá un cero.
  - Aceleración máxima y orientación. Este dato se proporciona en valor absoluto individualmente para cada canal o componente del acelerograma y está dado en unidades de  $\text{cm/s}^2$  (gal). Asociado a este dato, entre paréntesis se proporciona la orientación (a través del rumbo geográfico) de la componente respectiva. Para el caso de acelerogramas obtenidos en estructuras se especifica adicionalmente el eje asociado (longitudinal o transversal). Una "X" indica que no se tiene el dato para esa componente.
  - Aparato. En esta columna se da el modelo del acelerógrafo con el que se obtuvo el registro, el tipo de instrumento (analógico o digital) y el número de serie del aparato.
  - Comentarios. En esta columna se proporciona información general adicional acerca de la disponibilidad y grado de procesamiento del acelerograma. El tipo de procesamiento se señala a través de una clave alfabética (ver anexo B).

Cabe hacer mención que la manera en que se ordenaron los datos fue en forma cronológica respecto a la fecha del sismo y número del evento que originó el registro. Ya que en la mayoría de los casos un temblor produjo más de un acelerograma y se registró por estaciones e instrumentos de diferentes instituciones, los registros de aceleración para cada temblor a su vez se ordenaron alfabéticamente por la clave única de estación.

- 3) A raíz de la puesta en marcha del proyecto para la edición del CD-ROM con el banco de acelerogramas como series de tiempo desde 1992 hasta 1995 y sus sistemas de búsqueda asociados, se vió la necesidad de garantizar la integridad entre los datos reportados en la base y los reportados en los más de 4500 archivos ASCII con el formato explicado en el capítulo V: "La base de datos acelerográfica y el archivo estándar de aceleración", por lo cual se decidió que el sistema creara los llamados **archivos interfaces**, los cuales contienen un "prellenado" de los encabezados de los archivos ASCII con los datos que se pueden obtener directamente de la base (ver la sección "La base de datos acelerográfica y su relación con el archivo estándar de aceleración" en el mismo capítulo V). Estos archivos interfaces fueron distribuidos a las diferentes instituciones para que completaran los datos faltantes de los encabezados y generaran los datos de los acelerogramas propiamente dichos. Cabe

mencionar que la edición del CD-ROM fue finalmente confiada al Centro Nacional Editor de Discos Compactos (Cenedic) de la Universidad de Colima.

- 4) Por otro lado, para facilitar la programación del sistema de búsquedas que tiene el CD-ROM, se crearon los archivos necesarios de acuerdo al formato que solicitó el Cenedic. Dichos archivos contienen los datos completos de todas las instituciones, estaciones, sismos y acelerogramas catalogados en el sistema hasta el año de 1995.
- 5) El sistema también puede desplegar en pantalla dos mapas de la República Mexicana: uno con la localización de las estaciones acelerográficas en operación y otro con la localización de los epicentros de los sismos que han producido algún registro acelerográfico. Estos mapas fueron usados en el texto del CDROM, así como en las publicaciones citadas en el punto 2 de esta sección, los cuales se presentan y explican en el siguiente capítulo: "Resultados obtenidos".
- 6) Por último, se menciona que el sistema puede obtener diversas estadísticas de la información que a la fecha se ha capturado sobre estaciones, instrumentos, sismos y acelerogramas. Estas estadísticas se presentan y explican a detalle en el siguiente capítulo: "Resultados obtenidos".

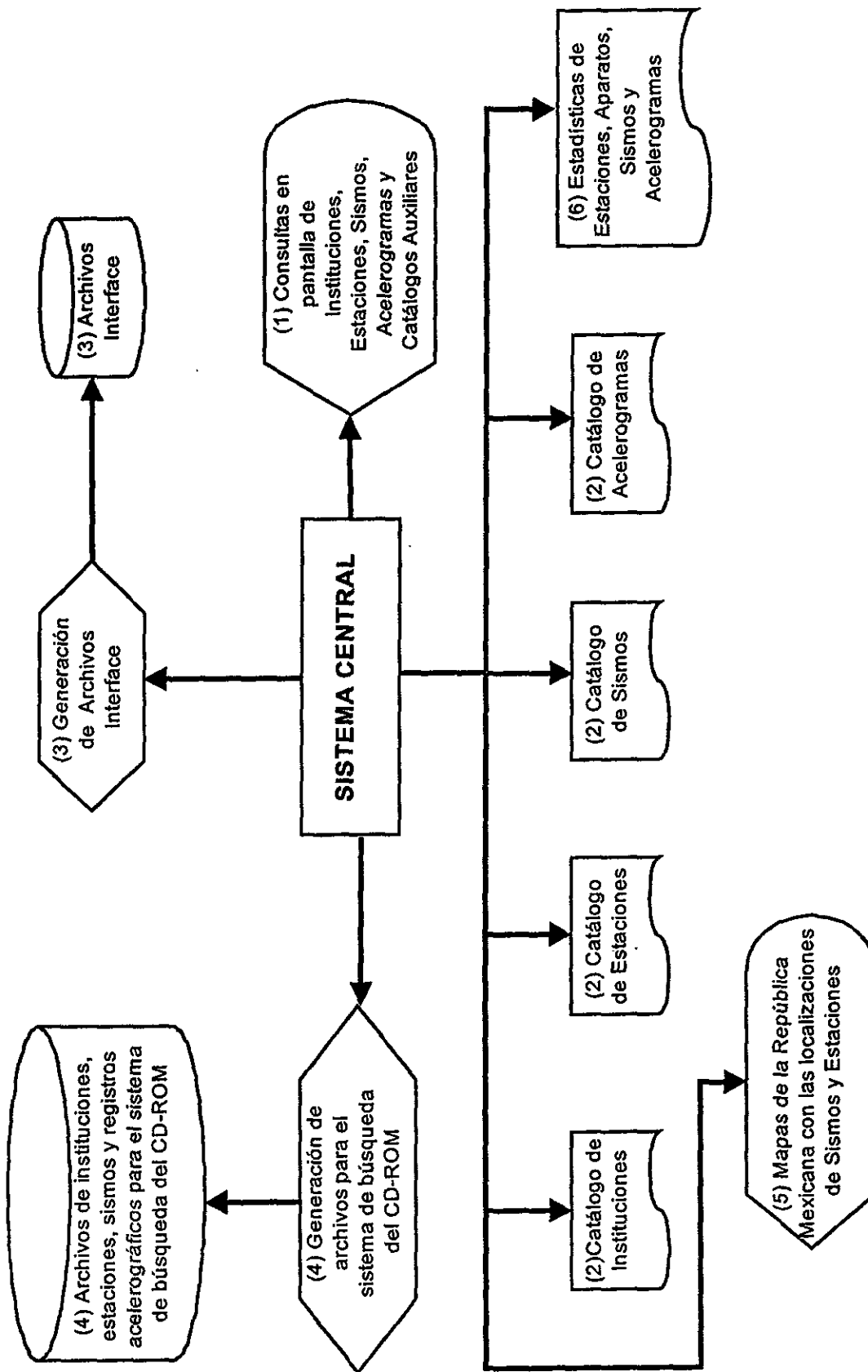


Fig 6.15 Explotación de la información del Sistema

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE NACIONAL DE SISMOS FUERTES  
 CENAPRED, CFE-GIEC, CIRES, FICA, I.I. UNAM  
 CATALOGO GENERAL DE ESTACIONES ACELEROGRAFICAS  
 DISTRITO FEDERAL.

#	CLAVES UNICA	ESTACION INSTIT.	NOMBRE DE LA ESTACION	INSTITUCION	ESTADO DE OPERACION	PAGINA (NUM. REG.)
63	TX04	Y04	COL. MOCTEZUMA	CIRES	2	63 (52)
64	TX05	T05	COL. PORTALES	CIRES	2	63 (53)
65	TX06	T06	ALBERCA OLIMPICA	CIRES	2	64 (54)
66	TX07	T07	XOCHIPILLI	CIRES	2	64 (55)
67	TX08	T08	CETIS 57	CIRES	2	64 (56)
68	TX10	T10	PALACIO DE LOS DEPORTES	CIRES	2	64 (58)
69	TX11	T11	COL. ROMA	CIRES	2	64 (59)
70	UC44	D44	UNIDAD COLONIA IMSS	CIRES	1	60 (22)
71	X036	D36	XOCHIMILCO	CIRES	1	60 (18)
72	XPD6	D06	XOCHIPILLI	CIRES	1	59 (3)
73	CENA	CENA	CENAPRED	CENAPRED	1	68 (1)
74	CHA1	CHAS	CHAPULTEPEC POZO 22 M	CENAPRED	1	71 (28)
75	CHA2	CHAS	CHAPULTEPEC POZO 52 M	CENAPRED	1	71 (29)
76	CHAS	CHAS	CHAPULTEPEC SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (27)
77	COY1	COYS	COYOACAN POZO 12 M	CENAPRED	1	68 (8)
78	COY2	COYS	COYOACAN POZO 70 M	CENAPRED	1	68 (9)
79	COY3	COYS	COYOACAN SUPERFICIE	CENAPRED	1	68 (7)
80	EST5	EST5	ESTANZUELA SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (26)
81	IMP3	IMP3	IMP BASE EDIFICIO	CENAPRED	1	71 (32)
82	IMP4	IMP4	IMP AZOTEA EDIFICIO	CENAPRED	1	71 (30)
83	IMP5	IMP5	IMP SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (25)
84	RMA5	RMA5	ROMA A SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (22)
85	RMB5	RMB5	ROMA B SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (24)
86	RMC1	RMC5	ROMA C - POZO 30 M	CENAPRED	1	70 (26)
87	RMC2	RMC5	ROMA C - POZO 102 M	CENAPRED	1	70 (25)
88	RMC5	RMC5	ROMA C SUPERFICIE	CENAPRED	1	70 (23)
89	TLA1	TLAS	TLACOTAL POZO 30 M	CENAPRED	1	69 (11)
90	TLA2	TLAS	TLACOTAL POZO 86 M	CENAPRED	1	69 (12)
91	TLA5	TLAS	TLACOTAL SUPERFICIE	CENAPRED	1	69 (10)
92	UNK1	UNKS	UNIDAD KENNEDY POZO 30 M	CENAPRED	1	69 (17)
93	UNK2	UNKS	UNIDAD KENNEDY POZO 83 M	CENAPRED	1	69 (18)
94	UNK3	UNKS	UNIDAD KENNEDY BASE EDIFICIO	CENAPRED	1	70 (19)
95	UNK4	UNKS	UNIDAD KENNEDY AZOTEA EDIFICIO	CENAPRED	1	70 (20)
96	UNK5	UNKS	UNIDAD KENNEDY SUPERFICIE	CENAPRED	1	69 (16)
97	ZAR1	ZARS	ZARAGOZA POZO 30 M	CENAPRED	1	69 (14)
98	ZAR2	ZARS	ZARAGOZA POZO 83 M	CENAPRED	1	69 (15)
99	ZAR5	ZARS	ZARAGOZA SUPERFICIE	CENAPRED	1	69 (13)
100	AL01	AL	ALAMEDA	FICA	1	79 (1)
101	AU11	AU	AUDOROMO	FICA	1	79 (6)
102	BA49	BA	BUENOS AIRES	FICA	1	82 (37)
103	BL45	BL	BALDERAS	FICA	1	81 (35)
104	B039	BO	BONDOJITO	FICA	1	81 (32)
105	CA59	CA	CANDELARIA	FICA	1	82 (42)
106	CE23	CE	CETIS	FICA	1	79 (13)
107	CI05	CI	CIBELES	FICA	1	79 (3)
108	CJ03	CJ	C.U. JUAREZ	FICA	1	79 (2)
109	CO47	CO	COYOACAN	FICA	1	81 (36)
110	CS21	CS	COLINA DEL SUR	FICA	2	79 (11)
111	DX37	DX	XOTEPINGO	FICA	1	81 (31)
112	ES57	ES	ESCONDON	FICA	1	82 (41)
113	GR27	GR	GRANJAS	FICA	1	81 (28)
114	HA41	HA	HANGARES	FICA	1	81 (33)
115	JA43	JA	JAMAICA	FICA	1	81 (34)
116	LI33	LI	LICONSA	FICA	1	81 (29)
117	LV17	LV	LINDAVISTA	FICA	1	79 (9)
118	MI15	MI	MIRAMONTES	FICA	1	79 (8)
119	MY19	MY	MEYERVALCO	FICA	1	79 (10)
120	P225	P2	P.C.C. POZO 20 M.	FICA	1	80 (15)
121	P425	P4	P.C.C. POZO 40 M.	FICA	1	80 (16)
122	PC25	PC	P.C.C. SUPERFICIE	FICA	1	80 (14)
123	PC81	NO6	P.C.C. B01	FICA	1	80 (17)
124	PC82	NE6	P.C.C. B02	FICA	1	80 (18)

ESTADOS DE OPERACION: (1) ACTUALMENTE EN OPERACION (2) FUERA DE OPERACION EN DEFINITIVO  
 (3) FUERA DE OPERACION TEMPORALMENTE (4) PREVISTA PARA SU INSTALACION

Fig 6.16 Ejemplo de una referencia cruzada del "Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960 - 1992" (14, 1993), donde se muestra la página y número de registro de la publicación donde aparecen todos los datos de las diferentes estaciones.

COMITE PARA LA ELABORACION DE UNA BASE NACIONAL DE SISMOS FUERTES  
 CENAPRED, CFE-GIEC, CIRES, FICA, I.I. UNAM  
 CATALOGO DE ESTACIONES ACCELEROGRAFICAS  
 CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

No. CLAVE	INSTITUCION	CLAVES ESTACION		NOMBRE DE LA ESTACION	TIPO DE SUELO	UBICACION	COORDENADAS		ALTITUD (metros)	FECHA INSTALACION	MODELO INSTRUMENTO	CARACTERISTICAS ADICIONALES	RANGO (g)	COMENTARIOS
		UNICA	INSTIT				LAT. N	LONG. W						
19	CF	CENAPRED	UNIC4 (6)	UNIDAD KENNEDY BASE EDIFICIO	EDIFICIO	AV. SERVANDO TERESA DE ABEA, ESQ. AZULAS LEON, COL. JARDIN BALBUENA, DEL VENUSTIANO CARRANZA, MEXICO D.F.	19.4186	99.1117	2235	14/1/79 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	LAS COMPONENTES HORIZONTALES SON REFERIDAS AL EDIFICIO Y NO AL NORTE GEOGRAFICO.
20	CF	CENAPRED	UNIK4 (7)	UNIDAD KENNEDY ADOTEA EDIFICIO	EDIFICIO	FRAY SERVANDO TERESA DE ABEA, ESQ. AZULAS LEON, COL. JARDIN BALBUENA, DEL VENUSTIANO CARRANZA, MEXICO D.F.	19.4186	99.1111	2235	MAY/79 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	LAS COMPONENTES HORIZONTALES SON REFERIDAS AL EDIFICIO Y NO AL NORTE GEOGRAFICO.
21	CF	CENAPRED	RMAS (10)	ROMA A SUPERFICIE	ARCILLA LIMOSA	JARDIN TABASCO, ESQ. COLIMA Y MORELIA, COL. ROMA NORTE DEL CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.	19.4280	99.1547	2235	MAR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	
22	CF	CENAPRED	RMBS (11)	ROMA B SUPERFICIE	ARCILLA LIMOSA	JARDIN TABASCO, ESQ. COLIMA Y AV. CUAUHTEMOC, COL. ROMA NORTE DEL CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.	19.4282	99.1540	2235	MAR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	
23	CF	CENAPRED	RMCS (12)	ROMA C SUPERFICIE	ARCILLA LIMOSA	PARQUE UNIVERSITARIO MORELIA Y ALVARO OBREGON, COL. ROMA NORTE DEL CUAUHTEMOC, MEXICO D.F.	19.4191	99.1546	2235	MAR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	
24	CF	CENAPRED	RMCI (13)	ROMA C - POZO 30 M	ARCILLA ARENOSA	PARQUE AURORA, ESQ. MORELIA Y ALVARO OBREGON, COL. ROMA NORTE DEL CUAUHTEMOC, MEXICO D.F. PROFUNDIDAD: 30 M	19.4191	99.1546	2235	MAR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA - POZO A 30 M	1.00	
25	CF	CENAPRED	RMCI (12)	ROMA C - POZO 102 M	ARENA LIMOSA	PARQUE AURORA, ESQ. MORELIA Y ALVARO OBREGON, COL. ROMA NORTE DEL CUAUHTEMOC, MEXICO D.F. PROFUNDIDAD: 102 M	19.4191	99.1546	2235	MAR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA - POZO A 102 M	1.00	
26	CF	CENAPRED	EST3 (13)	ESTANQUELA SUPERFICIE	TERRENO DURO (ROCA)	PARK NACIONAL ESTANQUELA, A UN COSTADO DE LA UBICACION DE LA UBICACION DE LA ESTANQUELA DEL GUSTAVO A. MADRERO, MEXICO D.F.	19.4916	99.1111	2245	ABR/90 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	
27	CF	CENAPRED	CMAS (14)	CMANALTEPEC SUPERFICIE	ARENA LIMOSA	AV. PARTERON DE DOLARES, CASI ESQ. CON CALZ. DE LAS LOMAS 24, SECCION 24, MUNICIPIO DE CHAMPULTEPEC, ENTRE LA AV. PARTERON DE DOLARES Y EL CAMBIERNO, COL. DOLARES, MUNICIPIO DE CHAMPULTEPEC, MEXICO D.F.	19.4157	99.2948	2345	MAR/91 (1)	SMAC MD (ORIGITAL)	TELEMETRIA	1.00	

ESTADOS DE OPERACION: (1) ACTUALMENTE EN OPERACION (2) FUERA DE OPERACION EN DEFINITIVO (3) FUERA DE OPERACION TEMPORALMENTE (4) PREVISTA PARA SU INSTALACION

Fig 6.17 Ejemplo de una de las páginas del "Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960 - 1993" (14,1993), cuya referencia aparece en el listado mostrado en la fig 6.16

BASE NACIONAL DE DATOS DE SISMOS FUERTES. Catálogo de acelerogramas 1960 - 1993 9

CATALOGO DE SISMOS REGISTRADOS  
 COMITE PARA LA ELABORACION DE LA BASE NACIONAL DE SISMOS FUERTES  
 CENAPRED, CFE-GIEC, CIRES, FICA, I de I-UNAM

#	FECHA (GMT)	HORA (GMT)	# EV.	CLAVE SISMO	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	PROF. km	Mb	Ms	Mc	M*	FUENTE	PAG	
121	12/DIC/81	4:58:05,0	1	810012	16.590	102.700	54	--	--	--	4.70	JF	58	
122	22/DIC/81	6:42:22,5	5	810023	18.500	103.570	< 5	--	--	--	--	IG	58	
123	29/DIC/81	17:48:31,8	9	810009	16.740	101.160	< 5	--	--	--	--	IG	58	
124	30/DIC/81	14:43:36,0	6	810010	17.820	103.500	< 5	--	--	--	--	IG	58	
125	14/ENE/82	10:48:35,0	1	820001	18.700	99.980	33	--	--	--	4.10	JF	58	
126	24/MAY/82	11:30:42,0	3	820006	17.950	94.580	< 5	--	--	--	--	IG	59	
127	07/JUN/82	6:52:31,8	1	820007	16.170	98.360	< 5	5.90	6.90	--	--	IG	59	
128	07/JUN/82	10:59:36,5	5	820008	16.260	98.510	< 5	6.30	7.00	--	--	IG	60	
129	15/JUN/82	17:24:17,8	1	820002	16.500	98.460	50	--	--	--	4.70	JF	61	
130	16/JUN/82	13:57:17,0	1	820003	16.280	98.280	50	--	--	--	--	4.00	JF	61
131	19/JUN/82	13:09:56,0	1	820004	16.990	102.010	33	--	--	--	3.60	JF	61	
132	01/OCT/82	8:59:13,0	1	820005	15.400	98.700	< 5	--	--	--	--	IG	61	
133	02/OCT/82	15:42:59,0	1	820009	16.677	99.881	33	--	--	4.80	--	UG	62	
134	17/ENE/83	4:42:06,1	1	830002	16.480	100.750	< 5	4.50	--	--	--	IG	62	
135	17/ENE/83	17:52:18,7	2	830010	14.090	91.660	< 5	5.00	--	--	--	IG	62	
136	24/ENE/83	9:32:48,2	1	830003	14.930	95.430	< 5	5.30	--	--	--	IG	62	
137	24/ENE/83	12:27:05,8	2	830014	15.940	95.380	< 5	5.20	4.50	--	--	IG	62	
138	01/MAR/83	19:30:29,0	1	830013	16.140	98.220	55	--	--	4.30	--	UG	63	
139	22/JUL/83	3:56:02,0	2	830004	16.810	93.070	< 5	--	--	--	--	IG	63	
140	23/JUL/83	5:07:38,5	1	830011	17.030	99.730	< 5	4.70	--	--	--	IG	63	
141	14/AGO/83	20:56:51,0	1	830012	15.620	93.713	32	--	--	--	5.30	JF	63	
142	17/AGO/83	1:24:01,0	1	830008	14.860	95.170	33	--	--	--	--	IG	63	
143	19/AGO/83	19:03:56,0	1	830005	16.400	99.040	< 5	--	--	--	--	IG	63	
144	15/SEP/83	10:39:02,5	1	830006	15.970	93.440	12	5.70	--	--	--	IG	63	
145	18/SEP/83	10:46:55,6	1	830007	16.490	93.970	14	5.20	--	--	--	IG	64	
146	02/DIC/83	3:09:32,0	1	830009	15.880	92.750	34	5.20	--	--	--	II	65	
147	08/DIC/83	10:21:58,1	1	830001	18.300	102.420	6	5.50	--	--	--	IG	65	
148	07/ENE/84	13:49:21,0	1	840007	16.455	93.669	54	--	--	4.30	--	JF	66	
149	28/ENE/84	19:23:22,5	5	840001	17.080	100.550	< 5	--	--	--	--	IG	66	
150	04/JUN/84	4:34:02,3	1	840002	18.180	98.320	8	5.40	--	--	--	IG	67	
151	02/JUL/84	4:50:32,7	1	840003	15.840	99.030	< 5	5.90	6.00	--	--	IG	67	
152	14/JUL/84	21:03:45,5	1	840004	17.260	99.690	< 5	5.20	--	--	--	IG	68	
153	03/AGO/84	6:58:02,2	1	840005	16.020	93.850	8	--	--	--	--	IG	68	
154	31/AGO/84	19:46:07,2	1	840006	16.100	93.710	6	5.30	--	--	--	IG	68	
155	02/ENE/85	10:07:07,0	1	850066	17.010	95.600	38	--	--	3.60	--	II	69	
156	10/FEB/85	21:37:37,0	1	850067	17.530	103.470	31	--	--	4.70	--	II	69	
157	11/FEB/85	:13:52,0	1	850080	16.240	95.100	7	5.20	--	--	--	IG	70	
158	12/FEB/85	22:46:24,0	1	850081	17.740	94.980	12	--	--	--	--	IG	70	
159	18/FEB/85	17:44:30,8	1	850082	16.480	94.580	10	4.50	--	--	--	IG	70	
160	20/FEB/85	12:49:54,0	1	850088	16.394	93.599	66	--	--	3.80	--	JF	70	
161	27/ABR/85	4:30:04,0	1	850062	17.480	101.680	< 5	--	--	--	--	IG	70	
162	06/MAY/85	1:13:20,3	1	850005	16.739	98.106	20	4.80	--	4.40	--	II	70	
163	28/MAY/85	19:27:36,0	1	850058	18.940	102.980	< 5	5.20	--	--	--	IG	70	
164	02/JUN/85	3:15:46,0	1	850068	17.220	101.910	33	--	--	3.70	--	IG	71	
165	19/JUN/85	3:09:46,1	1	850059	18.030	102.840	< 5	4.40	--	--	--	IG	71	
166	25/JUN/85	4:18:46,0	1	850069	17.770	102.230	33	--	--	3.10	--	II	71	
167	02/JUL/85	1:25:47,8	1	850006	16.652	99.210	28	--	--	3.70	--	II	71	
168	04/JUL/85	8:51:37,2	1	850007	17.564	96.971	45	--	--	4.00	--	II	71	
169	07/JUL/85	6:06:49,4	1	850008	16.079	99.864	11	4.00	--	3.80	--	II	72	
170	07/JUL/85	18:27:57,1	3	850010	16.791	100.437	11	--	--	3.90	--	II	72	
171	19/JUL/85	22:25:38,6	1	850011	16.933	98.136	20	--	--	4.00	--	IG	72	
172	26/JUL/85	10:08:24,5	1	850060	17.910	101.650	< 5	--	--	--	--	IG	72	
173	01/AGO/85	23:54:55,5	2	850061	18.250	102.020	6	--	--	--	--	IG	72	
174	21/AGO/85	5:14:47,8	1	850012	17.544	100.771	14	--	--	3.60	--	II	72	
175	22/AGO/85	19:50:53,3	1	850013	17.210	101.104	18	--	--	3.30	--	II	72	
176	26/AGO/85	16:58:14,0	1	850063	17.760	102.140	< 5	--	--	--	--	IG	72	
177	04/SEP/85	13:27:53,0	1	850014	17.567	101.308	21	3.20	--	4.00	--	II	72	
178	15/SEP/85	7:57:54,9	1	850015	17.938	97.147	63	5.90	--	5.80	--	II	73	
179	19/SEP/85	13:17:42,6	1	850016	18.081	102.942	15	6.80	8.10	8.10	--	II	73	
180	19/SEP/85	13:33:10,1	2	850017	17.407	101.506	< 5	--	--	4.30	--	II	77	

ESTA TESIS NO DEBE  
 SAIR DE LA BIBLIOTECA

Fig 6.18 Ejemplo de una página del "Catálogo de sismos" que aparece en la publicación del "Catálogo de Acelerogramas 1960 - 1993" (19, 1995). Nótese que en la última columna se hace referencia a la página inicial donde comienzan los registros acelerográficos producidos por los distintos sismos.

BASE NACIONAL DE DATOS DE SISMOS FUERTES. Catálogo de acelerogramas 1960 - 1993 73

COMITE PARA LA ELABORACION DE LA BASE NACIONAL DE SISMOS FUERTES: CENAPRED, CFE-GIEC, CIRES, FICA, I de I-UNAM

NUM. REG.	INSTITUCION	ESTACION CLAVE	ESTACION NOMBRE	CLAVE DEL ACELEROGRAMA (Y (CALIDAD))	FECHA GMT # DEL SISMO Y (CLAVE) Y (EXACTITUD)	HORA GMT DE PRIMER MUESTRA Y (EXACTITUD)	INTERVALO DE MUESTRO (s)	NUMERO DE MUESTRAS	MAXIMA ACELERACION ABSOLUTA (cm/s <sup>2</sup> ) Y ORIENTACION			APARATO TIPO Y NS	COMENTARIO
									CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3		
495	I de I-UNAM	CORD	CERRO DE ORO MARGEN DERECHA	COR18509.151 (J)	15/SEP/85 1 (850015)	?	0.020	630	24.54 (LONG)	27.37 (+V)	25.51 (TRAN)	SMA-1 ANALOGICO NS. 5001	REG.DISP.
496	I de I-UNAM	CORI	CERRO DE ORO MARGEN IZQUIERDA	COR18509.151 (J)	15/SEP/85 1 (850015)	?	0.010	1511	27.65 (LONG)	36.93 (+V)	32.73 (TRAN)	SMA-1 ANALOGICO NS. 4999	REG.DISP.
497	I de I-UNAM	YOSO	YOSOQUITA	YOS08509.151 (J)	15/SEP/85 1 (850015)	?	0.010	1766	144.05 (S00E)	122.27 (+V)	118.94 (N90E)	SMA-1 ANALOGICO NS. 0455	REG.DISP.
498	I de I-UNAM	ACAP	ACAPULCO PELLANDINI	ACAP8509.191 (J)	19/SEP/85 1 (850016)	?	0.010	941	16.61 (N00E)	27.60 (+V)	27.72 (W00)	SMA-1 ANALOGICO NS. 261B	REG.DISP.
499	I de I-UNAM	ACAS	ACAPULCO SOP	ACAS8509.191 (J)	19/SEP/85 1 (850016)	?	0.020	599	19.22 (S00E)	17.47 (+V)	25.17 (N90E)	SMA-1 ANALOGICO NS. 0157	REG.DISP.
500	I de I-UNAM	APAT	APATZINGOM	APAT8509.191 (J)	19/SEP/85 1 (850016)	?	0.020	4420	68.74 (S00E)	44.63 (+V)	81.28 (N90E)	SMA-1 ANALOGICO NS. 0453	REG.DISP.
501	I de I-UNAM	ATYC	ATOYAC	ATYC8509.191 (A)	19/SEP/85 1 (850016)	13:19:06.75 (0.01)	0.010	4225	53.88 (S00E)	61.01 (+V)	57.94 (S90E)	DSA-1 DIGITAL NS. 256	REG.DISP.
502	I de I-UNAM	AZIH	AEROPUERTO ZIHUATANEJO	AZIH8509.191 (A)	19/SEP/85 1 (850016)	13:18:20.97 (0.01)	0.010	7179	101.31 (S00N)	103.86 (+V)	161.79 (S90N)	DCA-333 DIGITAL NS. 106	REG.DISP.
503	I de I-UNAM	CALE	CALETA DE CAMPOS	CALE8509.191 (A)	19/SEP/85 1 (850016)	13:07:40.00 (1.00)	0.010	4886	136.49 (S00E)	88.34 (+V)	137.84 (S90E)	DSA-1 DIGITAL NS. 261	REG.DISP.
504	I de I-UNAM	CALE	CALETA DE CAMPOS	CALE8509.192 (A)	19/SEP/85 2 (850016)	13:08:37.00 (1.00)	0.010	2560	40.45 (S00E)	24.05 (+V)	50.49 (S90E)	DSA-1 DIGITAL NS. 261	REG.DISP.
505	CFE - GIEC	CARI	CARACOL MARGEN IZQUIERDA	CAR18509.191 (J)	19/SEP/85 1 (850016)	?	C1 0.010 C2 0.020 C3 0.010	C1 5987 C2 2974 C3 5988	50.24 (N25W)	40.78 (+V)	89.38 (S65W)	SMA-1 ANALOGICO NS. 2501	REG.DISP.
506	I de I-UNAM	CAYA	CAYACO	CAY8509.191 (A)	19/SEP/85 1 (850016)	13:19:09.67 (0.01)	0.010	2560	39.79 (S00E)	24.99 (+V)	47.96 (S90E)	DSA-1 DIGITAL NS. 258	REG.DISP.

Fig 6.19 Ejemplo de una de las páginas del "Catálogo de Acelerogramas 1960 - 1993" (19, 1995), cuya referencia aparece en el listado mostrado en la fig 6.18



## CAPÍTULO VII

### RESULTADOS OBTENIDOS

*Science cannot solve the ultimate mystery of nature.  
And that is because in the last analysis,  
we ourselves are part of nature and therefore part  
of the mystery we are trying to solve.*

*Max Planck*

Hasta 1995, 35 años después de iniciada la instrumentación sísmica en México se habían instalado **488 estaciones acelerográficas**, de las cuales **376 se encontraban en operación**, siendo en su gran mayoría digitales, por lo cual se puede afirmar que el país cuenta con una importante infraestructura de estaciones y sistemas de observación de temblores fuertes. Estas redes, distribuidas en las principales zonas sísmicas de nuestro territorio, han producido un extenso catálogo de información acelerográfica que a 1995 alcanzó **7925 registros**.

Este extenso catálogo destaca también por el amplio espectro de temblores que cubre, ya que abarca eventos **desde magnitud 1.6 hasta magnitud 8.1**. Prácticamente, para cualquier magnitud se cuenta con un acelerograma así como una amplia gama de registros a diferentes distancias epicentrales. Se tienen por ejemplo acelerogramas de telesismos originados a miles de kilómetros de la estación de observación, registros de un macrosismo  $M=8.1$  a 5 km de distancia del epicentro, o también acelerogramas de sismos moderados registrados en superficie, en edificios y en pozos profundos. Algunos temblores produjeron datos aislados solo en una estación, pero muchos fueron registrados en toda una cuenca, por ejemplo en la ciudad de México, o en una extensa área en la zona epicentral (19, 1995).

A continuación se describirán las principales estadísticas obtenidas durante la catalogación de estaciones acelerográficas, los acelerogramas registrados hasta 1995 y los sismos que los produjeron.

#### 7.1 Redes acelerográficas en México

La figura 7.1 muestra un mapa general con la localización de todas las estaciones acelerográficas instaladas desde 1960. Se observa que la mayoría de los sitios se encuentran en las principales zonas sísmicas del país, con una mayor concentración en la zona de subducción del Pacífico, en los estados de Oaxaca, Guerrero y Michoacán, así como en la parte norte de la península de Baja California. Un número importante de estaciones se ubican en la ciudad de México y a lo largo de una línea que va de la costa del Pacífico hacia el Distrito Federal. Finalmente, y ligadas sobre todo a grandes obras de riego y generación de energía eléctrica, hay también redes de estaciones dispersas en distintos estados de la república (14, 1993). Cabe hacer notar que cada símbolo en la figura puede representar una estación o un conjunto de estaciones. La tabla 7.1 muestra el número de estaciones acelerográficas que se habían instalado hasta 1995 en los diversos estados de la república.



**Fig 7.1 Localización de la instrumentación acelerográfica en México**

ESTADO DE LA REPÚBLICA	NÚMERO DE ESTACIONES
Aguascalientes	0
Baja California	38
Baja California Sur	1
Campeche	0
Chiapas	26
Chihuahua	0
Coahuila	0
Colima	8
Distrito Federal	214
Durango	0
Estado De México	17
Guanajuato	0
Guerrero	66
Hidalgo	6
Jalisco	15
Michoacán	24
Morelos	1
Nayarit	9
Nuevo León	0
Oaxaca	17
Puebla	14
Querétaro	0
Quintana Roo	0
San Luis Potosí	0
Sinaloa	0
Sonora	7
Tabasco	0
Tamaulipas	0
Tlaxcala	0
Veracruz	2
Yucatán	0
Zacatecas	0
No especificado	23

**Tabla 7.1 Número de estaciones acelerográficas por estado de la república**

## 7.2 Instrumentación

De acuerdo a los avances de la tecnología, desde 1960 se han utilizado gran variedad de instrumentos de registro. Se distinguen especialmente dos tipos de aparatos: aquellos que emplean técnicas analógicas para el registro de la información como es el caso de los acelerógrafos fotográficos y aquellos de manufactura más reciente, con registro en forma digital. Entre los del primer grupo están prácticamente todos los aparatos instalados hasta fines de 1970, cuando comenzaron a emplearse instrumentos digitales con registro en cinta magnética. En la actualidad la mayoría de los acelerógrafos son del tipo digital, aunque todavía siguen en operación algunos de tipo fotográfico (14, 1993).

Con base en la clasificación anterior y el tipo de tecnología utilizada, en la tabla 7.2 se presentan los distintos tipos de aparatos que han sido usados en las diferentes redes (véase la descripción de la tabla TIPOSINS.DBF en el anexo B).

TIPO	ANALÓGICOS	DIGITALES
Mecánicos	SMAC-B	----
Electromecánicos con registro fotográfico	RFT-250 AR-240 SMA-1	---- ---- ----
Electrónicos con registro en cinta magnética	---- ---- ---- ---- ---- ----	DCA-310 DCA-300 DCA-333 DCS-302 DSA-1 PDR-1 ADII-2
De estado sólido	---- ---- ---- ---- ---- ---- ----	ADII4 ADN-4 SMAC-MD DCA-333R GSR-12 IDS-3602 SSA-1 SSA-2 SSA-16 K2 ALTUS-ETNA

**Tabla 7.2 Tipos de acelerógrafos**  
[Tabla modificada de la original publicada en (14, 1993)]

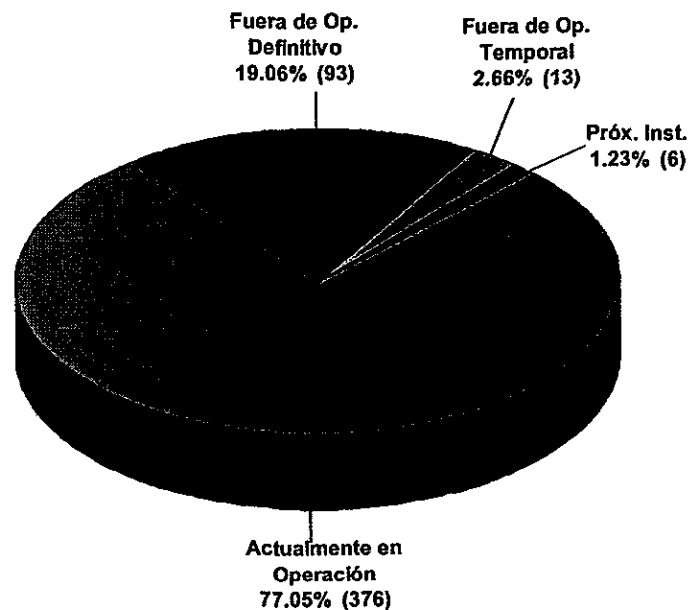
### 7.3 Estadísticas de instrumentos y estaciones

Las estadísticas globales de la planta de estaciones e instrumentos instalados en México se presentan en las figuras 7.2 y 7.3.

En la figura 7.2 se muestra la distribución de las estaciones acelerográficas clasificadas por su estado de operación, mientras que en la figura 7.3 se presenta la distribución de los distintos tipos de instrumentos actualmente en operación. Asimismo, se puede observar que solo 24 estaciones aún están instrumentadas con aparatos analógicos (modelo SMA-1), lo cual representa apenas el 6.38% de los aparatos en operación, concluyéndose entonces que la infraestructura actual es básicamente digital.

Las diversas estaciones a su vez pueden subdividirse en aquellas que registran el movimiento en la superficie (terreno libre), las que lo detectan en el suelo dentro de pozos profundos y aquellas instaladas en edificios u otro tipo de estructuras. La distribución de las estaciones actualmente en operación de acuerdo al lugar donde se encuentran instaladas se muestra en la figura 7.4, en la cual se puede apreciar que aunque la mayoría de las estaciones están en terreno libre, existe una clara tendencia a incrementar la instrumentación en estructuras como presas y edificios.

Los cálculos se realizaron con la información de las estaciones catalogadas hasta diciembre de 1995 y se considera que, con ligeras variantes representa el estado actual de la infraestructura del país.



**Fig 7.2 Distribución de estaciones acelerográficas por su estado de operación**

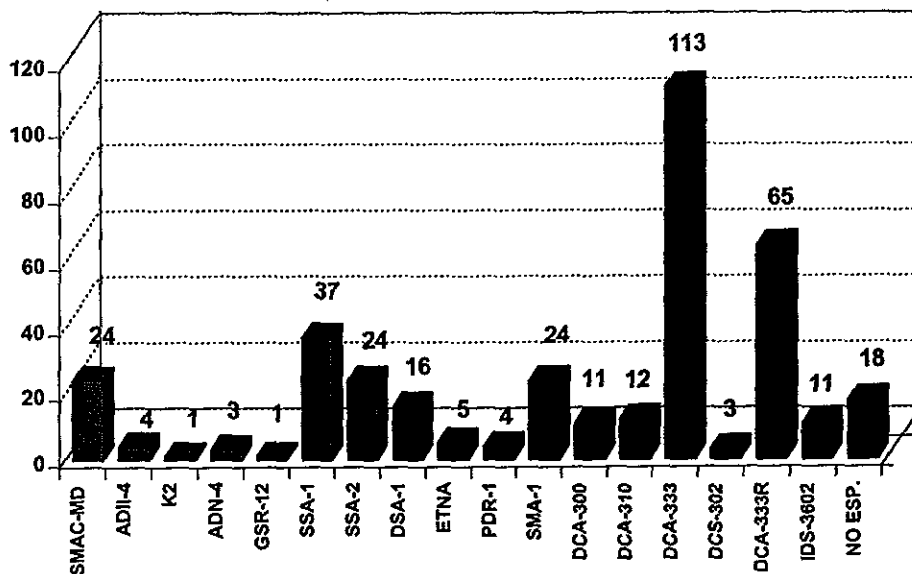


Fig 7.3 Distribución de acelerógrafos en las estaciones actualmente en operación

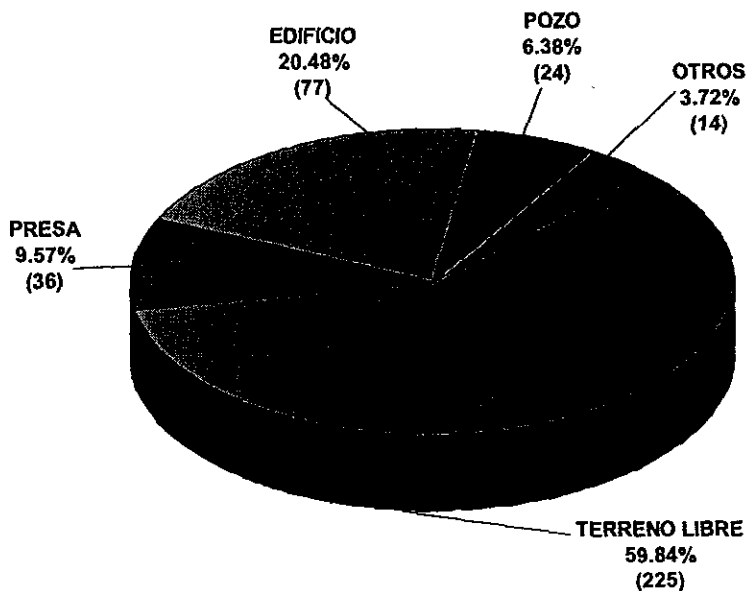


Fig 7.4 Distribución de estaciones acelerográficas en operación de acuerdo al lugar donde se encuentran

#### 7.4 Sismicidad registrada

De acuerdo con información del Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM, en el periodo de 1960 a 1995 ocurrieron más de 4,000 temblores en México. Obviamente no todos estos sismos produjeron algún acelerograma. Por un lado las diferentes redes de acelerógrafos en el país no tienen una distribución tan extensa, y por el otro la mayoría de los eventos no tuvieron la intensidad suficiente como para generar movimientos fuertes que fueran registrados por los acelerógrafos (19, 1995).

El número total de temblores identificados y que produjeron al menos un acelerograma desde 1961 hasta 1995 fueron de 1241. En la figura 7.5 se muestra gráficamente la localización de todos estos eventos cuyas magnitudes van de 1.6 a 8.1. Cabe aclarar que de los 7925 acelerogramas catalogados hasta 1995, solo a 379 (el 4.78% del total) no se les pudo asociar confiablemente un evento. Esto es debido a que algunos acelerogramas no tienen bien registrada la fecha y hora de ocurrencia, o fueron generados por algún movimiento local (19, 1995).

En la figura 7.6 se muestra la distribución de sismos por rangos de magnitud que han producido al menos un acelerograma.

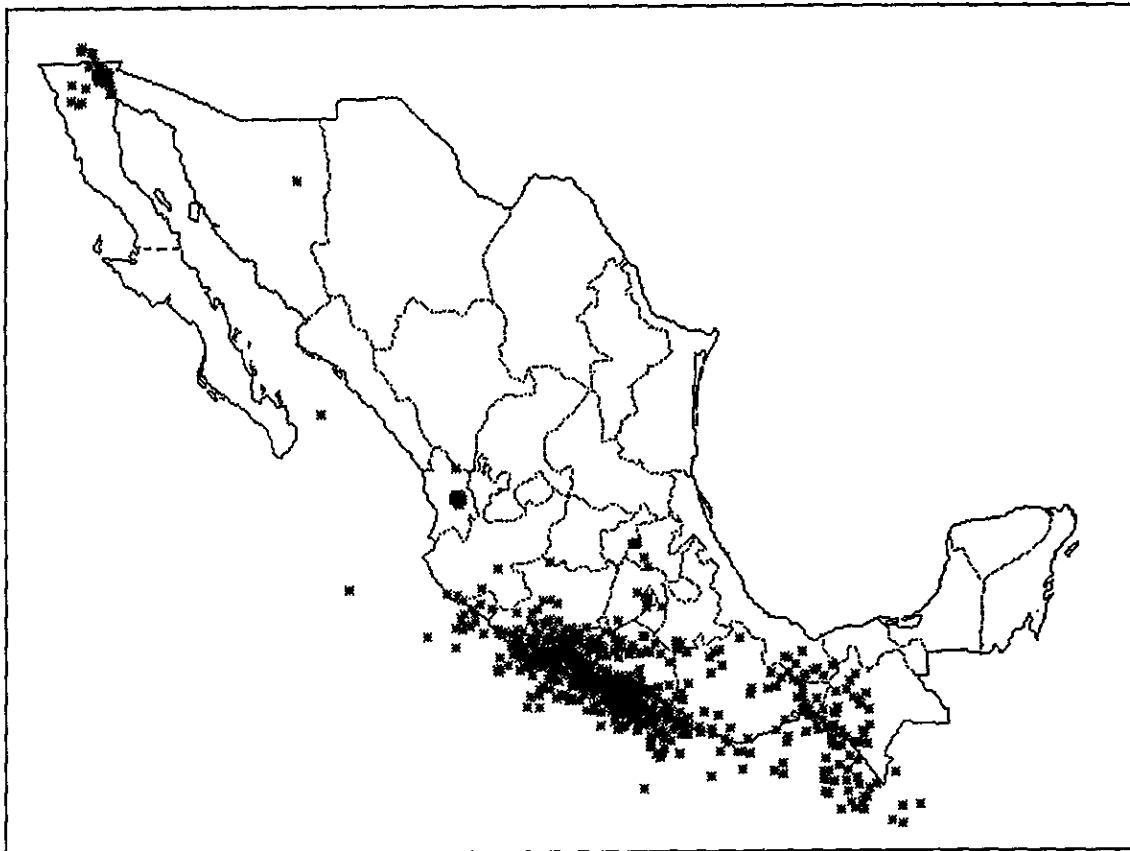


Fig 7.5 Localización de epicentros de los sismos que generaron algún acelerograma de 1961 a 1995

RANGOS DE MAGNITUDES	NÚMERO SISMOS
$1.0 \leq M \leq 2.0$	20
$2.0 < M \leq 3.0$	145
$3.0 < M \leq 4.0$	367
$4.0 < M \leq 5.0$	461
$5.0 < M \leq 6.0$	102
$6.0 < M \leq 7.0$	25
$7.0 < M \leq 8.1$	9
SE DESCONOCE	112

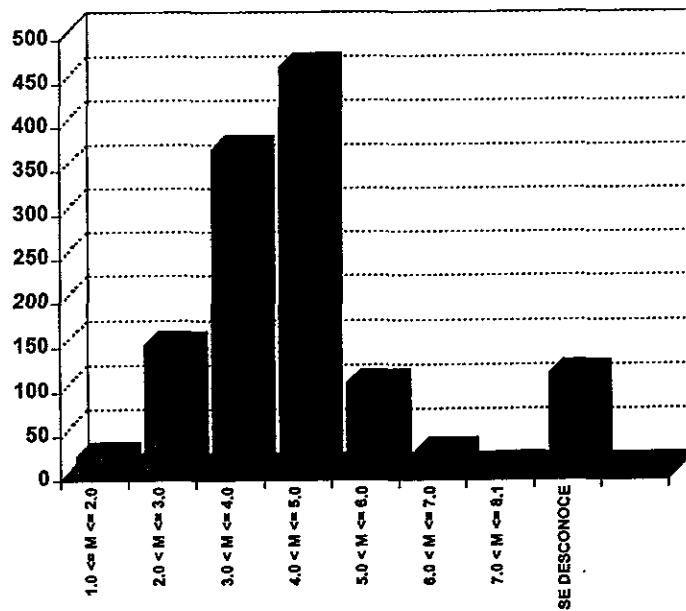


Fig 7.6 Distribución de sismos por magnitud que han producido algún acelerograma



### 7.5 Acelerogramas registrados

Como se mencionó en la sección anterior, **para el periodo de 1960 a diciembre de 1995 se capturaron y catalogaron un total de 7925 acelerogramas de tres componentes.** Esta cifra es seguramente cercana al total de registros existentes en el país para ese periodo, con excepción de algunos datos aislados, desconocidos o que no han sido publicados por tener un carácter confidencial (19, 1995).

La distribución de los datos en cuanto al tipo de instrumento de registro se muestra en la tabla 7.3. Como puede verse, prácticamente todos los acelerogramas fueron registrados en forma digital y la gran mayoría de los producidos por instrumentos analógicos ya han sido digitalizados. Los pocos acelerogramas que aún están en forma analógica son muy antiguos y fueron registrados en un medio que difícilmente permite una digitalización confiable, o sencillamente son de poca importancia y no se ha justificado su procesamiento (19, 1995).

Tipos de registros	Número de Registros
Analógicos	551
Digitales	7374
<b>Totales</b>	<b>7925</b>

**Tabla 7.3 Número de acelerogramas de acuerdo al tipo de instrumento que lo registró**  
*[Tabla modificada de la original publicada en (19, 1995)]*

La figura 7.7 presenta gráficamente la distribución del número de acelerogramas producidos por las distintas instituciones, aquí se puede observar que el número de registros producidos por cada institución en la mayoría de los casos coincide con su aparición "histórica", por ejemplo, el Instituto de Ingeniería de la UNAM (I de I UNAM) comenzó con la instrumentación para el registro de temblores fuertes en 1960, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), alrededor de 1966, el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico (CIRES) y la Fundación ICA (FICA) en 1987 y el Centro Nacional de Prevención de Desastres en 1990. Por último, se tienen redes de muy reciente creación como la de Guadalajara (1991) y la Interuniversitaria (1993).

En la figura 7.8 puede apreciarse que la distribución de acelerogramas registrados en los diversos estados de la república está en relación directa con la densidad de instrumentos en los mismos. Por ejemplo, las estaciones del **Distrito Federal y Guerrero** representan el **57.37%** de la instrumentación instalada en nuestro país (véase tabla 7.1) y **entre estas dos entidades federativas se han registrado el 67.68%** de los acelerogramas catalogados (5364).

La figura 7.9 presenta la distribución de acelerogramas de acuerdo a la calidad de registro (consúltese la descripción de la tabla CALIDAD.DBF en el anexo B). Aquí se observa que el **73.46% (5822)** de los acelerogramas registrados son digitales, están completos y tienen tiempo absoluto correcto, es decir, **son de "muy buena" calidad** (calidad "A"), mientras que solo el 4.71% (373) son registros de "mala" calidad (calidades "K", "L" y "X").

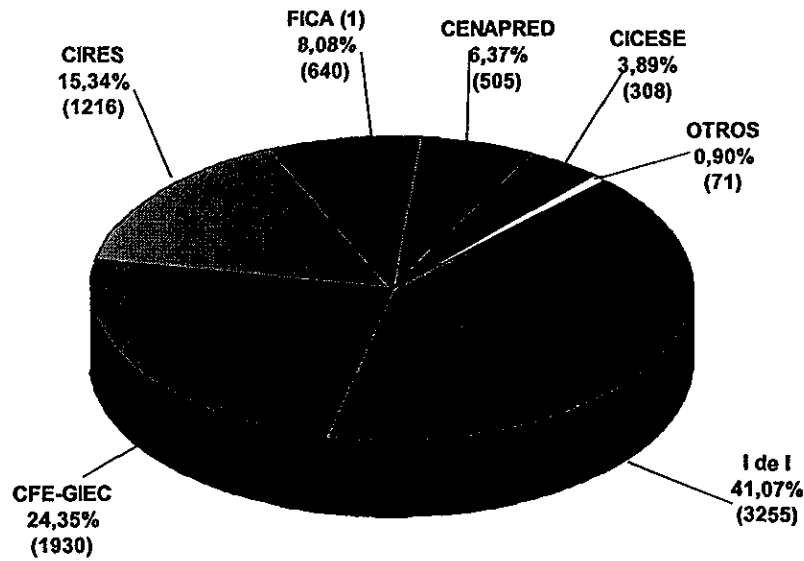
De acuerdo a la sección de estadísticas de instrumentos y estaciones, las estaciones acelerográficas se pueden clasificar de acuerdo al lugar donde se encuentran instaladas, por lo cual los acelerogramas registrados también se clasifican como provenientes principalmente de tres fuentes:

1) **Registros de terreno (campo) libre.** La mayoría de los acelerogramas registrados (4745, cerca del 60%) provienen de estaciones localizadas en terreno libre, obtenidos en una amplia variedad de medio ambientes geológicos. Todos estos registros son útiles para el estudio de la propagación y atenuación de las ondas sísmicas en una gran variedad de medios geológicos regionales, que van desde aluviones hasta roca dura y cuya altitud va desde 0 msnm hasta 3980 msnm. Varios centenares de estos registros pueden ser útiles incluso para estudios de mecanismos focales.

2) **Registros de pozo.** Alrededor del 6% de los acelerogramas catalogados (466) provienen de registros de sensores situados en pozos con diversas profundidades, que van desde 10 m hasta 102 m debajo del nivel del terreno. Estos registros pueden ser usados para el estudio de problemas específicos, como los efectos de amplificación locales.

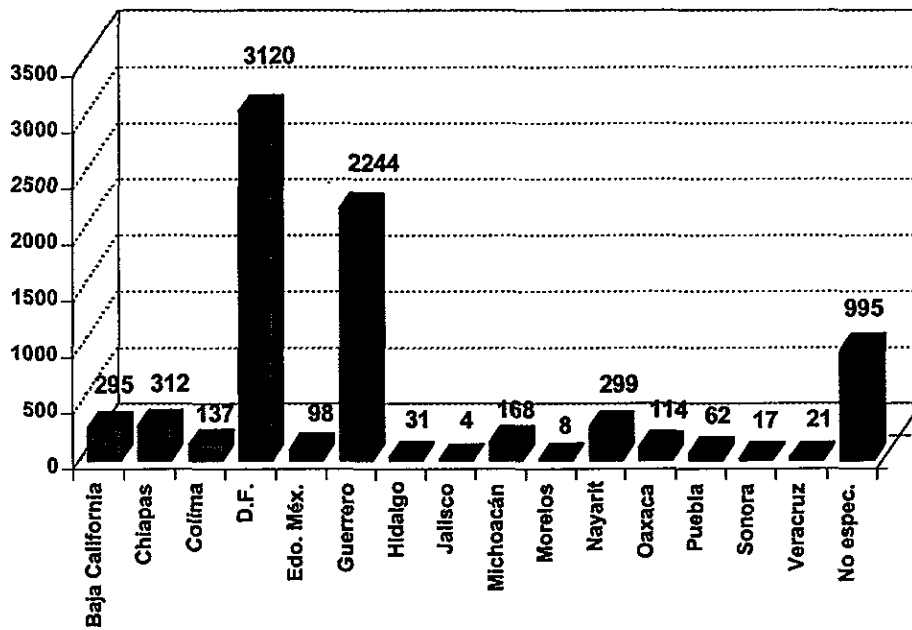
3) **Registros de estructuras.** Poco más del 32% de los registros (2559) fueron obtenidos de varias estructuras. Estos sitios incluyen estructuras de gran importancia desde el punto de vista de la ingeniería como presas y edificios. Estos registros son útiles para el análisis de la respuesta estructural dinámica y la interacción con el suelo, así como para el propio diseño de estas estructuras, tal como se menciona en la siguiente cita: "Entre otros beneficios, lo anterior (el sistema Base Mexicana de Sismos Fuertes) será muy valioso para el diseño más seguro de las grandes obras de ingeniería de nuestro país" (22, 1996).

La distribución de los acelerogramas de acuerdo a esta clasificación se muestra en la figura 7.10



(1) A partir de 1993 el CIRES se hizo cargo de la red FICA

Fig 7.7 Producción de acelerogramas por institución (1961 - 1995)



Nota: No hay ningún acelerograma registrado en los estados cuyo nombre no aparece en esta gráfica.

Fig 7.8 Distribución del registro de acelerogramas por estado de la república (Compárese con la tabla 7.1)

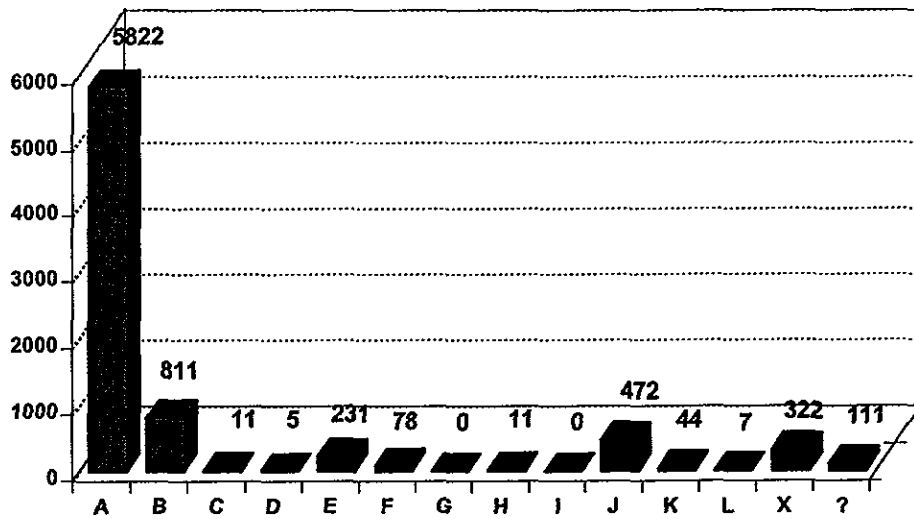


Fig 7.9 Distribución de acelerogramas de acuerdo a su calidad de registro (véase la descripción de la tabla CALIDAD.DBF en el anexo B)

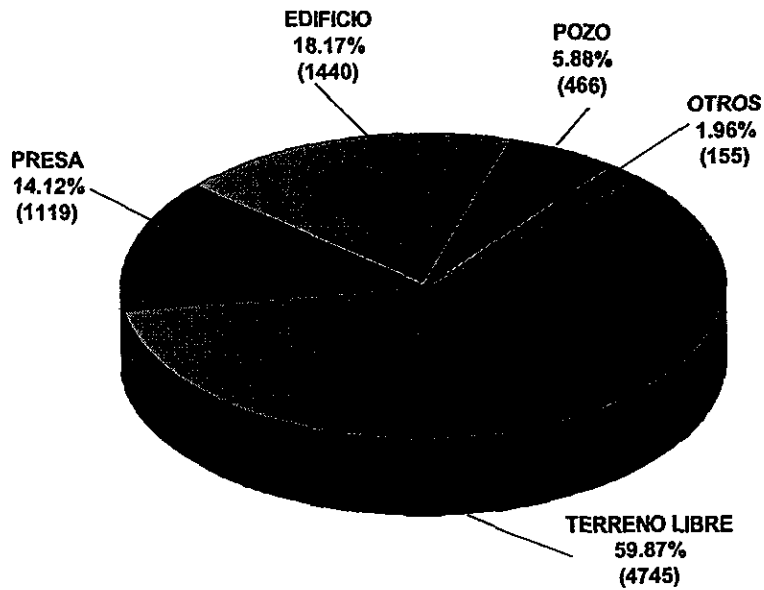


Fig 7.10 Distribución de acelerogramas de acuerdo al tipo del lugar de la estación que los registró

## 7.6 Evolución y producción de las redes acelerográficas

Las gráficas que muestran la evolución y producción de las redes acelerográficas a nivel nacional se dan en las figuras 7.11 a 7.14.

En la figura 7.11 se muestra en forma comparativa el crecimiento acumulado de registros junto con el crecimiento de la red acelerográfica. Es claro que a partir de 1985 el número de estaciones y en consecuencia la producción de registros fue incrementándose uniformemente, tendencia que se sigue manteniendo. La distribución por año del número de registros y el número de sismos ocurridos que produjeron al menos un acelerograma se muestra en la figura 7.12. Como puede apreciarse en esta gráfica, la producción importante de registros inicia propiamente a fines de la década de los setenta. La gráfica de la figura 7.13 muestra la misma información pero en forma acumulada. Se aprecia una clara tendencia exponencial que, si se extrapola al año 2000 daría una estimación del orden de 22,400 acelerogramas (figura 7.14). Este pronóstico motiva a pensar en la necesidad de comenzar a establecer los sistemas de procesamiento, almacenamiento, análisis y disseminación apropiados para manejar este volumen de datos. En este sentido el esfuerzo de compilar la base mexicana es un primer paso para ordenar la información y que se adecuará en el futuro para los nuevos datos que se vayan generando (19, 1995).

AÑO	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1992	1993	1995
ACELS.	0	9	22	118	250	637	2530	3824	5223	7925
APARATOS	2	5	25	80	100	150	269	303	339	488

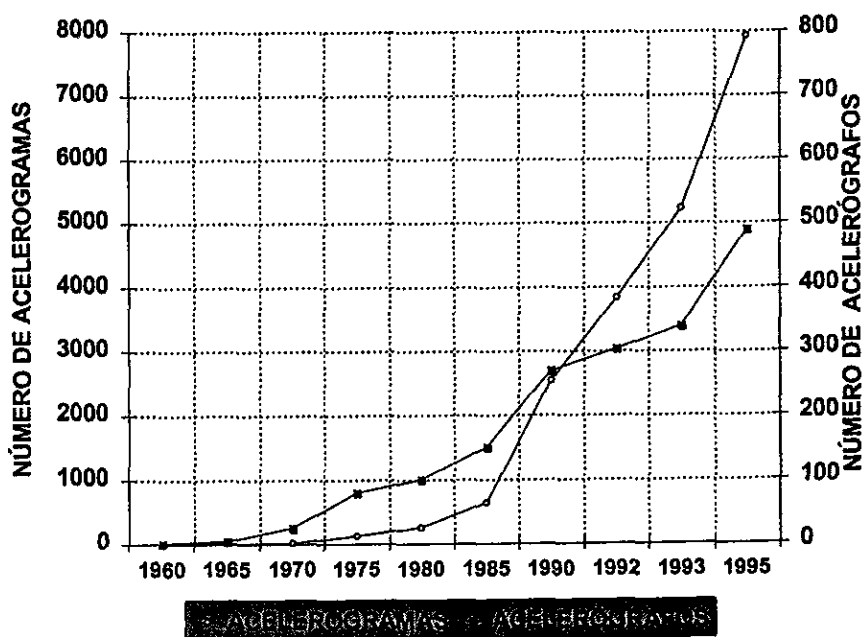


Fig 7.11 Productividad y crecimiento de la red acelerográfica (1960 - 1995)  
[Figura modificada de la original publicada en (19, 1995)]

AÑO	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
NUM. SISMOS	1	3	0	1	1	2	0	2	0	3	4	4	9	8	18	4	3	24
NUM. ACELS	1	5	0	1	2	8	0	2	0	3	11	8	20	11	46	6	5	45

AÑO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
NUM. SISMOS	6	8	23	9	14	7	75	57	84	47	94	84	103	104	139	153	147
NUM. ACELS	39	37	51	40	55	36	205	156	253	200	601	683	618	676	1399	1300	1402

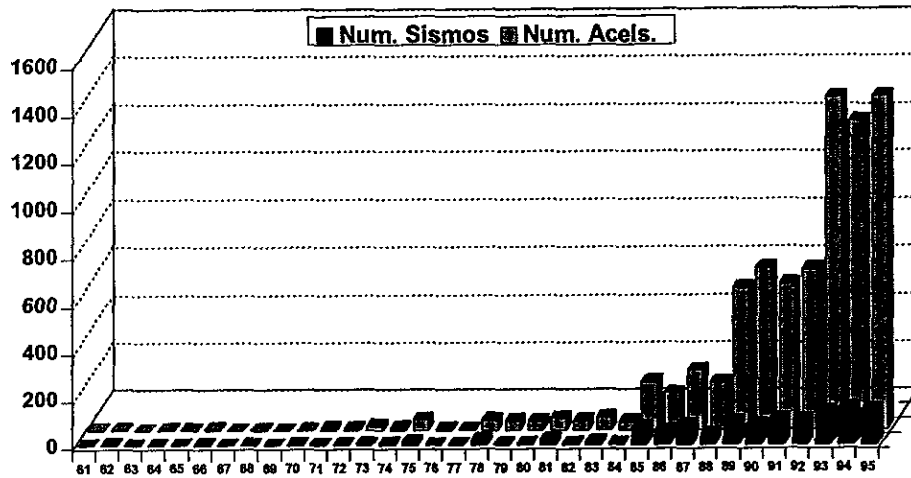


Fig 7.12 Distribución de sismos y registros acelerográficos (1961 - 1995)  
[Figura modificada de la original publicada en (19, 1995)]

AÑO	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
NUM. ACELS	1	5	0	1	2	8	0	2	0	3	11	8	20	11	46	6	5	45
ACUMU-LADO	1	6	6	7	9	17	17	19	19	22	33	41	61	72	118	124	129	174

AÑO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
NUM. ACELS	39	37	51	40	55	36	205	156	253	200	601	663	618	676	1399	1300	1402
ACUMU-LADO	213	250	301	341	396	432	637	793	1046	1246	1847	2530	3148	3824	5223	6523	7925

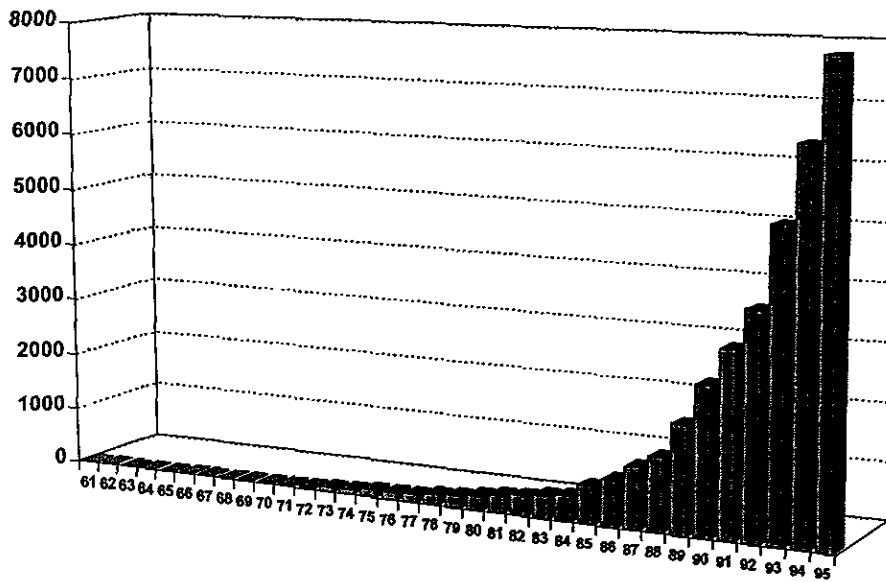


Fig 7.13 Acelerogramas acumulados (1961 - 1995)  
 [Figura modificada de la original publicada en (19, 1995)]

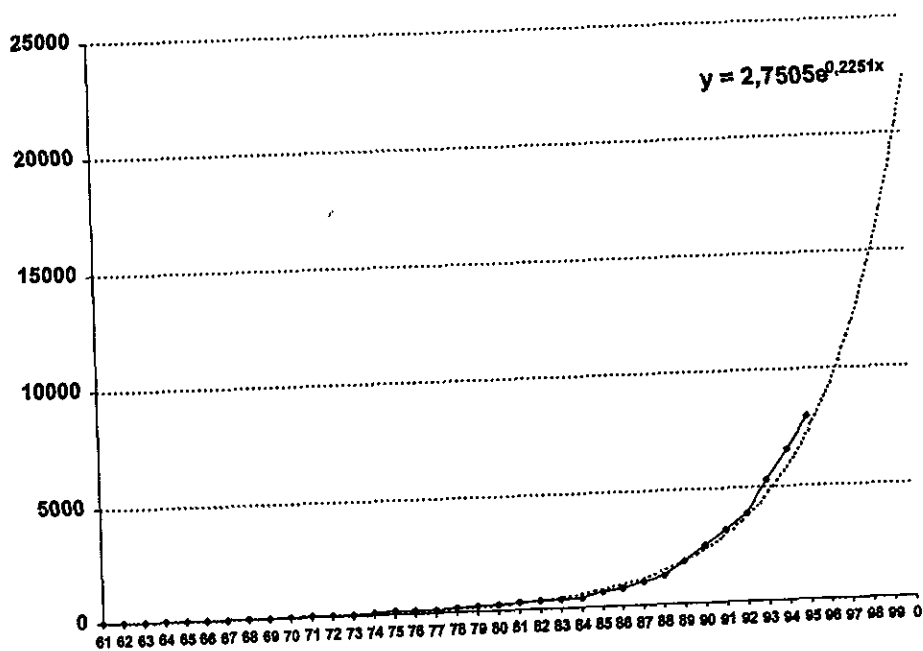


Fig 7.14 Extrapolación del número de acelerogramas para los años 1996 al 2000



## CAPÍTULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Si hay una rama de la ingeniería que necesita apoyarse primordialmente en datos de campo, esta es la ingeniería sísmica; y de dichos datos, con mucho, los más valiosos son los registros de sismos fuertes. El papel toral que desempeñan tales registros obedece a lo sumamente complejos que son los procesos sismogénicos, los de transmisión, atenuación y amplificación de las ondas generadas y los de interacción suelo-estructura y respuesta estructural, al grado que todas las teorías que al respecto se han desarrollado necesitan hacer uso de los registros y aún así siguen preñadas de enormes incertidumbres....*

*Emilio Rosenblueth  
(Prólogo a la publicación: "Base Nacional de Sismos Fuertes. Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960 - 1992")*

#### 8.1 Conclusiones

A la fecha de terminación de este trabajo, se tienen finalizados los inventarios y catálogos de las estaciones acelerográficas que existen en el país, así como los datos de cada institución que las opera. Igualmente se ha completado el inventario de los datos más relevantes de los acelerogramas que estas estaciones han producido desde 1961 hasta 1995 junto con sus sismos asociados. La mayor parte de esta información ha sido integrada por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica en tres libros cuyos títulos son:

- ◆ "Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes, Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960-1992", publicado en septiembre de 1993 (14, 1993).
- ◆ "Base Nacional de Datos de Sismos Fuertes. Catálogo de Acelerogramas 1960-1993", publicado en junio de 1995 (19, 1995).
- ◆ "Base Mexicana de Datos Sismos Fuertes. Actualización de los Catálogos de Estaciones a 1995 y Acelerogramas a 1994. Catálogo de los registros de los temblores del 14 de septiembre, 9 y 21 de octubre de 1995", publicado en mayo de 1996 (20, 1996).

Con la publicación de estos catálogos por primera vez se ha logrado compilar y publicar toda la información acelerográfica generada en México de 1960 a 1995.

Además desde 1991 hasta la fecha se han mantenido las actualizaciones de los datos de las estaciones, de los registros acelerográficos producidos y de los sismos que los generaron, permitiendo con ello que se mantenga lo más al día posible la información contenida en la base de datos.

Por otro lado, tomando los datos de la base presentada, se generaron los archivos interfaz que contienen entre el **44%** al **55%** de los datos del encabezado de los archivos estándar de aceleración, los cuales una vez terminados, permitieron crear un gran banco de datos con **4659 acelerogramas** producidos durante el período de **1992 a 1995**. Una vez generados estos archivos estándar se produjo el **primer disco compacto (CD-ROM) de la Base Mexicana de Sismos Fuertes (27, 1997)**. Este disco cuenta con un programa de búsqueda para poder seleccionar con facilidad los datos de interés, ya sea por parámetros de los sismos que produjeron registros acelerográficos como: lugar, fecha, magnitud o bien por información propia de los registros acelerográficos como: aceleraciones máximas, fecha de ocurrencia, estación en la que se registró el acelerograma, etc. Cabe hacer notar que el sistema de recuperación de datos del disco compacto toma para sus búsquedas los datos de las tablas (archivos) de la base descrita en este trabajo. Respecto a los acelerogramas que se hayan registrado en el período de 1961 a 1991, así como de 1996 en adelante, se espera que una vez transformados al formato ASCII estándar se publiquen subsecuentes discos compactos.

Asimismo, está en desarrollo una página en el World Wide Web de Internet sobre la Base Mexicana de Sismos Fuertes, a través de la cual el usuario interesado podrá consultar los distintos bancos de datos y solicitar el envío de los acelerogramas que sean de su interés (26, 1996).

Debido a la evolución y crecimiento del sistema desde 1991 hasta la fecha y una vez que se ha publicado el disco compacto con el casi 60% de los acelerogramas catalogados en la base hasta 1995 ya transformados al formato ASCII estándar, se espera que de aquí en adelante se podrá diseminar la información acelerográfica a nivel nacional y mundial a través de los diversos medios descritos: catálogos impresos, discos compactos y la red de computadoras Internet.

Actualmente, gracias a la infraestructura ya creada, se tiene una plataforma inicial que ha permitido capturar, almacenar, procesar y difundir de una manera más eficiente la enorme cantidad de información de temblores fuertes que se ha producido y continúa produciéndose en México y que, para el año 2000, se estima será tres veces mayor a lo catalogado hasta 1995. Para dar una idea del **volumen de información** que se tiene actualmente catalogado, basta mencionar que si los **7925 acelerogramas inventariados hasta 1995** estuvieran en el formato ASCII estándar, **ocuparían más de 2 Gigabytes, o bien equivaldrían a casi 16 días 11 horas de grabación continua (alrededor de 395 horas)**.

Se espera que a partir de esta infraestructura, se podrán desarrollar sistemas más eficientes y poderosos que permitan una explotación más flexible de la información ya capturada de estaciones, sismos y acelerogramas.

Con la sólida infraestructura instrumental que actualmente se tiene, el catálogo histórico de registros acelerográficos, el banco de datos estandarizado de acelerogramas y la extensa investigación realizada y en curso, México participa en el esfuerzo global por entender mejor la naturaleza de los temblores y mitigar sus consecuencias (14, 1993).

En resumen, con esta base de datos de movimientos fuertes, científicos, ingenieros y profesionales en México y otros países tendrán por primera vez acceso a esta valiosa

información que sobre un extenso espectro de acelerogramas, datos de sismos e instrumentación se ha recopilado en México desde 1960. La apertura de esta nueva ventana de información seguramente estimulará aún más la investigación en campos de la sismología de movimientos fuertes e ingeniería sísmica, la que contribuirá a comprender mejor la naturaleza de los sismos en México y a mitigar sus efectos (26,1996).

## **8.2 Recomendaciones**

Las expansiones y mejoras necesarias al sistema actual que se recomendarían a mediano plazo se podrían resumir en los siguientes puntos:

- Modificar la estructura de la tabla ACELEROG.DBF para que permita almacenar la información de aparatos con más de tres canales, o bien diseñar y crear una nueva estructura de tablas para contener estos datos.
- Revisar todas las orientaciones de los canales para permitir uniformizar el formato de los rumbos.
- Diseñar las tablas y sus procesos asociados para almacenar la información geotécnica de cada sitio donde haya alguna estación acelerográfica en terreno libre y pozos.
- Modificar la estructura de la tabla APARATOS.DBF o bien crear nuevas tablas para permitir agregar más información de los instrumentos que hayan producido algún acelerograma, como por ejemplo: la frecuencia natural de los sensores, su amortiguamiento, el umbral de disparo, etc. Asimismo, se necesitaría crear los procesos asociados para manejar estos datos.
- Recabar y dar de alta la información concerniente a los daños e intensidades de los sismos que han producido algún acelerograma.
- Diseñar e instrumentar los módulos necesarios para permitir mayor explotación de la información contenida en el disco compacto. Por ejemplo: poder seleccionar sobre un mapa de la República Mexicana una zona de interés y obtener los acelerogramas de esa región a través de combinaciones de parámetros (fecha, magnitud, etc.); poder obtener la distancia de las estaciones al epicentro de los diferentes sismos que hayan producido algún registro acelerográfico.
- Diseñar e instrumentar la migración del sistema de captura de datos hacia el ambiente Windows y permitir su uso en red, o bien efectuar la migración del sistema hacia una arquitectura cliente-servidor, permitiendo incluso que cada institución modifique sus datos de estaciones y acelerogramas a través de la página WEB de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes.
- Por último, se sugiere poner mucha atención en la elección de la futura plataforma de base de datos adonde se traslade la información del actual sistema, pues debiera ser un sistema de base de datos realmente relacional, ya que este tipo de sistema tiene ventajas importantes, entre las que resaltan:

- ◆ Permite múltiples usuarios.
- ◆ Dirige el acceso concurrente a datos compartidos.
- ◆ Coordina la compartición de procesos.
- ◆ Garantiza la seguridad de los datos, pues puede proteger a los mismos de accesos no autorizados.
- ◆ Garantiza la integridad de los datos, ya que una base de datos relacional diseñada correctamente limita, elimina y previene la redundancia de los datos.

Este último punto, ha sido uno de los más problemáticos en el esquema actual de la base, pues ha sido necesario programar mucho código para mantener dicha integridad.

Además, los sistemas de bases de datos relacionales permiten un almacenamiento y una recuperación fácil y eficiente gracias a la utilización de herramientas como el **SQL** (**Structured Query Language** = lenguaje de interrogación estructurado), el cual tiene la gran ventaja de ser un lenguaje estándar para la manipulación de bases de datos relacionales, y mediante su uso se tendrían grandes beneficios en la explotación de toda la información existente en la base.

## CAPÍTULO IX

### BIBLIOGRAFÍA

*Η αγάπη των βιβλίων είναι  
η αγάπη της σοφίας.*

*(El amor a los libros es  
amor a la sabiduría.)*

1. Zeevaert, Leonardo (1963), "**Mediciones y cálculos sísmicos durante los temblores registrados en la Ciudad de México en mayo de 1962**", Boletín de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, volumen 1, número 1, pp 1-16.
2. Figueroa, A. Jesús (1971), "**Sismicidad en la Cuenca del Valle de México**", Instituto de Ingeniería, UNAM, número 289, p. 243.
3. Ullman, D.J. (1982), "**Principles of Database Systems**", Computer Science Press, USA, 484 pp.
4. Walker B., Editors of Time-Life Books (1982), "**Planet Earth. Earthquake**", Time-Life Books, 176 pp.
5. Fundación ICA (1986), "**Experiencias derivadas de los sismos de septiembre de 1985**", editorial Limusa, México, 133 pp.
6. Suárez R.G., Jiménez J. Z. (1988), "**Sismos en la ciudad de México y el terremoto del 19 de septiembre de 1985**", Cuadernos del Instituto de Geofísica número 2, 1ª. edición, México, 52 pp.
7. Nantucket (1990), "**Clipper 5.0 Reference**", E.U.A.
8. Pérez, Ayala A. (1990), "**Biblioteca de Funciones NEWLIB para Clipper**", INPROCON, México.
9. Pérez, Ayala A. (1991), "**Grapper.lib: Biblioteca Gráfica para el Compilador Clipper**", Memorias de la Séptima Conferencia Internacional: las Computadoras en las Instituciones de Educación y de Investigación, UNAM-UNISYS, México, pp 89-95.
10. Meli, Piralla R. (1992), "**Importancia del Simposio Instrumentación Sísmica de Temblores Fuertes**", Memorias del Simposio de Instrumentación Sísmica de Temblores Fuertes, Cenapred, México, pp 5-7.
11. Medina, Morán S., Quaas, Weppen R. (1992), "**Diseño de una base de datos acelerográfica a nivel nacional**", Memorias de la Octava Conferencia Internacional: Las Computadoras en las Instituciones de Educación y de Investigación, UNAM-UNISYS-DGSCA, México, pp 109-121.

12. Medina Morán S., Quaas Weppen R. (1993), "**Arquitectura de la Base Nacional de Sismos Fuertes**", Memorias del X Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica en Puerto Vallarta, Jal., México, editado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, México, pp 125-132.
13. Quaas R., Otero J.A., Medina S. y Espinosa J.M. (1993), "**Base Nacional de Sismos Fuertes: Catálogo de Estaciones Acelerográficas**", Memorias X Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Puerto Vallarta, Jal., México, pp 244-250.
14. Quaas W. Roberto, Otero P. Juan A., Medina M. Salvador, Espinosa A. Juan M., Aguilar B. Humberto, González E. Mario (1993), "**Base Nacional de Sismos Fuertes. Catálogo de Estaciones Acelerográficas 1960-1992**", editado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, México, 210 pp.
15. Barker Richard (1994), "**El modelo entidad-relación. CASE\*METHOD™**", Addison Wesley/Díaz de Santos, E.U.A., 241 pp.
16. Espíndola J.M., Jiménez Z. (1994), "**Terremotos y Ondas Sísmicas**", Cuadernos del Instituto de Geofísica número 1, 2ª. edición, México, 52 pp.
17. Bobchin Craig, Glenn Bernice (1995), "**PowerPoint® 4 para Windows™. Paso a paso**", Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 363 pp.
18. Quaas W. Roberto (1995), "**35 Años de Instrumentación y Registro de Temblores Fuertes en México**", La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de septiembre de 1985 (M=8.1). Monografía número 2 Unión Geofísica Mexicana, México, pp 191-197.
19. Quaas W. Roberto, Medina M. Salvador, Alcántara N. Leonardo, Javier C. Clara, Espinosa A. Juan M, Mena S. Enrique, Otero P. Juan A., Contreras G. Oscar, Munguía O. Luis (1995), "**Base Nacional de Sismos Fuertes. Catálogo de Acelerogramas 1960-1993**", editado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, México, 499 pp.
20. Alcántara L., Andrade E., Espinosa J.M., Flores J.A., González F., Javier C., Legorreta M., López B., Macías M., Medina S., Mena E., Munguía L., Otero J.A., Pérez C., Quaas R., Sandoval, H., Vázquez R. (1996), "**Base Mexicana de Sismos Fuertes. Actualización de los Catálogos de Estaciones a 1995 y Acelerogramas a 1994. Catálogo de los registros de los temblores del 14 de septiembre, 9 y 21 de octubre de 1995**", editado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, México, 211 pp.
21. García C.E., Cruz D.M. (1996), "**Sistema de procesamiento de archivos ASCII estándar de aceleración**", Tesis, Facultad de Ingeniería, UNAM.
22. Gasca Neri Rogelio (1996), **Oficio No. 1-0296** dirigido al Ing. Edmundo Moreno Gómez, Comisión Federal de Electricidad.

23. Quaas R., Alcántara L., Pérez C., López B., Medina S., Flores J.A., Javier C., Vázquez R., Mena E., Espinosa J.M. y Otero J.A. (1996), **"El Archivo Estándar de Aceleración Versión 2.0. Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes"**, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.
24. Quaas R., L. Alcántara L., Espinosa J.M., Mena E., Otero J.A., Medina S., Javier C., López B., Pérez C., Vázquez R., Flores J.A., González F. (1996), **"La Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes. Un sistema que integra la información acelerográfica registrada en México en los últimos 35 años"**, Revista de Ingeniería Sísmica, número 51, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, pp 1-12.
25. Quaas R., Medina S., Alcántara L., Mena E., Espinosa J.M., Otero J.A., Javier C., Contreras O., Munguía L. (1996), **"Mexican Strong Motion Database. An integrated system to compile accelerometer data from the past 35 years"**, Proceedings of the Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, México.
26. Quaas R., Alcántara L., Espinosa J.M., Mena E., Otero J.A., Medina S., Javier C., López B., Pérez C., Vázquez R., Flores J.A., González F. (1996), **"Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes. Un sistema que integra la información acelerográfica registrada en México en los últimos 35 años"**, Cuadernos FICA número 12, Fundación FICA, México, 22 pp.
27. L. Alcántara, E. Andrade, J.M. Espinosa, J.A. Flores, F. González, C. Javier, B. López, M.A. Macías, S. Medina, E. Mena, L. Munguía, J.A. Otero, C. Pérez, R. Quaas, J. A. Roldán, H. Sandoval, R. Vázquez. (1997), **"Base Mexicana de Sismos Fuertes. Disco Compacto Volumen 1"**, editado por el Centro Nacional Editor de Discos Compactos de la Universidad de Colima.

## ANEXO A

### INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE LA "BASE MEXICANA DE DATOS DE SISMOS FUERTES"

*No prometas imposibles porque irás hacia la nulidad,  
promete poco hurgando un punto y entrarás al sagrado  
lecho de la naturaleza.*

*Mary W. Shelley (en su obra "Frankenstein")*

El 11 de julio de 1992 se firmó en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el "Acuerdo de colaboración para la implantación y operación de una base de datos nacional de registros sísmicos de movimientos fuertes", para que las diversas instituciones cooperaran y unieran esfuerzos para la creación de la "Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes". El convenio fue suscrito por las siguientes instituciones (en orden alfabético), que han aportado valiosos recursos humanos y financieros para alcanzar las metas propuestas:

- Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, A.C., CIRES
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, CENAPRED
- Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Ingeniería Experimental y Control, GIEC-CFE
- Fundación ICA A.C., FICA (a partir de 1993 el CIRES se hizo cargo de la red de FICA)
- Instituto de Ingeniería, UNAM, I de I UNAM

Asimismo, aunque las anteriores instituciones fueron las firmantes del acuerdo, otras instituciones que a continuación se citan, cooperaron con datos de sismos, estaciones y registros acelerográficos para la integración de la información de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes.

- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
- Centro Mundial de Comercio, WTC
- Gerencia de Estudios en Ingeniería Civil, Departamento de Sismotectónica, CFE.
- Instituto de Geofísica de la UNAM
- Mackay School of Mines, Seismological Laboratory, University of Reno Nevada, EUA
- Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica, RIIS, compuesta por:
  - Universidad Autónoma Metropolitana
  - Universidad Autónoma de Guerrero
  - Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
  - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
  - Universidad Autónoma del Estado de México
  - Universidad Autónoma del Estado de Chiapas
  - Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente



- Instituto de Investigaciones para la Ingeniería A.C. y Ayuntamiento de la Ciudad de Guadalajara
- Universidad Autónoma de Puebla, UAP

Por último, debe mencionarse que la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica apoyó desde sus inicios el proyecto de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes y por medio de su intervención fueron publicados los catálogos de estaciones y acelerogramas, así como el propio disco compacto.

## ANEXO B

## CONTENIDO DE LAS TABLAS AUXILIARES DEL SISTEMA

*Un hombre va al saber como a la guerra: bien despierto,  
con miedo, con respeto y con absoluta confianza.  
Ir en cualquier otra forma al saber o a la guerra es un error,  
y quien lo cometa vivirá para lamentar sus pasos.*

*Carlos Castaneda (en su obra "Las Enseñanzas de Don Juan")*

**TABLA: TIPOSEST.DBF**

**Contenido:** Catálogo de los diferentes tipos lugares donde se pueden instalar las estaciones acelerográficas.

**Nota:** Para cada estación puede haber solo un tipo de lugar.

**Datos Actuales:**

CLAVE	DESCRIPCION
1	Terreno libre.
2	Presa.
3	Edificio.
4	Pozo.
9	Otro tipo de estructura.

**Tabla B.1 Datos actuales de la tabla TIPOSEST.DBF**

**TABLA: EDOPERAT.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información concerniente a los diferentes tipos de estados de operación que puede tener una estación acelerográfica.

**Nota:** Cada estación puede tener solo un estado de operación en un momento dado.

**Datos Actuales:**

CLAVE CARACTER	CLAVE NUMERICA	DESCRIPCION
A	1	Actualmente en operación.
F	2	Fuera de operación en definitivo.
P	4	Prevista para su instalación.
R	5	Transferida a otra institución.
T	3	Fuera de operación temporalmente.
Y	6	Estado no especificado.

**Tabla B.2 Datos actuales de la tabla EDOPERAT.DBF**

**TABLA: PROCESAM.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información de los diferentes niveles de procesamiento que puede tener un acelerograma.

**Nota:** Un acelerograma puede tener cero, uno o varios niveles de procesamiento, si no tiene nivel de procesamiento indicado quiere decir que está en formato digital con datos crudos. Asimismo, puede tener el nivel de procesamiento V, D, R que indicaría que se tiene el filtrado, la integración, la doble integración y el cálculo de respuesta de los datos.

**Datos Actuales:**

#	CLAVE	DESCRIPCION
1	N	El acelerograma no se encuentra disponible en forma digital.
2	F	Los datos del acelerograma están filtrados.
3	V	Se cuenta con los datos de velocidad, es decir, se tiene el filtrado y la integración de los datos del acelerograma.
4	D	Se cuenta con los datos de desplazamiento, es decir, se tiene el filtrado y la doble integración de los datos del acelerograma.
5	R	Se cuenta con los datos del cálculo del espectro de respuesta de los datos del acelerograma.

**Tabla B.3 Datos actuales de la tabla PROCESAM.DBF**

**TABLA: SISMFTE.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información de las diferentes fuentes que han dado datos de localización de sismos que han producido algún acelerograma.

**Nota:** Cada fuente de información debe tener una clave única.

**Datos Actuales:**

#	CLAVE	DESCRIPCION
1	AM	A. Martinez - Centro Nacional de Prevención de Desastres.
2	CC	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
3	CV	C. Valdés - Instituto de Geofísica, UNAM.
3	FE	CFE. Gerencia de Estudios en Ingeniería Civil. Departamento de Sismotectónica.
4	IG	Servicio Sismológico Nacional. Instituto de Geofísica, UNAM (I de G UNAM - SSN).
4	II	Instituto de Ingeniería, UNAM (I de I UNAM).
5	JF	J. Figueroa - Instituto de Ingeniería, UNAM.
6	KS	S.K. Singh - Instituto de Geofísica, UNAM.
7	UG	National Earthquake Information Center, United States Geological Survey (NEIC, USGS).

**Tabla B.4 Datos actuales de la tabla SISMFTE.DBF**

**TABLA: REPMEXIC.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la clave y el nombre de los estados de la República Mexicana, usado para determinar en que estado de la República se encuentra cada estación.

**Nota:** Una estación puede tener asociado solo un estado de la República, sin embargo, para algunas estaciones que se encuentran entre el estado de Guerrero y Michoacán y cuya ubicación no permitía determinar con certeza en que estado fueron instaladas, se decidió crear una nueva clave.

**Datos Actuales:**

CLAVE	DESCRIPCION
1	Aguascalientes
2	Baja California
3	Baja California Sur
4	Campeche
5	Chiapas
6	Chihuahua
7	Coahuila
8	Colima
9	Distrito Federal
10	Durango
11	Estado de México
12	Guanajuato
13	Guerrero
14	Hidalgo
15	Jalisco
16	Michoacán
17	Morelos
18	Nayarit
19	Nuevo León
20	Oaxaca
21	Puebla
22	Querétaro
23	Quintana Roo
24	San Luis Potosí
25	Sinaloa
26	Sonora
27	Tabasco
28	Tamaulipas
30	Veracruz
31	Yucatán
32	Zacatecas
33	Michoacán – Guerrero

**Tabla B.5 Datos actuales de la tabla REPMEXIC.DBF**

**TABLA: TIPOSINS.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene información básica concerniente a los diferentes tipos de acelerógrafos que han sido usados en el registro de acelerogramas.

**Nota:** Para cada estación en una fecha determinada y para cada acelerograma puede haber solo un instrumento asociado.

**Datos Actuales:**

#	CLAVE	TIPO(*)	MODELO	FABRICANTE	PAIS DE ORIGEN
1	A0	A	SMAC-B	Akashi	Japón
2	A1	D	SMAC-MD	Akashi	Japón
3	A2	A	AR-240	Teledyne	E.U.A.
4	AD	D	ADII-4	Idel UNAM CENAPRED	México
5	AK	D	K2	Kinematics	E.U.A.
6	AN	D	ADN-4	SISME	México
7	GS	D	GSR-12	Terra Technology	E.U.A.
8	I2	D	ADII-2	Idei UNAM	México
9	K1	D	SSA-1	Kinematics	E.U.A.
10	K2	D	SSA-2	Kinematics	E.U.A.
11	K3	D	SSA-16	Kinematics	E.U.A.
12	KD	D	DSA-1	Kinematics	E.U.A.
13	KE	D	ALTUS-ETNA	Kinematics	E.U.A.
14	KP	D	PDR-1	Kinematics	E.U.A.
15	KS	A	SMA-1	Kinematics	E.U.A.
16	RF	A	RFT-250	Teledyne	E.U.A.
17	SA	A	SISMEX-A	Idel UNAM	México
18	T0	D	DCA-300	Terra Technology	E.U.A.
19	T1	D	DCA-310	Terra Technology	E.U.A.
20	T3	D	DCA-333	Terra Technology	E.U.A.
21	T4	D	DCS-302	Terra Technology	E.U.A.
22	TR	D	DCA-333R	Terra Technology	E.U.A.
23	TS	D	IDS-3602	Terra Technology	E.U.A.

(\*) A = Analógico, D = Digital

Tabla B.6 Datos actuales de la tabla TIPOSINS.DBF

**TABLA: CALIDAD.DBF**

**Contenido:** Catálogo que contiene la información referente a los diferentes tipos de calidades que puede tener un registro acelerográfico.

**Nota:** Un acelerograma puede tener solo un atributo referente a su calidad. Si un acelerograma fue dividido ya sea para su procesamiento o por alguna otra razón, para fines del catálogo deben registrarse como "n" acelerogramas para la misma fecha.

**Datos Actuales:**

#	CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	A	Registro digital completo con tiempo absoluto correcto.
2	B	Registro digital completo, carece de tiempo absoluto.
3	C	Registro digital al que le falta una parte al final, tiempo absoluto correcto.
4	D	Registro digital al que le falta una parte al final, no tiene tiempo absoluto.
5	E	Registro digital al que le falta una parte al inicio con tiempo absoluto.
6	F	Registro digital al que le falta una parte al inicio sin tiempo absoluto.
7	G	Registro analógico al que le falta una parte al inicio con tiempo absoluto. Digitalización automática.
8	H	Registro analógico al que le falta una parte al inicio sin tiempo absoluto. Digitalización automática.
9	I	Registro analógico al que le falta una parte al inicio con tiempo absoluto. Digitalización semiautomática o manual.
10	J	Registro analógico al que le falta una parte al inicio sin tiempo absoluto. Digitalización semiautomática o manual.
11	K	Registro analógico no digitizable debido a que sus amplitudes son muy pequeñas.
12	L	Registro analógico sin proceso de digitalización.
13	X	Registro incompleto en su parte intensa, o con muchos "glitches", o película atorada, o dudoso por alguna falla del aparato. En general un acelerograma no confiable que solo permite tener una idea aproximada de los valores máximos.

**Tabla B.7 Datos actuales de la tabla CALIDAD.DBF**

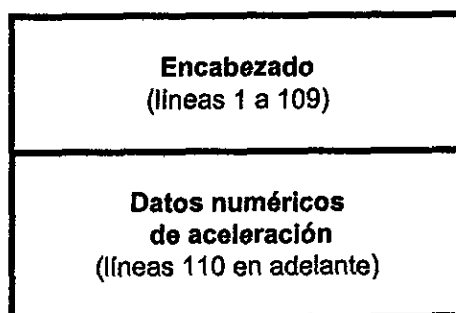
## ANEXO C

### DESCRIPCIÓN LÍNEA POR LÍNEA DEL “ARCHIVO ESTÁNDAR DE ACCELERACIÓN”

*Es mucho más difícil juzgarse a sí mismo que juzgar a los demás.  
Si logras juzgarte bien a tí mismo serás un verdadero sabio.*

*Antoine de Saint Exupery (en su obra “El Principito”)*

Como se mencionó en el capítulo V, el Archivo Estándar de Aceleración consta de dos partes: un encabezado con los datos de identificación del acelerograma y los datos numéricos de aceleración (23,1996).



#### I. Encabezado

El encabezado consta de 109 líneas. Sus datos están organizados bajo doce rubros:

1. Título del registro (de la línea 1 a la 6).
2. Identificación del tipo de archivo (líneas 7 y 8).
3. Nombre del archivo, fecha y hora de creación (líneas 9 y 10).
4. Referencia del registro en el Catálogo de Acelerogramas (línea 11).
5. Datos de la estación (líneas 15 a 32).
6. Datos del acelerógrafo (líneas 33 a 55).
7. Datos del sismo (líneas 56 a 66).
8. Datos del acelerograma (líneas 67 a 83).
9. Calidad del acelerograma (líneas 84 a 88).
10. Comentarios sobre el registro (líneas 89 a 99).
11. Espacio reservado para uso futuro (líneas 100 a 103).
12. Encabezado de los datos de aceleración (líneas 105 a 109).

Cada línea del encabezado está dividida en dos partes separadas por un delimitador ":" en la columna 40 (con excepción de algunas líneas que ocupan las 80 columnas o más). Las dos partes son:

- de la columna 1 a la columna 39 es el área para el identificador del dato.
- de la columna 42 en adelante es el área para los datos. La columna 41 siempre tendrá un espacio y el primer carácter del dato comenzará siempre en la columna 42.

En previsión de la utilización de este formato con aparatos y registros con más de 3 canales, se ha considerado su estructura para contener información de 1 hasta 12 canales. De preferencia no deben utilizarse acentos ni símbolos extraños. Cada línea no está forzosamente limitada a 80 columnas, ya que en el caso de instrumentos con más de 3 canales los datos en algunas líneas pueden exceder este valor.

Cuando en una línea se especifica más de un dato, cada uno debe iniciar con el separador "/" el cual servirá como identificador de un nuevo dato.

A continuación se describe individualmente cada línea del encabezado:

**1.1 Título del registro (de la línea 1 a la 6):**

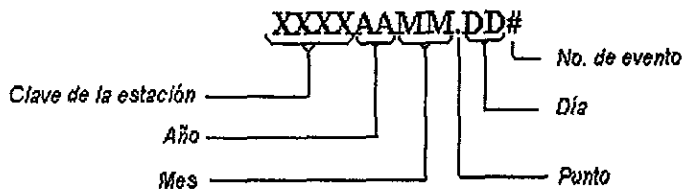
- Línea 1            Línea divisoria de 80 asteriscos.
- Líneas 2-5        : En este espacio se podrán poner con formato libre, datos de la institución, del registro o cualquier otra información.
- Línea 6            Línea divisoria de 80 asteriscos.

**1.2 Identificación del tipo de archivo (línea 7 y 8)**

- Línea 7            Título "ARCHIVO ESTANDAR DE ACELERACION".
- Línea 8            : Versión del formato de los datos del archivo.

**1.3 Nombre del archivo, fecha y hora de su creación (líneas 9 y 10):**

- Línea 9            : Nombre del archivo con el siguiente formato:



- Línea 10          : Fecha y hora en que fue creado el archivo.



#### **1.4 Referencia del registro en el Catálogo de Acelerogramas (línea 11)**

- Línea 11 : Referencia del registro en el Catálogo de Acelerogramas, SMIS 1995. Se especifica el N° de registro y la página correspondiente del catálogo.  
Línea 12 : Línea en blanco (para uso futuro).  
Línea 13 : Línea en blanco (para uso futuro).  
Línea 14 : Línea de separación de párrafo.

#### **1.5 Datos de la estación (líneas 15 a 32)**

- Línea 15 : Subtítulo "DATOS DE LA ESTACION:".  
Línea 16 : Nombre de la estación (se recomienda máximo 39 caracteres).  
Línea 17 : Clave de la estación. Son los primeros cuatro caracteres del nombre del archivo.
- Líneas 18-22 : Localización de la estación. 5 líneas (se recomienda máximo 39 caracteres cada una). Puede contener la localización, acceso a la misma y ubicación del sensor dentro de la estación (por ejemplo: pozo y profundidad, nivel dentro del edificio, etc.).
- Línea 23 : Latitud geográfica de la estación en grados.  
Línea 24 : Longitud geográfica de la estación en grados.  
Línea 25 : Altitud media sobre el nivel del mar, en metros.  
Líneas 26-28 : Descripción del tipo de suelo de la estación. 3 líneas ( se recomienda máximo 39 caracteres cada una).
- Líneas 29 y 30 : Institución responsable de la operación de la estación. 2 líneas (se recomiendan máximo 39 caracteres cada una).
- Línea 31 : Línea en blanco (para uso futuro).  
Línea 32 : Línea de separación de párrafo.

#### **1.6 Datos del acelerógrafo (líneas 33 a 55)**

- Línea 33 : Subtítulo "DATOS DEL ACELEROGRAFO:".  
Línea 34 : Modelo (y opcional marca) del aparato.  
Línea 35 : Número de serie del aparato.  
Línea 36 : Número de canales del aparato.  
Línea 37 : Orientación de los canales 1 hasta 6. Se da primero el rumbo y luego, opcionalmente para el caso de que el acelerógrafo se encuentre en una estructura, la ubicación del instrumento respecto a la estructura (por ejemplo: en presas, edificios, etc.). El rumbo y la orientación deberán estar separados por un ";". A su vez, cada dato de cada canal deberá estar separado por "/".
- Línea 38 : Orientación de los canales 7 hasta 12 igual que en la línea 37.  
Línea 39 : Velocidad o tasa de muestreo de los canales 1 hasta 6 en el orden canal 1,2,3... , separados por un "/"; expresada en *número de muestras/segundo*.  
Línea 40 : Velocidad o tasa de muestreo de los canales 7 hasta 12, igual que línea 39.

- Línea 41 : Escala completa de los sensores 1 hasta 6, en el orden canal 1,2,3..., separados por un "/"; expresada en *unidades de g* ( $g = \text{valor de la gravedad terrestre}$ ).
- Línea 42 : Escala completa de los sensores 7 hasta 12, igual que línea 41.
- Línea 43 : Frecuencia natural de los sensores 1 hasta 6, en el orden canal 1,2,3..., separados por un "/"; expresada en *Hz*.
- Línea 44 : Frecuencia natural de los sensores 7 hasta 12, igual que línea 43.
- Línea 45 : Amortiguamiento de los sensores 1 hasta 6, en el orden canal 1,2,3..., separados por un "/"; dato adimensional (fracción del amortiguamiento crítico).
- Línea 46 : Amortiguamiento de los sensores 7 hasta 12, igual que línea 45.
- Línea 47 : Intervalo de muestreo de los canales 1 hasta 6, en el orden canal 1,2,3..., separados por un "/"; expresada en *segundos*. El intervalo de muestreo está referido a un factor de decimación de 1, aunque en la línea 79 se especifique un factor distinto.
- Línea 48 : Intervalo de muestreo de los canales 6 hasta 12, igual que línea 47
- Línea 49 : Umbral de disparo de canales 1 hasta 6, en el orden canal 1,2,3..., separados por un "/"; expresado en *Gal (cm/s/s)*.
- Línea 50 : Umbral de disparo de canales 7 hasta 12, igual que línea 49.
- Línea 51 : Memoria o tiempo de preevento, expresado en *segundos*.
- Línea 52 : Tiempo de pos-evento, expresado en *segundos*.
- Línea 53 : Línea en blanco (para uso futuro).
- Línea 54 : Línea en blanco (para uso futuro).
- Línea 55 : Línea de separación de párrafo.

### **1.7 Datos del sismo (líneas 56 a 66)**

- Línea 56 : Subtítulo "DATOS DEL SISMO:".
- Línea 57 : Fecha del sismo, referido a la hora GMT.
- Línea 58 : Hora de ocurrencia en el epicentro, referido a la hora GMT.
- Línea 59 : Magnitud del sismo. Pueden especificarse varios tipos de magnitud, cada una separada por un "/".
- Línea 60 : Latitud geográfica del epicentro en grados.
- Línea 61 : Longitud geográfica del epicentro en grados.
- Línea 62 : Profundidad del hipocentro, en *kilómetros*.
- Líneas 63, 64: Fuente (institución) que proporcionó los datos epicentrales de acuerdo con la clave dada en la base de datos (máximo 39 caracteres).
- Línea 65 : Línea en blanco (para uso futuro).
- Línea 66 : Línea de separación de párrafo.

### **1.8 Datos del acelerograma (líneas 67 a 83)**

- Línea 67 : Subtítulo "DATOS DE ESTE REGISTRO:".
- Línea 68 : Hora de la primer muestra del acelerograma, referida a la hora GMT.
- Línea 69 : Exactitud con que fue registrado el tiempo, en *segundos*.

- Línea 70 : Duración total de las series de aceleración canales 1 hasta 6, en *segundos*.
- Línea 71 : Duración total de las series de aceleración canales 7 hasta 12, en *segundos*.
- Línea 72 : Número total de muestras de las series de aceleración canales 1 a 6.
- Línea 73 : Número total de muestras de las series de aceleración canales 7 a 12.
- Línea 74 : Valor máximo de aceleración de las series canales 1 hasta 6, en *Gal*.
- Línea 75 : Muestra en la cual ocurrió el máximo de la serie del canal 1 hasta 6.
- Línea 76 : Valor máximo de aceleración de las series canales 7 hasta 12, en *Gal*.
- Línea 77 : Muestra en la cual ocurrió el máximo de la serie del canal 7 hasta 12.
- Línea 78 : Unidades de los datos de aceleración de este registro.
- Línea 79 : Factor de decimación de los datos presentados.
- Línea 80 : Formato de los datos numéricos de aceleración presentados, formato tipo FORTRAN, 1 hasta 12 datos en campos fijos de 10 localidades cada uno.
- Línea 81 : Línea en blanco (para uso futuro).
- Línea 82 : Línea en blanco (para uso futuro).
- Línea 83 : Línea de separación de párrafo.

**1.9 Calidad del acelerograma (líneas 84 a 87)**

- Línea 84 : Subtítulo "CALIDAD DEL ACELEROGRAMA:".
- Líneas 85-87 : Hasta 3 líneas para el comentario sobre la calidad del acelerograma de acuerdo con la clasificación (clave) dada en la base de datos. Formato libre.
- Línea 88 : Línea de separación de párrafo.

**1.10 Comentarios sobre el registro (líneas 89 a 99)**

- Línea 89 : Subtítulo "COMENTARIOS:".
- Líneas 90-99 : 10 líneas para comentarios con formato abierto. En esta área se pudiese poner aclaración sobre el sismo, el registro o el aparato. También se pudiesen dar aquí los parámetros de corrección o de filtrado del registro.

**1.11 Espacio reservado para uso futuro (100 a 103)**

- Líneas 100-103 : Este espacio está reservado para futuras versiones pero puede ser utilizada por los usuarios para agregar algún dato importante de su interés.
- Línea 104 : Línea de separación de párrafo.

**1.12 Encabezado de los datos de aceleración (líneas 105 a109)**

- Línea 105 : Subtítulo "DATOS DE ACELERACION:"
- Línea 106 : Línea de rayas con demarcaciones de los campos (+) para los datos numéricos de 1 hasta 12 series de datos (solo se señalan 8). Cada campo forzosamente será de 10 localidades.
- Línea 107 : Identificadores de los canales 1 hasta 12 (solo se señalan 8), justificados a la derecha de cada campo.

- Línea 108 Orientación (rumbo y orientación estructural, separados por “;”) correspondiente a cada canal, justificado a la derecha de cada campo.
- Línea 109 Línea de rayas con demarcaciones de los campos (+) para los datos numéricos de 1 hasta 12 series (solo se señalan 8), igual que línea 106.

## **II. Datos de aceleración**

- Línea 110 Datos numéricos de aceleración de la muestra número 1 para los canales 1 hasta 12 con el formato especificado en la línea 80. Cada valor tiene un campo fijo de 10 localidades.
- Línea 111 Datos numéricos de aceleración de la muestra número 2 para los canales 1 hasta 12 con el formato especificado en la línea 80.
- . . . . .
- Línea 110+N Datos numéricos de aceleración de la muestra N para los canales 1 hasta 12 con el formato especificado en la línea 80.

## RECONOCIMIENTOS

Los datos recopilados en la base presentada han sido posibles gracias a la paciente y ardua labor de muchas personas, así como al decidido apoyo de las diversas instituciones involucradas. Sin embargo, de forma especial deseo patentizar mi agradecimiento y reconocimiento a:

Leonardo Alcántara N.  
Juan Manuel Espinosa A.  
José Alonso Flores G.  
Francisco González V.  
Clara Javier C.  
Alejandro Jiménez H.  
Bertha López N.  
José Miguel Madinaveitia.  
Enrique Mena S.  
Luis Munguía O.  
Juan Antonio Otero P.  
Citlali Pérez Y.  
Roberto Quaas W.  
Reyna Vázquez.

Que han contribuido directamente con sus ideas, tiempo y trabajo en la realización del proyecto de la "Base Mexicana de Sismos Fuertes".

Asimismo, Humberto Aguilar, Oscar Contreras, Mario González y Antonio Vidal, contribuyeron en forma destacada en las primeras etapas del proyecto.

Por último, deseo agradecer al Centro Nacional de Prevención de Desastres por brindarme la oportunidad de desarrollar este trabajo.