

ESTRUCTURA DE UNA BASE DE DATOS SISMICOS EN EL SISTEMA ORACLE Y CONSULTA A PARTIR DE APLICACIONES CGI

Igor VALDIVIA, Hernando TAVERA & Freddy CCALLO

*Centro Nacional de Datos Geofísicos – Sismología
Instituto Geofísico del Perú*

igorvalpol@axil.igp.gob.pe ;jtavera@geo.igp.gob.pe

RESUMEN

En este estudio se propone un procedimiento para el desarrollo de una Base de Datos Sísmicos haciendo uso del “Software de Base de Datos Oracle” y aplicaciones CGI para la consulta de información desde Internet. El trabajo considera una etapa de elaboración y preparación de *tablas* para el almacenamiento de la información, la descripción de los mecanismos de almacenamiento de la información en cada tabla y la generación de los medios adecuados para realizar la consulta de la información almacenada dentro de la Base de Datos. Para el almacenamiento de la información de tipo numérico/alfanumérico se ha utilizado una herramienta de Oracle denominada SQL*Loader y para los ficheros binarios la función BFILENAME ejecutada con la sentencia *Insert* desde el SQL*plus. La información puede ser almacenada y consultada en formato numérico/alfanumérico y binario. La consulta de la información puede ser realizada desde Internet mediante el uso de una serie de algoritmos elaborados en lenguaje C e instalados dentro del servidor Oracle. Para evaluar la estructura propuesta, se ha utilizado la información sísmica proporcionada por el Centro Nacional de Datos Geofísicos del Instituto Geofísico del Perú.

ABSTRACT

In this study we present a procedure for the development of Seismic Data Base making use of Oracle Software and applications CGI for the consultation of information from Internet. The work considers a stage of elaboration and preparation of *tables* for the storage of the information, the description of the mechanisms of storage of the information in each table and the generation of algorithms to make the consultation of the information stored within Data Base. For the storage of the information of numerical/alphanumeric type a tool of denominated Oracle SQL*Loader has been used and for the binary files function BFILENAME executed with the Insert sentence from the SQL*plus. The information can be stored and be consulted in numerical/alphanumeric and binary format. The consultation of the information can be made from Internet by means of the use of a series of elaborated algorithms in language C installed within the Oracle servant. In order to evaluate the propose structure, the seismic information provided by the National Center of Geophysical Data of the Geophysical Institute of Peru has been used.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de desarrollo de los estudios de la Tierra y de los fenómenos naturales que en ella se producen, ha sido necesario obtener y organizar diferentes bases de datos de manera confiable. Hoy en día, dado el acelerado desarrollo de los procedimientos de obtención de dicha información, es posible disponer de una gran cantidad de datos, siendo ahora una necesidad primaria el organizarla y administrarla de manera adecuada y ordenada. A fin de solucionar este problema, la tecnología a través de la informática ha permitido brindar formas y mecanismos de administración de la información, sin importar cual sea el volumen o el tipo. Por tal motivo, se debe considerar que el total de la información debe estar almacenada en un Banco de Datos en un formato accesible y de fácil utilización al momento de ser requerido por cualquier usuario.

La sismología, al igual que otras áreas de investigación científica, requiere de la recopilación de la

mayor cantidad de información posible sobre los sismos a través del monitoreo permanente con estaciones sísmicas de diferente tipo y de su posterior análisis y procesamiento. La experiencia ha mostrado que durante el monitoreo de los sismos que puedan ocurrir en una determinada zona de estudio, en períodos cortos de tiempo es posible registrar un número importante de movimientos sísmicos que fácilmente pueden superar el millar. De ahí que sea necesario generar procedimientos sencillos y rápidos que permitan almacenar el total de la información y tenerla disponible para cualquier usuario cuando la solicite.

El Perú ha sido considerado por muchos autores como uno de los países de mayor potencial sísmico en el mundo (Tavera y Buforn, 1998; Tavera y Buforn, 2001; Bernal et al, 2002); por lo tanto, el Instituto Geofísico del Perú a través de la Dirección del Centro Nacional de Datos Geofísicos - Sismología (CNDG), viene monitoreando de manera continua la actividad sísmica que pudiera ocurrir en Perú y para lo cual utilizan las estaciones sísmicas que

integran la de la Red Sísmica Nacional, la misma que está compuesta por 11 estaciones de banda ancha y 20 de período corto. Actualmente, la información sísmica es almacenada en CD's con diversos formatos y puesta a disposición de los investigadores de manera parcial en su website. Por lo tanto, surge la necesidad de organizar toda la información a fin de que los servicios básicos del CNDG cumplan con satisfacer a los usuarios.

En este estudio se describe el procedimiento seguido para la estructuración y organización de una Base de Datos Sísmicos para el CNDG utilizando el software de Base de Datos Oracle versión 8i. Los resultados obtenidos han permitido almacenar la información de manera ordenada y realizar consultas de forma dinámica y sencilla a través de un Navegador por Internet con sólo ingresar los parámetros de consulta puestos en el formulario de una Página Web.

LA BASE DE DATOS SÍSMICOS

Para el desarrollo de la estructura y la administración de los datos de la Base de Datos Sísmicos y su posterior aplicación en el CNDG, se ha visto por conveniente estructurar el trabajo en tres etapas.

Estructura para el Almacenamiento de Datos

Para desarrollar la estructura que almacene los datos sísmicos, previamente se ha realizado el análisis y

la clasificación de toda la información que se desea almacenar, considerando el tipo de formato y el procedimiento seguido para obtenerla o generarla. Considerando que en este estudio se utiliza la información sísmica disponible en el CNDG, a continuación se realiza un análisis y descripción de la información que puede ser almacenada.

El monitoreo y posterior procesamiento de la información sísmica obtenida de la Red Sísmica Nacional (RSN), permite contar inicialmente con una importante base de datos. Los datos o lecturas de los tiempos de llegada de las ondas sísmicas a cada una de las estaciones de monitoreo sísmico, permite generar un fichero conocido como "*Archivo de Entrada*" y su procesamiento produce un nuevo fichero llamado "*Archivo de Salida*". En general, esta información es parcialmente almacenada en ficheros con extensión DAT y SAL para el archivo de entrada y de salida respectivamente, tal como se muestra en la Figura 1.

La información contenida en los ficheros de los "Archivos de Salida", para un gran número de sismos, permite construir los "*Catálogos Sísmicos*" que en general, son frecuentemente utilizados por los usuarios en ciencias de la Tierra como primera fuente de investigación y consulta. Para el Perú, la información contenida en diversos catálogos sísmicos para el período 1500 y 1982, ha sido integrada por Tavera y Agüero (2001), siendo este catálogo el que actualmente se viene utilizando. Para el período 1983 al 2002, el CNDG ha editado un catálogo sísmico preliminar.

<pre> 27 Ene 2001, 23h 57m III-IV Rioja, III Moyobamba-Chachapoyas, II Bagua PAR OEP 134.25 OES226.54 350 GUA OEP 137.28 OES232.15 260 ZAM OEP 147.25 0 0.00 HLS 4EP 72.10 4ES122.33 CAJ 4EP 52.80 4ES 91.85 PUC OEP 69.78 0 0.00 PCH OEP 50.60 0 0.00 PCU 4EP 48.50 0 0.00 HCA OIPC 47.10 0 0.00 **** </pre>												
<pre> Sismo N° 92 Fecha: 27 Ene 2001 Hora Origen (GMT): 23h 57m 9.12s Latitud: -5.1606 1.2 km. Longitud: -77.1321 1.4 km. Profundidad: 96.6 km. 9.3 km. Magnitud: 5.1 mb2 Intensidad: III-IV Rioja, III Moyobamba-Chachapoyas, II Bagua </pre>												
Esta	Distan	Azm	Ain	TPCal	P-Seg	P-Res	W	S-Seg	S-Res	W	mb1	mb2
PAR	967.1	175	113	126.1	34.3	0.0	0	226.5	-0.0	0	0.0	5.3
GUA	992.8	172	113	129.3	37.3	-0.2	0	232.1	0.0	0	0.0	4.8
ZAM	1069.5	171	113	138.9	47.3	0.2	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
HLS	418.0	192	114	57.6	72.1	6.3	4	122.3	14.4	4	0.0	0.0
CAJ	266.9	215	115	39.0	52.8	5.7	4	91.8	16.2	4	0.0	0.0
PUC	450.7	143	114	61.7	69.8	-0.1	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
PCH	297.6	252	115	42.8	50.6	-0.3	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
PCU	271.8	253	115	39.6	48.5	0.8	4	0.0	0.0	0	0.0	0.0
HCA	264.6	260	115	38.7	47.1	0.3	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
rmc = 0.20												

Fig. 1: Ejemplo de la información contenida en cada archivo de Entrada y Salida.

a) Entrada y b) Salida

Las “**Formas de Onda**” de los eventos sísmicos registrados por la RSN representan la información de mayor importancia dentro de la Base de Datos Sísmicos, siendo esta de gran volumen. Esta información se encuentra originalmente en formato binario con extensiones *.sac (registros de banda ancha), *.sis y *.ndx (registros de periodo corto). Información complementaria, pero también importante, la constituyen los **mapas sísmicos, geológicos o de intensidades** y en general, esta información es almacenada parcialmente en formatos gif, jpg o tiff. El análisis de las formas de onda debe realizarse conociendo en detalle las **características instrumentales** de cada estación sísmica, de ahí que sea importante almacenar adicionalmente esta información.

Reconocido e identificado el tipo de información existente, se procede a estructurar su almacenamiento haciendo uso de las herramientas SQL*Plus proporcionadas por el software de Base de Datos Oracle: Utilización de Tablas.

Organización de las Tablas de Almacenamiento de Información

En Oracle, la información debe ser almacenada bajo una estructura de **tablas**. Una **tabla** es definida como un objeto de la base de datos donde se almacena la

información y están conformadas por columnas, y su número debe ser definido al momento de proceder a crearlas, tal como sugiere Abbey et al (2000). Cada columna de la **tabla** está asociada a un tipo de dato previamente definido por Oracle (ver Tabla 1). Para la base de datos sísmicos del CNDG, se ha visto por conveniente crear 5 tablas a fin de proceder a almacenar los parámetros sísmicos, ficheros de textos y gráficos, formas de onda y constantes instrumentales.

Tabla PARAMETROS: Contiene los parámetros que definen las características de los sismos (fecha, hora, ubicación, profundidad y tamaño). Esta información proviene principalmente del *Catálogo Sísmico* y de los *Archivos de Salida* obtenidos durante el procesamiento de datos.

Tabla TEXTOS_GRAFICOS: Esta **tabla** contiene los *Archivos de Entrada y Salida* utilizados durante el procesamiento de la información sísmica. Además, de la información contenida en los diversos informes, así como soluciones gráficas.

Tabla ONDAS_SIS: Esta **tabla** contiene los archivos binarios con las formas de onda registrados en las estaciones de período corto de la RSN.

TABLA 1

Tipo de datos empleados en la definición de los campos o columnas de una **tabla** en Oracle. Estos tipos de datos se ajustan a la información que se desea almacenar en las **tablas** de la Base de Datos Sísmicos.

Tipos de Datos	Descripción
CHAR	Campo de longitud fija, con un máximo de 2000 caracteres.
VARCHAR	En la actualidad idéntico a VARCHAR2, aunque su funcionalidad puede cambiar en versiones futuras. Por tanto, para almacenar cadena de caracteres de longitud variable debe utilizarse el tipo de dato VARCHAR2.
VARCHAR2	Campo de longitud variable, con una longitud máxima de 4000 caracteres.
DATE	Campo de una longitud fija de 7 bytes, que se utiliza para almacenar todas las fechas. La hora se almacena como parte de la fecha. En las consultas, la fecha aparece en el formato DD-MES-AA. Por ejemplo, 13-APR-89.
NUMBER	Columna numérica de longitud variable. Los valores permitidos son el cero y los números positivos y negativos comprendidos entre 1.0E-130 y 9.99E125.
LONG	Campo de longitud variable, con una longitud máxima de 2 Gb.
RAW	Campo de longitud variable para datos binarios, de una longitud máxima de 4000 caracteres.
LONG RAW	Campo de longitud variable para datos binarios, de una longitud máxima de 2 Gb.
MLSLABEL	Sólo para Trusted Oracle. Este tipo de datos utiliza entre 2 y 5 bytes por fila.
BLOB	Objeto binario de gran tamaño, de hasta 4 Gb de longitud.
CLOB	Objeto de caracteres de gran tamaño, de hasta 4Gb de longitud.
NCLOB	Tipo de datos CLOB para conjuntos de caracteres multibyte, de una longitud máxima de 4Gb.
BFILE	Archivo binario externo. El sistema operativo dicta el tamaño máximo.

Tabla ONDAS_SAC: Esta *tabla* contiene los archivos binarios con las formas de onda registradas por las estaciones de Banda Ancha.

Tabla ESTACION: Básicamente, esta *tabla* contiene los parámetros instrumentales y características de cada estación sísmica de la RSN.

Las principales características de las *tablas* que conforman la Base de Datos Sísmicos, así como el nombre, el tipo de dato y el número de columnas de cada una de ellas se presenta en la Tabla 2. Además, en la Figura 2 se muestra un esquema gráfico de la estructura final de la Base de Datos Sísmicos, en la cual se esquematiza gráficamente el contenido de cada *tabla* de la Base de Datos Sísmicos.

Mecanismos para el Almacenamiento de Datos

La información sísmica disponible en el CNDG puede ser agrupada en numérico/alfanumérico y binario; por lo tanto, es necesario utilizar dos procedimientos diferentes para el almacenamiento de los datos.

Ingreso de Información de tipo numérico/alfanumérico: Para este tipo de información, Oracle emplea la herramienta conocida como SQL*Plus (Structured Query Language; Lenguaje Estructurado de Consulta) para las respectivas

interacciones con la Base de Datos. Cuando el usuario ingresa a la Base de Datos, con esta herramienta puede crear objetos dentro de ella (Tablas, Vistas o Índices), almacenar información en cada *tabla* y a la vez, consultar, borrar, actualizar o realizar cualquier otro procedimiento siempre y cuando este autorizado a hacerlo. Dentro del SQL, la instrucción que permite almacenar información dentro de una *tabla* se denomina “INSERT”. Un ejemplo, que muestra el ingreso del dato “2001/01/25” en la columna FECHA de la *tabla* PARAMETROS es como sigue:

```
SQL> insert into PARAMETROS (FECHA)
      values ('2001/01/25');
```

En general, el ingreso de este tipo de información en cada *tabla* puede ser simplificado si se realiza en bloque utilizando la herramienta de Oracle conocida como SQL*Loader y para lo cual se debe tener en cuenta las siguientes condiciones: a) La información a ingresar debe ser de tipo numérico/alfanumérico, previamente se debe haber definido dentro de la *tabla* el tipo de dato y el número de columnas, y b) Que exista un “Archivo Inicial” con la información que se desea almacenar, la misma que debe estar ordenada por filas y columnas, tal como se muestra en la Figura 3. Un ejemplo del procedimiento a seguir para el ingreso de información en bloque dentro de la *tabla* “PARAMETROS” a partir de un *archivo inicial* denominado “Sis00.res”, es el siguiente:

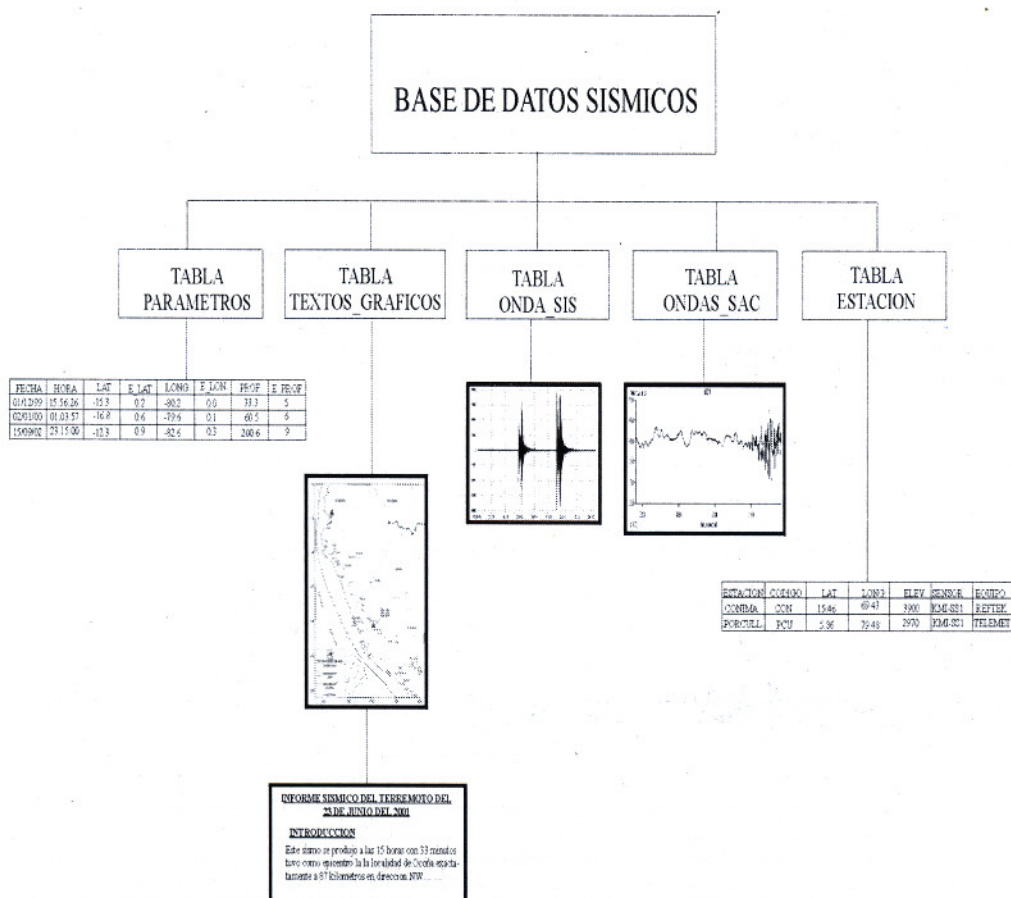


Fig. 2: Esquema gráfico de la estructura de tablas de la Base de Datos Sísmicos. En este esquema se muestra el contenido de cada *tabla*, ya sea numérico o alfanumérico, gráficos o textos

TABLA 2

Estructura de *tablas* de una Base de Datos Sísmicos y con la descripción de cada columna.
La estructura esta basada en la información sísmica del CNDG

Tabla PARAMETROS

CAMPOS	TIPO	CUALIDAD	DESCRIPCION
TIEMPO_ID	VARCHAR2	PRIMARY KEY	Clave principal de la tabla. Considera la fecha y hora del evento
FECHA	DATE		Fecha del evento sísmico
LATITUD	NUMBER		Latitud del evento sísmico
ERROR_LAT	NUMBER		Error de latitud que genera el algoritmo de procesamiento del sismo
LONGITUD	NUMBER		Longitud del evento sísmico
ERROR_LON	NUMBER		Error de longitud que genera el algoritmo de procesamiento del sismo
PROFUNDIDAD	NUMBER		Profundidad del evento sísmico
ERROR_PRO	NUMBER		Error de profundidad que genera el algoritmo de procesamiento del sismo
MAGNITUD	NUMBER		Magnitud del evento sísmico
INTENSIDAD	VARCHAR2		Valor máximo de la Intensidad del sismo

Tabla TEXTOS_GRAFICOS

CAMPOS	TIPO	CUALIDAD	DESCRIPCION
SISMOID	VARCHAR2	PRIMARY KEY	Nombre del sismo. Considera la fecha y el numero de sismo en el día
DATOS_ENT	CLOB		Archivo de entrada al algoritmo de procesamiento del sismo
DATOS_SAL	CLOB		Archivo de salida del algoritmo de procesamiento del sismo
INFORME	CLOB		Informe Sísmico del evento sísmico
MAP_UBIC	BLOB		Mapa de Ubicación Epicentral
MAP_INTEN	BLOB		Mapa de intensidad del evento sísmico

Tabla ONDAS_SIS

CAMPOS	TIPO	CUALIDAD	DESCRIPCION
SISMOID_RED	VARCHAR2	PRIMARY KEY	SISMOID + Código de la Red Sísmica Telemétrica
EVENTOSIS	BFILE		Forma de Onda digital del evento sísmico
NDXFILE	CLOB		"Header" del evento registrado. Se genera automáticamente
DEPFILE	CLOB		Archivo con las lecturas de procesamiento del evento sísmico

Tabla ONDAS_SAC

CAMPOS	TIPO	CUALIDAD	DESCRIPCION
SISMOID_EST	VARCHAR2	PRIMARY KEY	SISMOID + código de la estación
EVENTOSACZ	BFILE		Forma de Onda digital del evento sísmico
EVENTOSACN	BFILE		Forma de Onda digital del evento sísmico
EVENTOSACE	BFILE		Forma de Onda digital del evento sísmico

Tabla ESTACION

CAMPOS	TIPO	CUALIDAD	DESCRIPCION
CODIGO_NAN	VARCHAR2	PRIMARY KEY	Código Nacional con el que se le conoce a la estación
ESTACIONID	VARCHAR2		Nombre de la estación
LATITUD_EST	NUMBER		Latitud de la estación
LONGITUD_EST	NUMBER		Longitud de la estación
ELEVACION_EST	NUMBER		Elevación de la estación
SENSOR	VARCHAR2		Tipo de sensor
EQUIPO	VARCHAR2		Tipo de equipo

```

2001/01/01 1: 0:23.24 -12.24 2.9 -77.97 2.7 17.9 2.4 2.6 324 0.4 3 3 3 01001001
2001/01/01 7:24:10.11 -12.34 0.7 -77.08 1.2 49.8 1.5 1.9 249 0.1 3 3 3 01001002
2001/01/01 9:22:53.07 -12.51 0.2 -76.93 0.4 17.4 1.6 2.0 223 0.0 3 3 2 01001003
2001/01/01 19:10: 7.87 -6.10 1.1 -79.46 1.9 78.9 1.5 162 0.1 3 3 3 01001004
2001/01/02 7:15:14.64 -17.81 8.5 -71.30 7.0 44.1 1.5 3.9 349 0.3 5 5 2 01002001
2001/01/02 9:28:55.41 -16.20 6.5 -72.33 4.1 94.3 6.8 4.0 269 0.3 7 7 3 01002002
2001/01/02 17:37:42.19 -12.55 0.8 -76.82 2.0 37.6 1.8 2.9 198 0.2 4 4 2 01002003
2001/01/03 6:19:14.37 -8.62 3.8 -74.97 7.4 76.6 0.0 4.1 233 0.6 7 7 7 01003001
2001/01/03 22:59:55.86 -10.51 3.1 -80.20 4.1 50.4 0.0 3.9 247 0.4 6 6 2 01003002
2001/01/04 2: 5:33.55 -14.21 1.4 -76.57 1.9 18.8 1.7 2.4 244 0.3 5 5 4 01004001
2001/01/04 13:46:21.98 -12.63 1.0 -76.86 2.2 23.1 1.4 2.9 192 0.4 5 5 4 01004002
2001/01/04 17:50:52.01 -5.61 5.8 -77.44 6.6 177.1 9.9 3.3 269 0.3 5 5 4 01004003
2001/01/05 2:27:30.34 -13.52 1.4 -76.66 3.2 46.6 1.8 2.0 210 0.4 6 6 3 01005001

*****
*****

2001/01/30 18:17:41.02 -15.23 3.5 -74.30 3.7 44.4 6.6 3.6 328 0.2 6 6 3 01030004
2001/01/30 18:17:40.90 -15.23 2.6 -74.28 2.4 56.6 0.0 3.6 327 0.2 5 5 3 01030005
2001/01/31 13:35:24.94 -11.07 1.8 -74.27 3.1 121.8 9.0 3.2 311 0.2 5 5 3 01031001

```

Fig. 3: Ejemplo de la información contenida en un Archivo Inicial para ser almacenada dentro de la Base de Datos

Se crea la tabla definiendo el nombre, el número de campos o columnas con su respectivo tipo de dato de acuerdo a la información contenida en el Archivo Inicial. La tabla se crea ejecutando la sentencia SQL, que para el caso de la tabla PARAMETROS es como sigue:

SQL> create table PARAMETROS

```
(tiempo_id      :      varchar2(25),
fecha          :      date,
latitud        :      number,
error_lat      :      number,
longitud       :      number,
error_lon      :      number,
profundidad    :      number,
error_pro      :      number,
magnitud       :      number,
gap            :      number,
rmc            :      number,
estaciones     :      number,
fasesP         :      number,
fasesS         :      number,
sismoid        :      varchar2(9),
primary key (tiempo_id, sismoid));
commit;
```

A continuación, dentro de la cuenta del servidor Oracle se crea un "Archivo de Control" con extensión *.ctl que cumplirá la función de leer el Archivo Inicial y almacenar la información en la tabla creada anteriormente. Este Archivo de Control, contiene la sentencia "load data" que advierte el ingreso de los datos a la Base de Datos, el nombre del Archivo Inicial y de la tabla donde se va a almacenar la información, además de la información que va a ser leída y en qué columna de la tabla especificada será almacenada. Por ejemplo, de la posición 1 a la posición 11 de cada fila, se almacenará en la columna que lleva por nombre "FECHA", de la posición 25 a la posición 31 de cada fila se almacenará en la columna denominada "LATITUD" y así sucesivamente para toda la información, tal como sugiere Abbey et al., (2000).

El contenido del Archivo de Control "parametros.ctl" es utilizado para ingresar dentro de la tabla "PARÁMETROS", la información contenida en el Archivo Inicial "Sis00.res", según el siguiente procedimiento:

```
load data
infile 'Sis00.res'
into table PARAMETROS append
(tiempo_id position (1:23) char,
fecha      position (1:11) date 'YYYY/MM/DD',
latitud    position (25:31),
error_lat  position (34:36),
longitud   position (39:45),
error_lon  position (48:50),
profundidad position (52:56),
error_pro  position (60:62),
```

```
magnitud   position (68:70),
gap         position (72:74),
rmc         position (77:79),
estaciones  position (81:82),
fasesP      position (84:85),
fasesS      position (87:88),
sismoid     position (89:98) char)
```

Finalmente, dentro del servidor Oracle se invoca al SQL*Loader con la sentencia "SQLldr",

```
$ sqlldr nombre_DBA/password control=archivo.ctl;
```

Al ejecutarse esta sentencia se produce el almacenamiento de la información según la estructura del Archivo de Control y genera automáticamente un fichero que muestra los resultados del ingreso de la información con el mismo nombre del Archivo de Control, pero con la extensión LOG dentro de la carpeta donde se encuentra el Archivo de control. Como ejemplo, el contenido del archivo LOG generado con las sentencias anteriores (parametros.log) se muestra a continuación.

SQL*Loader: Release 8.1.6.0.0 - Production on Mon Nov 11 12:01:08 2002

(c) Copyright 1999 Oracle Corporation. All rights reserved.

```
Control File:  parametros.ctl
Data File:     Sis00.res
Bad File:      Sis00.bad
Discard File:  none specified
(Allow all discards)
Number to load: ALL
Number to skip: 0
Errors allowed: 50
Bind array:    64 rows, maximum of 65536 bytes
Continuation:  none specified
Path used:     Conventional
```

Table PARAMETROS, loaded from every logical record.
Insert option in effect for this table: APPEND

Column Name	Position	Len	Term	Encl	Datatype
TIEMPO_ID	1:23	23			CHARACTER
FECHA	1:11	11			DATE YYYY/MM/DD
LATITUD	25:31	7			CHARACTER
ERROR_LAT	34:36	3			CHARACTER
LONGITUD	39:45	7			CHARACTER
ERROR_LON	48:50	3			CHARACTER
PROFUNDIDAD	52:56	5			CHARACTER
ERROR_PRO	60:62	3			CHARACTER
MAGNITUD	68:70	3			CHARACTER
GAP	72:74	3			CHARACTER
RMC	77:79	3			CHARACTER
ESTACIONES	81:82	2			CHARACTER
FASESP	84:85	2			CHARACTER
FASESS	87:88	2			CHARACTER
SISMOID	89:98	10			CHARACTER

Record 1567: Discarded - all columns null.

Table PARAMETROS:

```
1566 Rows successfully loaded.
0 Rows not loaded due to data errors.
0 Rows not loaded because all WHEN clauses were failed.
1 Row not loaded because all fields were null.
```

Space allocated for bind array: 8192 bytes(64 rows)
 Space allocated for memory besides bind array: 0 bytes

Total logical records skipped: 0
 Total logical records read: 1567
 Total logical records rejected: 0
 Total logical records discarded: 1

Run began on Mon Nov 11 12:01:08 2002
 Run ended on Mon Nov 11 12:01:10 2002

Elapsed time was: 00:00:02.49
 CPU time was: 00:00:00.12

En el archivo "*parametros.log*" se detalla entre muchos otros datos, el ingreso de 1566 filas que corresponden al total de filas del Archivo Inicial "*Sis00.res*". Esta operación puede efectuarse varias veces utilizando el mismo archivo de control para la misma *tabla*, no sin antes especificar el nombre del archivo inicial y que este tenga idénticas características que la primera. De existir algunas filas con información que no han podido ser ingresadas dentro de la *tabla*, el sistema genera un fichero con extensión *.bad que detalla las causas o errores por los cuales la información no ha sido almacenada.

Ingreso de Información de tipo Archivo Binario. El ingreso de la información de tipo BINARIO dentro de la Base de Datos (formas de onda, las soluciones gráficas o archivos de texto), se realiza de una forma especial y distinta a la empleada para los tipos de datos numéricos/alfanuméricos.

Después de definir las columnas dentro de la *tabla* con los diferentes tipos de datos, el sistema Oracle permite insertar información de tipo binario haciendo uso de la función "BFILENAME" con la siguiente sintaxis:

BFILENAME(DIRECTORY, Nombre_Archivo)

donde DIRECTORY, especifica un alias lógico para un directorio físico dentro del servidor; es decir, la ruta de un directorio dentro del servidor Oracle en la cual se encuentran todos los archivos binarios que se desee ingresar a la base de datos. La sintaxis usada para crear un "DIRECTORY" desde SQL*Plus es:

CREATE DIRECTORY "nombre" AS "path"

SQL> create DIRECTORY eventos0101 AS '/users/
cndg/0101';

donde "*nombre*" especifica el nombre de DIRECTORY y "*path*", la ubicación en el sistema de este directorio.

Una vez definido el directorio o lugar físico de almacenamiento, se ubica allí toda la información binaria, que para el caso de la Base de Datos Sísmicos del CNDG estará constituido por las formas de onda, mapas o los archivos de texto. Luego, desde SQL*Plus se ejecuta el comando SQL de inserción de datos (*INSERT*) con la función BFILENAME de la siguiente forma:

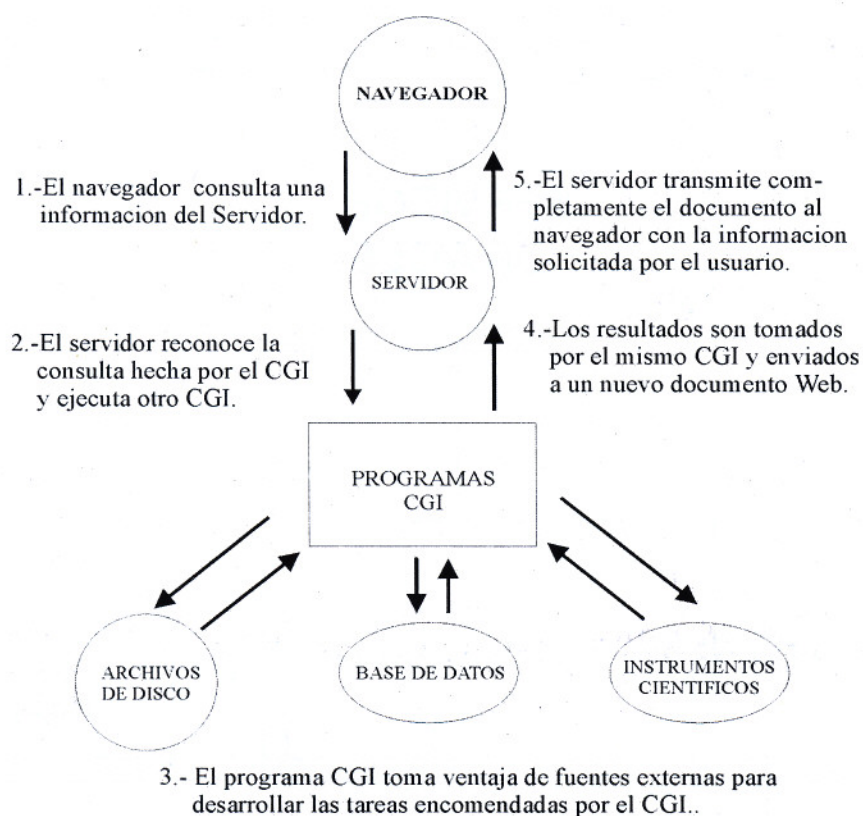


Fig. 4: Diagrama que muestra el esquema de trabajo de los programas CGI, paso por paso

```
SQL> INSERT INTO tabla (campo1, campo2)
      values (valor1, BFILENAME(DIRECTORY,
      archivo_binario));
```

ejemplo:

```
SQL> INSERT INTO DATOS (sismoid, eventosis,
      ndxfile)
      values ('01026001', BFILENAME(eventos0101,
      '01012601.sis'), BFILENAME(eventos0101,
      '01012601.ndx'));
```

Una vez realizada esta operación con cada uno de los datos contenidos en la carpeta "DIRECTORY", la información recién será almacenada dentro de la Base de Datos.

Consulta a la Base de datos

Actualmente, cualquier usuario tiene a su disposición "Internet" para acceder a cualquier base de datos con información científica, tecnológica, administrativa, económica, etc. En general, la consulta para cualquier tipo de información se realiza usando aplicaciones o programas que se ejecutan básicamente dentro de los servidores de Internet y son conocidos como *programas CGI*. La Interfaz Común de Compuertas (Common Gateway Interface) ó CGI (Boutell, 1996), surgió como una opción importante para la construcción de documentos de Internet completamente dinámicos empleando programas externos instalados dentro del sistema en un servidor de Internet. La función del programa

CGI es tomar la información de consulta, ingresada por el usuario, con un documento HTML para luego realizar la consulta propiamente dicha dentro de la base de datos. Realizada la consulta, el resultado se muestra en otro documento HTML que el mismo programa genera y es de libre acceso para el usuario. El CGI es un vínculo entre el servidor y cualquier otro programa que se ejecuta dentro de un sistema (Lemay, 1995), por ejemplo una Base de Datos. En la Figura 4 se muestra un esquema de cómo trabajan los programas CGI dentro del Servidor (Boutell, 1996).

Dentro de los lenguajes de programación, el lenguaje C es el de mayor difusión y uso en las plataformas de servidor. El "C" como mejor se le conoce, resulta ser uno de los más eficientes lenguajes de programación para desarrollar programas CGI. Sin embargo, estos programas requieren integrarse con documentos HTML, que en esencia son los que reciben la información de consulta. Por lo tanto, es necesario tener programas CGI y documentos HTML en directorios diferentes a fin de ordenar el esquema de consulta dentro del servidor. En general, los programas CGI son instalados dentro del Servidor en un directorio denominado "CGI-BIN" con atributos especiales otorgados por el administrador del servidor, como el de ejecutar o invocar estos programas desde un documento html puesto en Internet. Mientras que, los documentos HTML se encuentran dentro de un directorio que normalmente se le denomina como "HTML" (Pinedo, 2002). En la Figura 5, se presenta un esquema que muestra la configuración de los diferentes directorios dentro del servidor Oracle, tomando como ejemplo la información contenida en la Base de Datos Sísmicos propuesta para el CNDG. Es importante indicar que los programas CGI

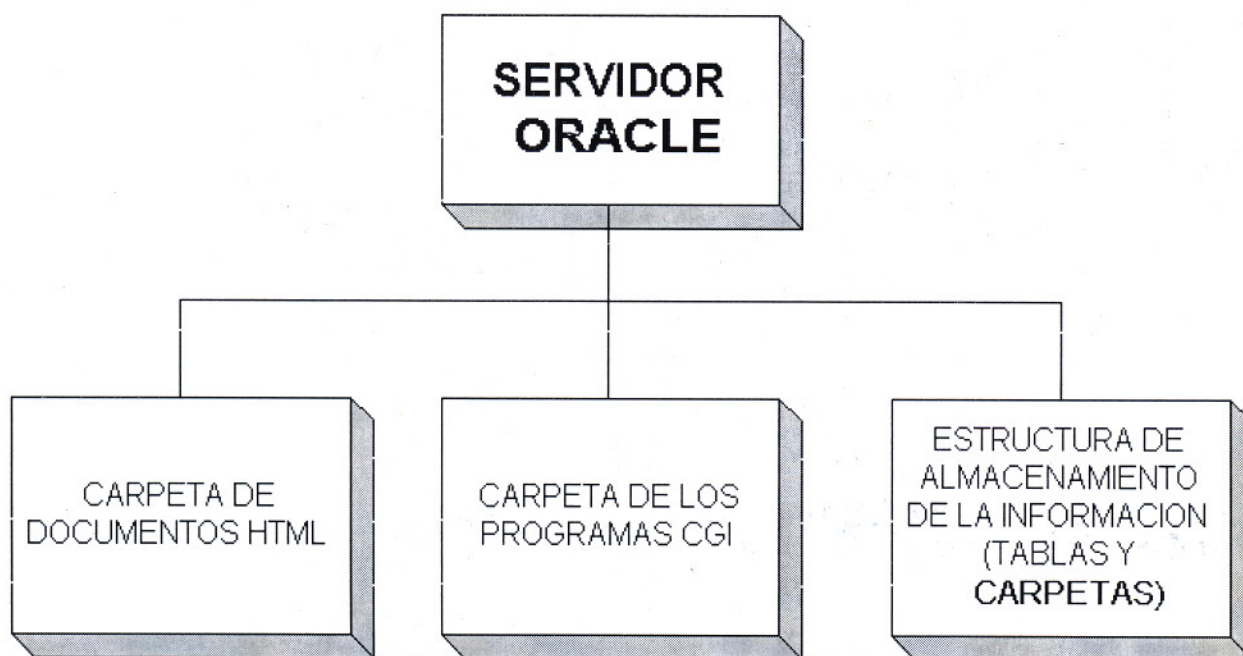


Fig. 5: Esquema que muestra la configuración de los directorios HTML y CGI-BIN y de la estructura de almacenamiento de la información dentro del servidor

empleados para la consulta de información pueden ser básicamente de dos tipos, unos para consulta de información de tipo numérico/alfanumérico y otros para información del tipo binario; por lo tanto, su estructura es diferente, tal como se muestra en el esquema de la Figura 6.

El procedimiento desarrollado en este estudio para la consulta a la Base de Datos Sísmicos del CNDG, consta de dos documentos HTML que invocan a sus respectivos programas CGI para efectuar las consultas, tanto de la información de tipo numérico/alfanumérico como de tipo binario y luego mostrar los resultados. La consulta de los parámetros hipocentrales de los sismos (información de tipo numérico/alfanumérico) utilizando un formulario de consulta de un documento HTML como el que se muestra en la Figura 7a. Esta consulta de sismos se realiza para un área rectangular considerando los valores de latitud y longitud que demarcan el área de interés, además de considerar un intervalo de fecha, magnitud y profundidad de focos sísmicos. El resultado de la consulta se muestra

en la Figura 7b. En la Figura 8a se muestra un segundo formulario de consulta a la base de datos que contiene las formas de onda, en la cual se solicita al usuario el día, mes y año del evento que se desea, y tipo de formato en el cual se requiere las formas de onda. El resultado muestra un conjunto de nombres de archivos correspondientes a la fecha de la consulta, dentro de los que se encuentra el archivo de la forma de onda del evento sísmico que se desea. Todos estos archivos se encuentran vinculados y con sólo hacer un *click*, se pueden descargar en el Disco Duro de la PC desde donde se hace la consulta (Figura 8b).

CONCLUSIONES

Considerando que el Perú se ubica en una de las regiones de mayor potencial sísmico en el mundo, la base de datos sísmicos del CNDG es por demás voluminosa, de

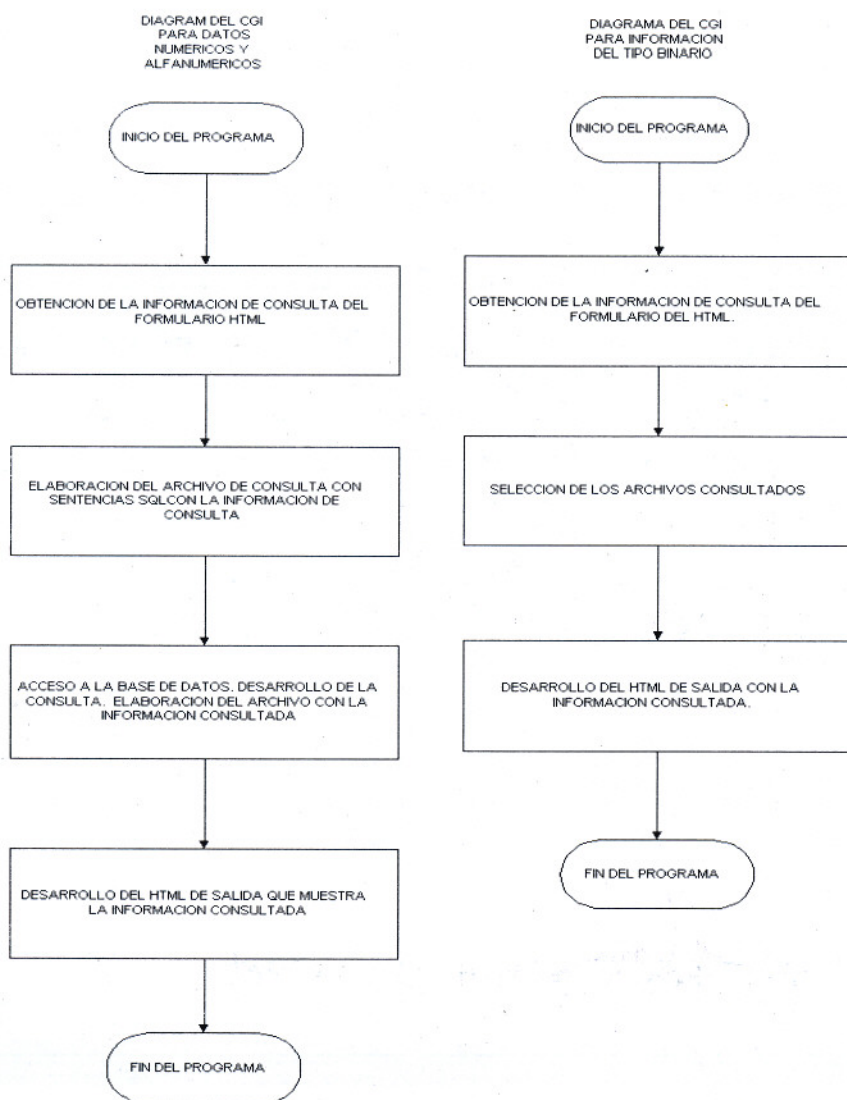


Fig. 6: Diagramas que esquematizan los procesos desarrollados dentro del código de los programas CGI, tanto para la información numérica/alfanumérica como para la de tipo binario

QUERY DB-CNDG/SEARCH_SQUARE - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Adelante Detener Actualizar Inicio Búsqueda Favoritos Historial Correo Imprimir Modificar Discutir

Dirección <http://clima.igp.gob.pe/cgi-bin/cndg/querydb.cgi>

"SEARCH OF THE SIESMIC PARAMETERS OF THE EARTHQUAKE FROM PERU"

SEARCH IN A RECTANGULAR AREA

ENTER THE CONTOURS OF THE RECTANGLE

TOP LATITUDE OF RECTANGLE

BOTTOM LATITUDE OF RECTANGLE

RIGTH LONGITUDE OF RECTANGLE

LEFTH LONGITUDE OF RECTANGLE

SEISMIC PARAMETERS OF SEARCH

DATE

STARTING DATE

a.

http://clima.igp.gob.pe/cgi-bin/cndg/querydb.cgi - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Adelante Detener Actualizar Inicio Búsqueda Favoritos Historial Correo Imprimir Modificar Discutir

Dirección <http://clima.igp.gob.pe/cgi-bin/cndg/querydb.cgi>

TIME	LATITUD	ERROR_LAT	LONGITUD	ERROR_LONG	MAGNITUD	PROFUNDIDAD	ERROR
2000/01/03 9:20:20.07	-15.021	4.6	-75.518	6.6	2.5	22.3	
2000/01/03 15:56:59.33	-9.378	3.8	-80.479	9.9	3.7	4	
2000/01/03 17: 6:52.45	-14.473	.3	-75.745	1.1	2.1	30	
2000/01/04 4:46:18.98	-14.73	4.1	-74.77	3.9	2.8	33	
2000/01/05 12:12:49.34	-8.931	2	-79.533	6.6	4	16.6	
2000/01/06 2:13:48.83	-6.297	1.4	-80.566	1.4	2.8	15.2	
2000/01/06 12:23:34.20	-7.208	1.5	-80.183	1.5	2.3	10.9	
2000/01/06 18:12:29.61	-8.678	1.4	-79.729	4.7	3.8	9	
2000/01/07 15:46: 3.85	-14.376	.5	-76.119	.6	1.8	16	
2000/01/09 20:14:49.72	-7.266	2.4	-81.084	2.6	3.1	26.3	
2000/01/10 4:41:38.93	-5.702	.5	-77.821	.5	3.1	22.4	
2000/01/10 7:32:13.07	-5.668	1.1	-77.818	1.1	3.1	2.2	
2000/01/10 7:49:12.72	-4.901	6.6	-80.928	3.8	3.3	10.3	
2000/01/10 13:43:46.86	-14.863	1	-75.672	1.3	2.1	25.9	
2000/01/10 17:56:36.26	-11.548	2.2	-78.071	2.6	4.1	16.3	
2000/01/11 12:46: 8.89	-14.491	.3	-76.178	.4	1.8	18.9	
2000/01/11 13:41:38.72	-15.731	6.6	-74.946	4.7	3.7	31.6	
2000/01/11 14:40:39.30	-14.077	2.4	-76.708	3.9	2.5	17.3	
2000/01/12 13:30: 8.76	-14.544	1.4	-76.216	1.8	2.5	16.9	
2000/01/12 18:44:27.17	-7.107	1.3	-79.859	1.2	2.9	25.4	
2000/01/13 9:56:24.40	-14.356	1.3	-76.18	1.7	2.4	5.1	
2000/01/14 11:37: 4.22	-8.232	3.8	-76.536	4.3	4.5	18.6	
2000/01/15 2:44:28.33	-11.928	1.2	-76.383	1.1	2.5	21.	
2000/01/15 16:28:24.75	-4.812	1.4	-78.784	1.6	3.9	29.7	
2000/01/16 0:18:52.48	-12.61	3.5	-73.322	2.8	3.8	7.9	

b.

Fig. 7: Esquema de consulta a la Base de Datos de Sísmicos, desde un navegador de Internet. Consulta de los datos de tipo numérico/alfanumérico. a) Formulario para el ingreso de la información de consulta y b) Resultado de la consulta

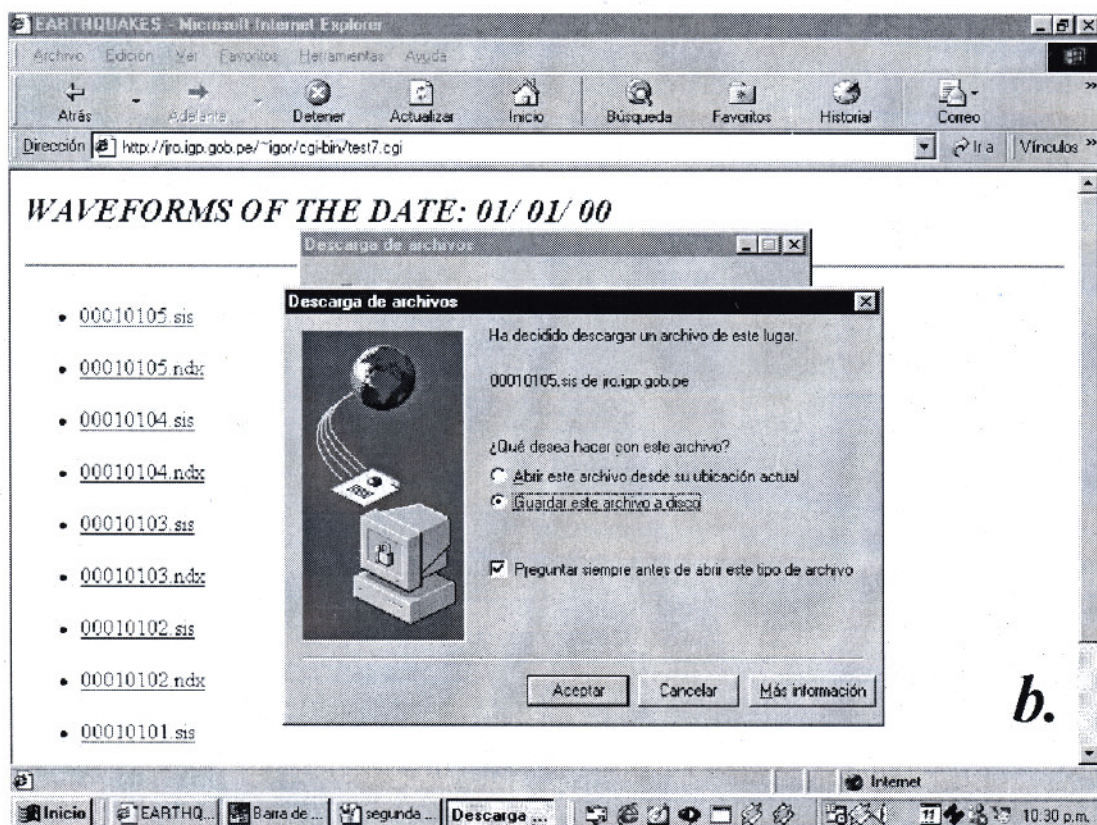
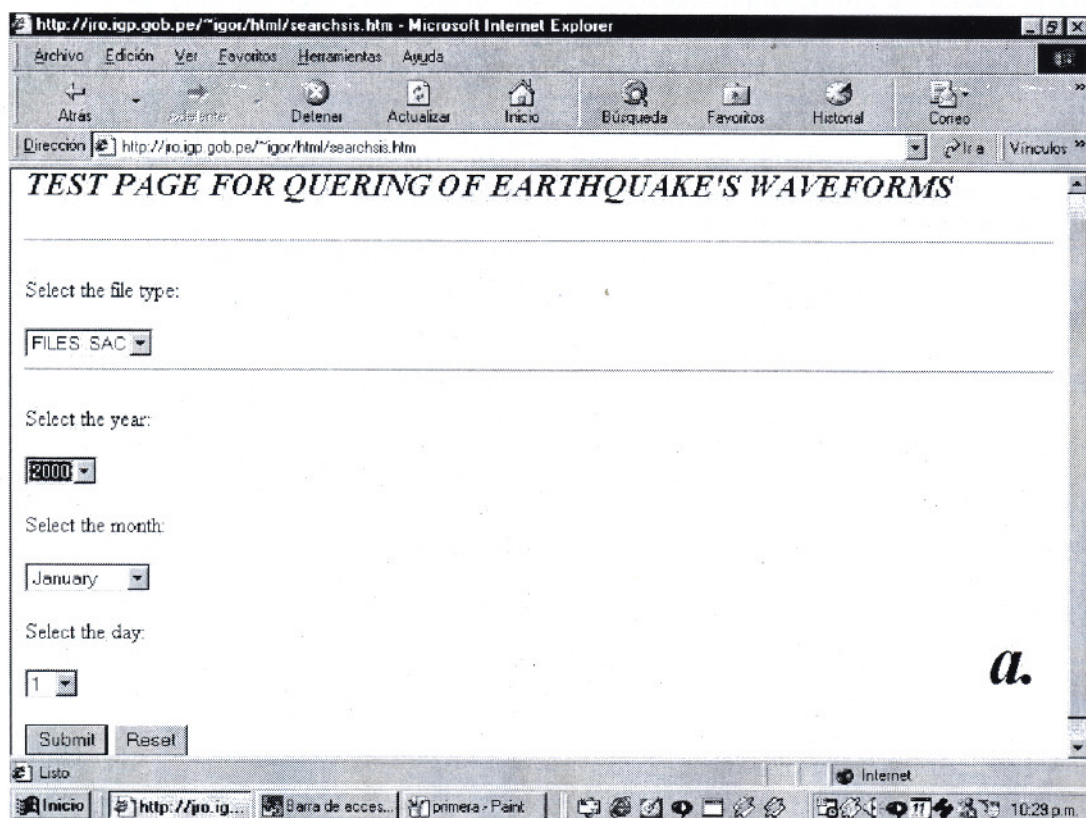


Fig. 8: Esquema de consulta de la información del tipo binario. Aquí se muestra la consulta a las formas de ondas de sismos desde un Navegador de Internet. a) Formulario para el ingreso de la información de consulta y b) Resultado de la consulta.

ahí la necesidad de crearse un Banco de Datos con la estructura propuesta en este estudio. Además, es importante realizar la difusión de los diversos estudios que se realizan en el Instituto Geofísico del Perú a partir del uso de la información sísmica. El uso de la tecnología de Oracle ha permitido crear la Base de Datos Sísmicos del CNDG, la misma que el futuro inmediato estará a disposición de los diversos usuarios que en general, desarrollan sus investigaciones en el campo de Ciencias de la Tierra.

La Base de Datos Sísmicos del CNDG ha sido organizada en tres etapas: el desarrollo de la estructura de almacenamiento de la información, del mecanismo de almacenamiento o inserción de datos dentro de la Base de Datos y procedimientos para la consulta de la información. En general, la base de datos sísmicos del CNDG son de tipo numérico/alfanumérico (parámetros que definen las características de un sismo) y binario (ficheros de entrada y salida del procesamiento de datos sísmicos mapas, formas de onda, archivos de texto y otras soluciones gráficas). Ambos tipos de datos requieren de diferentes procedimientos para su almacenamiento y consulta.

Para el almacenamiento de la información en la Base de Datos Sísmicos, Oracle permite a través de sus herramientas almacenar cualquier tipo de información con la única condición de que se respete su estructura. Del mismo modo, la consulta se puede realizar libremente desde un Navegador de Internet con el uso de programas CGI, sin importar el tipo de formato en el cual se presente la información (numérico/alfanumérico o binario).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Director Técnico del Instituto Geofísico del Perú, Dr. Hernán Montes, por su apoyo en los diversos trabajos de investigación que se realizan en el CNDG. Asimismo, nuestro agradecimiento al Ing. Guillermo Jhonson por su orientación en el entendimiento del sistema Oracle versión 8i, así como por sus críticas y correcciones al presente manuscrito, las mismas que han permitido mejorar el

contenido del mismo. También, nuestro agradecimiento al Dr. Jorge Chau y al Ing. Luis Condori del Radio Observatorio de Jicamarca, por permitirnos desarrollar los programas CGI dentro del servidor del ROJ y compartir sus conocimientos en programación C y CGI. Contribución N°017-CNDG-IGP/2003.

BIBLIOGRAFÍA

ABBEY M., COREY M. & ABRAMSON I. (2000).- *Oracle 8i. Guía de Aprendizaje*. Editorial McGraw Hill. España. 714p.

BERNAL I., TAVERA H. & ANTAYHUA Y. (2002).- Zonas sismogénicas en el Perú: Volúmenes de deformación, gráficos polares y zonificación preliminar. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, V. 93, 31-44.

BOUTELL T. (1996).- *CGI Programming in C & Perl*. Editorial Addison – Wesley Publishing Company. Australia. 1 – 93p.

LEMAY L. (1995).- *Aprendiendo HTML para Web en una semana*. 272pp.

PINEDO H. (2002).- Entorno Interactivo con los datos del Radio Observatorio de Jicamarca a través de una Página Web. Compendio de Trabajos de Investigación realizados por los estudiantes durante el año 2002. Volumen 3, 9 - 15p.

TAVERA H. & AGÜERO C. (2001).- Catálogo Sísmico del Perú, 1471 – 1982. Versión Revisada y Actualizada. *Centro Nacional de Datos Geofísicos – IGP*, 420p.

TAVERA H., BUFORN E. (1998).- Sismicidad y sismotectónica de Perú. *Revista Física de la Tierra*, N°10, 187-219.

TAVERA H., BUFORME E. (2001).- Source Mechanism of Earthquake in Perú. *Journal of Seismology*, V5, 4, 519-540