

Contribución del

CENTRO REGIONAL DE SISMOLOGIA PARA AMERICA DEL SUR
CERESIS

*Organismo Internacional Intergubernamental
de los Estados Sudamericanos y Adherentes*

al

**PROYECTO:
PELIGRO SISMICO EN LATINOAMERICA Y EL
CARIBE**

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA
IPGH

Capitulo IV
Informe Final

América del Sur

Noviembre, 1997

INDICE

Resumen	1
Summary	1
1. Prólogo	2
2. Introducción	4
3. Catálogo Sísmico para América del Sur	5
3.1 PROYECTO SISAN	5
3.1.1 <i>Catálogo SISAN</i>	6
3.2 PROYECTO SISRA	6
3.2.1 <i>Sismicidad Histórica</i>	7
3.2.2 <i>Catálogos SISRA</i>	8
3.2.2.1 - <u>Catálogo SISRA-H</u>	9
3.2.2.2 - <u>Catálogo SISRA-I</u>	20
3.2.3 <i>Mapas SISRA</i>	26
3.2.3.1 <u>Mapa de Epicentros y de Grandes Terremotos</u>	27
3.2.3.2 - <u>Mapa de Intensidades Máximas para América del Sur</u>	28
3.2.3.3 - <u>Mapa Neotectónico Preliminar para América del Sur</u>	29
3.2.3.4 <u>Mapa de Licuación de Suelos y Deslizamientos</u>	31
3.3 PROYECTO CERESIS/IPGH	32
3.3.1 <i>Catálogo CERESIS-91.H</i>	33
3.3.1.1 <u>Informes Nacionales</u>	35
3.3.1.2 <u>Programas</u>	35
3.4 COMENTARIOS GENERALES	37
4. Mapa Probabilístico de Peligro Sísmico en América del Sur	39
5. Mapa Neotectónico	43
6. Referencias	43
7. Disseminación de catálogo y mapa	43
8. Actividades de CERESIS en ejecución y programadas para futuro inmediato.	44
9. Reconocimientos	44

APENDICES

A -	Publicaciones Serie SISRA	46
B -	Tablas de Referencia del formato SISRA	47
C -	Análisis de Totalidad (Completeness)	64
D -	Informes Nacionales	66
	Argentina	66
	Bolivia	74
	Brasil	81
	Chile	86
	Colombia	89
	Ecuador	105
	Peru	112
	Venezuela	118
E -	Referencias	130
	General	130
	Catálogo	143
	Mapa	161

CATALOGO SISMICO REGIONAL DE PARAMETROS FOCALES PARA AMERICA DEL SUR Y MAPA CON EL RESULTADO DEL CALCULO DEL PELIGRO SISMICO

Resumen

En este informe se presenta la contribución de CERESIS al Proyecto de Peligro Sísmico de Latinoamérica y el Caribe, del IPGH (1990-1995). Se presenta el trabajo realizado por CERESIS, relevante al proyecto IPGH, previo a la iniciación y durante la ejecución de este proyecto. Se discuten las metodologías empleadas en la recopilación y homogenización de los datos que conforman el catálogo regional de sismicidad. Luego se presentan las bases para el cálculo de peligro sísmico y los resultados obtenidos en forma de un mapa con curvas de iso-aceleraciones del terreno, estimadas en base a una probabilidad de 90% de no-excedencia en un período de tiempo de 50 años

Summary

CERESIS, established in 1971 as an independent seismological regional organization for South America, with the national representatives of its member states (12 in 1995) being the voting members of its Board of Directors, has largely been responsible for the significant increase in the collective capacity of its member countries to observe, record, analyze and interpret the region's seismicity. As a result, prior to the launching of the PAIGH project "Seismic Hazard - Latin America and the Caribbean" (in 1990), South America already had created a unified CERESIS catalog of instrumental earthquake parameters, beginning just after 1900, and an historical catalog beginning in the XVIth century with the earliest known event for each country. These catalogs, which include all available data to the end of 1981, are known as the SISRA catalogs

In 1987, CERESIS undertook a new project to update the SISRA regional catalog and to produce a regional probabilistic seismic hazard map for South America. With the commencement of the PAIGH project, CERESIS agreed to contribute all of its available information, as well as the updated regional catalog and map.

The SISRA catalog has 20,721 events for 450 years through 1981; the updated CERESIS catalog includes 45,311, an increase of 24,590 events in only 10 years. The apparent "increase" in seismicity is due to the large number of new better quality and better located seismic stations installed in the region during the 80s.

The probabilistic seismic hazard map for South America is the first such regional map produced. It shows iso-acceleration curves of Peak Ground Acceleration (PGA) computed on the basis of a 10% probability of exceedence in 50 years, compiled from data provided by the member countries. Different attenuation relations have been used for subduction and crustal (intraplate) earthquakes as we have found that strong motion attenuates differently in these environments. Each country provided the attenuation relations used.

The CERESIS regional map and catalog are officially approved by the governments of the member States.

1. Prólogo

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Gobierno del Perú, concientes de que una eficiente cooperación regional e internacional es condición básica para el avance de la sismología y la reducción de los riesgos por terremotos y fenómenos afines, suscribieron un Acuerdo, el 9 de marzo de 1966, para establecer el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS).

CERESIS se convirtió en una organización autónoma inter-gubernamental en julio de 1971, con la membresía inicial de varios países de América del Sur; y que luego se amplió para incluir otros países de la comunidad internacional.

En 1996 CERESIS cumple 30 años desde que fuera creado y también sus bodas de plata como organismo regional autónomo. Los Estados Miembros abonan cuotas anuales obligatorias y, en la medida de sus posibilidades, cuotas extraordinarias. Estos ingresos permiten a CERESIS atender los egresos que corresponden al presupuesto ordinario. La mayor parte de las actividades regionales, en el marco de proyectos específicos, se realiza con recursos que CERESIS recaba de diversas fuentes externas.

En la actualidad los Estados Miembros de CERESIS son doce: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, España, Paraguay, Perú, Trinidad-Tobago, Uruguay y Venezuela. Una de las funciones inherentes a su razón de ser ha sido y es la de ejecutar proyectos regionales, gestionar el apoyo financiero requerido y canalizar los fondos obtenidos a organismos e investigadores sudamericanos responsables de la ejecución, producción, aplicación y difusión de los resultados.

Las actividades realizadas en el pasado por CERESIS cubren un amplio espectro. A continuación las que son directamente relevantes al proyecto del IPGH: Proyecto "Peligro Sísmico en Latinoamérica y el Caribe":

- Cursos de capacitación para personas responsables de estaciones y redes sísmológicas.
- Becas de estudios de especialización y de post-grado
- Proyectos relevantes al Proyecto IPGH, ejecutados en el período 1980-1986:
 - Catálogo Sísmico de América del Sur - parámetros focales, 1530-1981 (Catálogo SISRA);
 - Catálogo Sísmico de América del Sur - intensidades, 1530-1981 (Catálogo SISRA),
 - Sismicidad Histórica Siglos XVI-XIX
 - Mapas de Epicentros;
 - Mapa de Intensidades Máximas;
 - Mapa Neotectónico Preliminar
- Proyectos relevantes al proyecto IPGH, ejecutados en el período 1987-1995:
 - Actualización de Catálogos SISRA;
 - Mapa Probabilístico de Peligro Sísmico de América del Sur
 - Sismicidad Histórica

El logro más significativo de CERESIS en sus 30 años de existencia sería el haber forjado relaciones formales de trabajo entre instituciones e investigadores de la región sudamericana, contribuyendo así a la integración regional y al progreso de la sismología en el continente sudamericano.

2. Introducción

El proyecto IPGH "Peligro Sísmico en Latinoamérica y el Caribe" nace como resultado de una iniciativa del presidente de la Comisión de Geofísica del IPGH y del apoyo económico del Centro Internacional para el Desarrollo, del gobierno del Canadá (IDRC), en un monto del orden de los US\$ 500,000 dólares. El Acuerdo IPHG-IDRC fue suscrito en Marzo, 1990. Uno de sus aspiraciones fue forjar vínculos formales entre las principales instituciones regionales, y servir como catalizador para facilitar la cooperación inter-regional durante y después de la ejecución del proyecto.

El objetivo principal ha sido producir un catálogo sísmico integrado y un mapa probabilístico de peligro sísmico para toda América Latina y el Caribe.

Para fines operativos y administrativos se dividió el área del proyecto en cuatro regiones: México (Universidad Nacional Autónoma - UNAM), América Central (Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales - CEPREDENAC), América del Sur (Centro Regional de Sismología para América del Sur - CERESIS) y el Caribe (Seismic Research Unit de la Universidad de West Indies en Trinidad - SRU-UWI).

El proyecto se inició con una reunión en Ontario, del Comité Directivo, constituido por un representante de cada región, y presidida por el delegado del IPGH, Dr. J. Tanner

El presente informe describe las actividades ejecutadas por CERESIS los años 1980-1995 - en el marco de sus propios programas y presupuestos de trabajo - relevantes a los propósitos del proyecto IPGH

Además del texto presente forma parte del Informe el Catálogo CERESIS-91H y el Mapa Probabilístico de peligro sísmico adjuntos

Dada la superposición de objetivos y metas del proyecto IPGH con los de los programas y actividades ordinarios de CERESIS en América del Sur, se acordó que para efectos del proyecto IPGH, CERESIS continuaría ejecutando sus propios proyectos para actualizar el catálogo sísmico de América del Sur y producir un mapa probabilístico de peligro sísmico. CERESIS se comprometió a entregar esos productos al IPGH, los que serían incluidos en el informe del IPGH al IDRC. Por su

parte, el IPGH acordó proporcionar un subsidio a CERESIS para determinadas actividades puntuales. Durante los 5 años de duración del proyecto, CERESIS recibió del IPGH un monto total de US\$50,500. Se estima que la inversión de los Estados Miembros de CERESIS, para producir el catálogo regional y el mapa de peligro sísmico, ha sido del orden de US\$ 3,000,000 de dólares.

En las secciones subsecuentes se describen las actividades realizadas y se presentan los resultados obtenidos.

3. Catálogo Sísmico para América del Sur

Cuando se creó CERESIS, en 1966, se afirmó que una de sus razones de ser era la de producir un catálogo sísmico regional y mantenerlo actualizado

Ese mandato se mantiene vigente. Las actividades regionales orientadas a su cumplimiento han pasado por tres etapas:

- 1 Proyecto SISAN (Sismicidad Andina); 1976-82
- 2 Proyecto SISRA (Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina); 1980-86
3. Proyecto CERESIS-91 - Proyecto IPGH, 1987-95

3.1 PROYECTO SISAN

El Proyecto SISAN - Sismicidad Andina - fue formulado por el Consejo Directivo de CERESIS, en su Cuarta Reunión Ordinaria que tuvo lugar en Quirama, Colombia, en 1972, poco después del catastrófico terremoto de 1970 en Perú. El proyecto SISAN, de carácter multinacional, tuvo la virtud de iniciar en América Latina, como Proyecto Piloto, esfuerzos conjuntos entre investigadores de cuatro países - Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú - para mejorar la adquisición de datos sísmicos, dar impulso al procesamiento sistemático de información sísmica y difundir los resultados.

El documento formulado por CERESIS en Quirama fue perfeccionado en Lima y presentado al Programa Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos (OEA) Los fondos

aprobados, con cargo al presupuesto de 1973-74 de la OEA, fueron US\$67,500. Se estimó el monto de las contrapartidas nacionales en unos US\$ 212,490.

3.1.1 *Catálogo SISAN*

El proyecto se inició en 1976, contó con el financiamiento de la OEA y el auspicio y la coordinación de CERESIS, hasta 1979. Gracias al apoyo del Instituto Geofísico del Perú y a la dedicación del Dr. L. Ocola, se terminó el proyecto con la publicación en 1984 por el Instituto, de los catálogos sísmicos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú

Dichos catálogos cubren el periodo desde el año 1471 hasta 1982; presentan dos partes: una de los parámetros de los hipocentros y la otra de las intensidades.

Aparte del valor intrínseco de los datos publicados, la experiencia adquirida durante la realización del proyecto SISAN fue invaluable para la ejecución del proyecto SISRA

3.2 PROYECTO SISRA

El Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina (**Proyecto SISRA**) se inició en Octubre 1981 y concluyó a comienzos del año 1987. El Programa fue auspiciado por el U S Geological Survey del Departamento del Interior de los Estados Unidos (USGS). CERESIS fue la Agencia Ejecutora del Proyecto SISRA al amparo del Grant No. 14-08-0001 G-670. El proyecto fue financiado por el Office of Foreign Disaster Assistance de la Agencia para el Desarrollo Internacional del Departamento de Estado (OFDA/AID); los fondos fueron canalizados a CERESIS vía el USGS. El monto total de los fondos entregados a CERESIS para la ejecución del proyecto SISRA fue de US \$888,000, el monto de la contrapartida de los 9 Estados Miembros de CERESIS (actualmente son 12) ascendió a \$ 2,142,000.

La primera reunión regional para estructurar el proyecto y definir los alcances del mismo y las pautas técnicas pertinentes, tuvo lugar en Lima, Perú, en el mes de Octubre 1981. Se determinaron las pautas y metas para producir los siguientes productos: Investigación de la Sismicidad Histórica; Catálogo Sísmico Regional; Mapas de Sismicidad, Grandes Terremotos, Máximas Intensidades, Neotectónica y Deslizamientos y Licuación; además de otros productos que figuran en el Apéndice A.

3.2.1 Sismicidad Histórica

A solicitud de CERESIS, el Dr. Enrique Silgado F., representante nacional del Perú en el Consejo Directivo, realizó tres viajes a Europa en 1979, 1982 y 1989 respectivamente, con el fin de consultar la documentación que pudiera encontrarse sobre terremotos en los principales archivos de España, Inglaterra y Francia. Estos estudios fueron financiados por CERESIS, el Ministerio de Relaciones Exteriores de España, UNESCO y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Perú (CONCYTEC).

Las investigaciones fueron exitosas en vista del importante material encontrado, especialmente en el Archivo General de Indias de Sevilla, en la Biblioteca Nacional de Madrid, en el Archivo Histórico Nacional y en la Real Academia de Historia. Los informes de los Virreyes, Arzobispos y Gobernadores nos dan a conocer muchos detalles de los efectos producidos por esos fenómenos, los lugares más propensos a sismos y algunos aspectos de construcción antisísmica, lo cual nos ayuda a minimizar las pérdidas de vidas y propiedad.

En 1980, durante la reunión bienal del Consejo Directivo de CERESIS, realizada en San Juan, se acordó proseguir los estudios en España, Inglaterra y Francia, a los cuales se aunaría la documentación del siglo XIX. Cumpliendo una de las metas del Proyecto SISRA (Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina), el Dr. Silgado se dirigió a Europa a fines del mes de marzo de 1982. En Londres, encontró en la Biblioteca del Museo Británico, en la "Sección de Manuscritos Españoles" y en la Sección Central de Publicaciones, variada información de los terremotos que ocurrieron en la época colonial y republicana de la América del Sur. Otra institución visitada fue la Oficina de Registros Públicos situada en Kent, donde el autor consultó los informes de los cónsules ingleses del siglo pasado. En París, tuvo acceso a la Biblioteca Central donde revisó el catálogo de los manuscritos españoles de Alfred Morel Fatio, y en la sección de la Biblioteca la obra del Dr. Geinitz relativa al terremoto y maremoto de 1877. En la Sección de Cartas y Planos halló los manuscritos de Montessus de Ballore, en realidad una recopilación, hecha en borrador, de los sismos sudamericanos ocurridos desde la época colonial hasta fines del siglo pasado. En la Biblioteca del Instituto de Física del Globo en Estrasburgo consiguió datos de impresos y copió el libro de Perrey titulado "Documents relatifs aux tremblements de terre au Chili", Lyon 1854. El Dr. Jean Vogt del Servicio Regional de la Alsacia, proporcionó copia de los trabajos de Hochstetter, Fuchs y Hamilton, así como copias y recortes de periódicos del siglo XIX.

Como resultado de estas investigaciones se publicaron:

- "Terremotos Destructivos en América del Sur, 1530 - 1894"
- "Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX".

Estas publicaciones incluyen TABLAS con los valores de la Intensidad Sísmica Mercalli Modificada, estimada para cada evento para el cual existe suficiente información descriptiva. Estas intensidades inevitablemente son valores aproximados que dan una idea, sin embargo, de la fuerza del terremoto.

El trabajo al que se hace referencia arriba complementa las investigaciones del Dr. Silgado sobre terremotos y tsunamis históricos que realizara durante los años 1974-1981 y que dieron lugar a las siguientes publicaciones:

- "Historia de los Grandes Tsunamis producidos en la Costa Occidental de América del Sur (1515-1922). CERESIS 1974.
- "Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)". INGEMMET 1978.

3.2.2 Catálogos SISRA

La experiencia del proyecto SISAN fue muy útil para estructurar el catálogo SISRA. Un objetivo permanente de CERESIS es la elaboración, actualización y perfeccionamiento del catálogo regional de parámetros sísmicos y e intensidades. Un catálogo confiable es esencial para el progreso en muchas áreas de la investigación sísmológica. Esto es particularmente cierto para estudios regionales de sismicidad, sismotectónica y la evaluación del peligro y riesgo sísmico. Los catálogos nacionales existentes en casi todos los países sudamericanos, antes de comenzar el Proyecto SISRA, contenían valiosa información que data desde el siglo XVI. Sin embargo su confiabilidad y contenido variaba significativamente de un país y otro en formato, contenido, calidad y el período que abarcan; si bien en la actualidad todavía hay que trabajar estos catálogos

El Proyecto SISRA proporcionó un marco sin paralelo e indispensable, a nivel regional, para ordenar el esfuerzo de revisar, actualizar y unificar los diversos catálogos. Desde el comienzo del

proyecto se decidió concentrar el trabajo en catalogar los parámetros hipocentrales de los eventos sísmicos y la distribución de las respectivas intensidades sísmicas. sísmicos nacionales disponibles y producir un catálogo regional homogéneo. Lo sustantivo y lo mas importante del trabajo para producir los catálogos de hipocentros e intensidades fue realizado por los grupos de especialistas nacionales en cada país, auspiciados por CERESIS.

Ellos revisaron, editaron e integraron la variedad de datos disponibles en su país. Luego, adecuaron la información a un formato previamente acordado por los representantes nacionales de cada uno de los países involucrados. El referido formato se conoce como formato SISRA. Se designó a un coordinador regional para la producción del catálogo; el Dr. Leonidas Ocola del Perú asumió esa responsabilidad hasta 1983, teniendo en cuenta su valiosa experiencia con el proyecto SISAN. Fue el artífice del formato SISRA, estableció las pautas para la coordinación necesaria entre países para producir el catálogo y fortaleció la colaboración entre países, dejando establecido el proceso para la conclusión de los catálogos.

3.2.2.1 - Catálogo SISRA-H

El catálogo regional está organizado por país. Al ser integrados los catálogos nacionales forman en conjunto una sola base de datos consistentes que describe la sismicidad de todo el continente. El catálogo regional incluye los catálogos para Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Trinidad-Tobago y Venezuela. Se incluye un listado de eventos en áreas adyacentes aunque estos no se han verificado o editado. Las áreas cubiertas por estos catálogos nacionales no se sobreponen, de tal manera que cuando estos catálogos son combinados, los eventos sísmicos aparecen en el catálogo una sola vez.

Los catálogos cubren un periodo de tiempo que comienza con los eventos históricos más antiguos que se conocen y terminan en Diciembre 1981. La información varía con el tiempo, ya que es relativamente incompleta para los eventos históricos y mucho mas completa para los eventos recientes. El limite inferior para la magnitud fue designado en $m_b = 4.5$. Los eventos más pequeños no han sido rigurosamente eliminados, particularmente porque muchos eventos no tienen magnitudes reportadas o calculadas. En todo caso, el catálogo es mucho menos completo para eventos de megnitud inferior a $m_b = 4.5$.

A. Compilación

La compilación de los catálogos fue realizada en dos partes. Una fue el catálogo instrumental que comienza poco después de 1900. La segunda fue el catálogo histórico que comienza con el evento más antiguo conocido para cada país y continuando hasta el presente. En el presente siglo, los datos históricos suplementan los datos instrumentales. El catálogo instrumental fue compilado usando datos de fuentes internacionales y datos instrumentales locales. Los datos internacionales fueron obtenidos principalmente de las compilaciones y publicaciones del U.S. Geological Survey (USGS), el U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), y el Centro Internacional de Sismología (ISC). Las fuentes primarias incluidas en las compilaciones del USGS, NOAA e ISC y las fechas respectivas son como sigue:

G-R	Gutenberg y Richter (1954)	1906-1950
ISS	International Seismological Summary	1918-1963
CGS	U S Coast and Geodetic Survey	1933-1973
BCI	Bureau Central International de Seismologie	1951-1960
ISC	International Seismological Centre	1964-presente
GS	U.S Geological Survey	1973-presente

Los datos instrumentales de agencias locales, observatorios, estaciones y universidades también fueron incluidos.

La compilación del catálogo histórico hizo necesario investigar documentos históricos incluyendo diarios, periódicos, revistas y archivos locales, y también la inclusión del resultado de investigaciones recientes sobre eventos históricos.

Para realizar una tarea de esta magnitud, fue necesario enfatizar ciertos aspectos en el proceso de compilación, dejando otros para futuro refinamiento del catálogo. Una de las tareas principales en esta etapa del trabajo del catálogo, fue eliminar el listado duplicado de un mismo evento. Ya que los datos fueron obtenidos de muchas fuentes que se sobreponen, en la colección inicial de eventos frecuentemente se encontraba el mismo evento múltiples veces. La inclusión de eventos como entradas múltiples no identificadas, puede variar cualquier análisis futuro del peligro y riesgo sísmico. Aparecieron dos problemas principales para eliminar eventos duplicados. El primero es poder reconocer entre dos o más eventos que son el mismo evento no obstante que la fecha, el tiempo, la ubicación y magnitud reportada por dos fuentes diferentes, pueden diferir significativamente. El

segundo es decidir cual dato retener y cual eliminar. Es posible que en futuras versiones del catálogo de hipocentros se puedan incluir informes alternativos para los parámetros hipocentrales siempre y cuando sean identificados como alternativas y no como eventos adicionales. Sin embargo, en esta etapa sólo se ha consignado una entrada para cada evento reconocido

Los programas de cómputo fueron de utilidad para reconocer eventos potencialmente duplicados, pero se requiere de juicio personal para tomar una decisión final acerca de cuales eventos son duplicados. Esto implica considerar la precisión de los datos para un período de tiempo dado y una fuente dada, y evaluar las diferencias de tiempo, localización, profundidad y magnitud. Los boletines del ISC asocian sus datos hipocentrales con informes de otras fuentes incluyendo el USGS. Estos boletines, para el período de tiempo para el cual existen, frecuentemente fueron utilizados como referencia en casos de duda para determinar si los eventos eran duplicados.

En general, se hizo un ordenamiento de las fuentes de acuerdo a su grado de confiabilidad para determinar la información que debería ser retenida para un determinado evento. Esto varió entre los países ya que estaban involucradas diferentes fuentes y en algunos casos fue necesaria la atención individual para determinar cual era el mejor dato. Se tomó la decisión, en general, de dar preferencia a los datos del ISC sobre los de GS para todos los eventos desde 1964 hasta el presente, periodo para el cual ambas agencias tienen información. Este período de tiempo representa un gran bloque de datos para el cual el ISC y GS fueron las fuentes primarias de información. Se decidió que sería mejor mantener una política consistente con todos los países para la selección de las localizaciones preferidas para estos eventos. El ISC fue escogido como fuente preferida porque tiene disponible los datos de las mismas estaciones que el USGS y, además, datos de otras estaciones cuya información es recibida por el USGS después de que esta institución ha procesado la solución hipocentral. Durante el periodo de tiempo que corresponde a las primeras décadas del siglo, los datos de Gutenberg y Richter tuvieron en general, preferencia sobre otros datos. Más allá de estas políticas generalizadas, la determinación de localizaciones preferidas fue generalmente dejada al criterio de los representantes de cada país.

En la compilación de una gran cantidad de datos, la detección y corrección de errores del procesamiento de datos viene a ser una seria preocupación. Se encontraron algunos errores de los datos obtenidos de la información básica compilada por el USGS, NOAA e ISC; otros errores fueron introducidos durante fases de la compilación del catálogo. Es virtualmente imposible eliminar todos los errores al procesar esta cantidad de datos recolectados de tantas fuentes diferentes. Se ha

intentado detectar y corregir la mayor cantidad de errores posibles. Al hacerlo, nos concentramos en los datos del hipocentro, magnitud e intensidad, ya que éstos parámetros son esenciales para el análisis del peligro y riesgo.

Una tercera área de especial atención ha sido referenciar todos los datos incluidos en el catálogo de la manera más detallada posible. Esto incluye principalmente el código de las fuentes dadas para los datos hipocentrales y los códigos de fuentes para todas las magnitudes que aparecen en el catálogo. Las referencias completas para estos parámetros son una llave necesaria para examen y evaluación adicional en el futuro, y así estos catálogos pueden servir como base para futuras investigaciones.

Se encontraron varios problemas durante la compilación de los catálogos. El primero de estos fue al integrar los datos recibidos en muchos formatos diferentes, evitando introducir errores adicionales debido al procesamiento de datos. Se encontró otro problema al asignar los eventos a determinados países. Cuando los países individuales trabajaron en el catálogo, cubrieron un bloque geográfico delineado por coordenadas de latitud y longitud y no por fronteras políticas. Estos bloques se superponen entre los diferentes países. Para compilar el catálogo integrado de América del Sur, fue importante eliminar la duplicación de eventos que resultó al combinar los catálogos nacionales individuales. Esto requirió definir algunas fronteras arbitrarias entre los países y asignar cada evento a un sólo país. Para hacer esto, se digitizó un mapa producido por U.S. Defense Mapping Agency y se usó un programa de computadora que asignó de manera consistente los eventos a los diferentes países, en base a esas fronteras digitizadas. La asignación de eventos a los países, sin embargo, es sólo una aproximación usada con el propósito de organizar el catálogo en regiones.

Debido a que el trabajo editorial fue organizado por país, existe la posibilidad que algunos eventos han sido duplicados o eliminados del catálogo si diferentes fuentes con diferentes localizaciones fueron utilizadas por los diferentes países. Por ejemplo, si Colombia prefirió una localización de Gutenberg y Richter que se encontraba en el Ecuador, y el Ecuador utilizó una localización, determinada localmente, que colocaba el sismo en Colombia, es posible que ese evento fuera suprimido de ambos catálogos, y por lo tanto no está incluido en el catálogo de América del Sur. Además, ambos países pueden haber incluido el mismo evento y esta duplicación puede no haber sido descubierta. Se ha hecho lo posible para tener la seguridad que los eventos grandes (aproximadamente $M_s \geq 7.5$) no han sido eliminados ni duplicados. Una verificación más detallada no fue posible en esta fase del trabajo.

El ordenamiento de las fuentes de magnitud y de las escalas también presentó una serie de problemas. Frecuentemente las magnitudes son reportadas con documentación incompleta por diversas agencias. Se intentó obtener una descripción del método usado en la determinación de magnitud para todas las magnitudes incluidas en el catálogo.

B. Formato

El formato adoptado contiene las entradas que se indican a continuación. Las tablas a las cuales se hacen referencia aparecen en el Apéndice B.

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
2-9	IDENT		Código único usado como referencia para el evento
2-3		CNTRY	Código de dos letras que identifica al país en el cual está localizado el evento. Los códigos son los siguientes AR - Argentina BO - Bolivia BR - Brasil CH - Chile CO - Colombia EC - Ecuador PE - Perú VE - Venezuela TT - Trinidad y Tobago
5-9	NUMERO		Número de identificación, de cinco dígitos
11-13	F-E REG	NUMERO	Número de la región sísmica, definida por Flinn y Engdahl (1974)
14-24	FECHA		Fecha (Tiempo Coordinado Universal)
15-18		AÑO	
10-11		MES	
23-24		DIA	
26-37	HORA		Hora (Tiempo Coordinado Universal) El tiempo siempre está dado en centésimas de segundo, pero no indica la exactitud al cual es conocido.
26-27		HORA	

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
29-30		MINUTO	
32-36		SEGUNDO	
37		QUAL	Código usado para indicar la calidad del tiempo reportado (ver tabla 1)
39-56	LOCALIZACION		Coordenadas geográficas del epicentro
39-45		LAT	Latitud (listada en centésimas de grado, pero no necesariamente exactas hasta ese nivel) Valores negativos indican latitudes sur.
47-54		LONG	Longitud (listada en centésimas de grado pero no necesariamente exacta hasta ese nivel). Valores negativos indican longitud oeste
56		QUAL	Código usado para indicar la calidad del epicentro (ver tabla 2).
58-63	PROFUNDIDAD		
58-62		KMS	Profundidad focal en kilómetros (listada al décimo de kilómetro más próximo, pero no necesariamente exacta hasta ese nivel)
63		QUAL	Código para indicar la exactitud de la profundidad (ver tabla 3)
65-67	NUM STA		Número de estaciones usadas en el cálculo del hypocentro.
69-71	HYP SRC	CODIGO	Fuente de datos Hipocentrales (ver tabla 4)
73-79	m_b		Estimado de la magnitud de ondas internas, si fuera disponible. Diferentes fuentes pueden variar significativamente en el método usado para calcular magnitudes m_b . Referencias describiendo el método de cálculo de magnitudes están dadas en la tabla 5.
73-75		MAG	Valor de magnitud, dado al décimo de unidad más próximo.
77-79		FUENTE	Código de tres letras indicando la fuente de la magnitud (ver tabla 5)
81-88	M_S		Estimado de la magnitud de ondas de superficie, si fuera disponible. La tabla 5 da referencias que describen el cálculo de estas magnitudes.
81-83		MAG	Valor de magnitud dado al décimo de unidad más próximo.
84		COMP	Componente de sismograma usado para determinar la magnitud. H indica el componente horizontal y Z indica el componente vertical
86-88		FUENTE	Código de tres letras indicando la fuente de la magnitud (ver tabla 5).

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
90-106	OTRAS MAGNITUDES		Esta sección permite un espacio para listar dos magnitudes adicionales, si las hubiera. Estas pueden ser estimados adicionales de las magnitudes m_b o M_S pueden ser magnitudes de una escala diferente, tal como magnitudes de momento, o pueden ser magnitudes basadas en una conversión de datos de intensidad o de una escala de magnitud a otra.
90-92		MAG	Valor de magnitud, dado al décimo de unidad más próximo.
93		ESCALA	Código de una letra indicando la escala de magnitud o relación de conversión (ver tabla 6)
95-97		FUENTE	Código de tres letras indicando la fuente de la magnitud (ver tabla 5)
99-101		MAG	Valor de magnitud, dado al décimo de unidad más próximo.
102		ESCALA	Código de tres letras indicando la fuente de la magnitud (ver tabla 5)
108-110	FOC MEC	FUENTE	Fuente del mecanismo focal (ver tabla 4).
112-120	INTENSIDAD		
112		DATOS	Un * en esta columna indica los datos detallados de intensidad disponibles para este evento en el catálogo de intensidad.
114-115		MAXINT	Estimado de la intensidad máxima listada, en números decimales
116		ESCALA	Código de una letra indicando la escala de intensidad usada para la intensidad máxima estimada. Una M indica la escala Mercalli-Modificada, y una K indica la escala MSK
118-120		FUENTE	Código de tres letras indicando la fuente de la intensidad máxima estimada (ver tabla 4)
122-124	ISO MAP		Fuente de un mapa publicado de curvas isosisas (ver tabla 4)
126-131	ASSOC PHENOM		Esta sección tabula seis categorías de fenómenos asociados para el evento. Cada columna contiene un código de una letra describiendo el fenómeno; X es listada si no hay información disponible.
126		DIA	Diastrofismo: F = falla en la superficie U = levantamiento/hundimiento D = falla de la superficie y levantamiento/hundimiento X = desconocido

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
127		GEO	Efectos geológicos: L = licuefacción S = Deslizamiento de tierra B = ambos, licuefacción y deslizamiento de tierra X = desconocido
128		TSU	Tsunami/Oscilación de las aguas T = tsunami generado S = oscilación de las aguas B = ambos, tsunami y oscilación X = desconocido
129		OBS	Efectos observados: L = luces u otros fenómenos visuales vistos S = ruido de terremoto, escuchado G = ondas de tierra observadas A = luces vistas y ruidos escuchados B = luces vistas y ondas de tierra observadas C = ruidos escuchados y ondas de tierra observadas D = luces vistas, ruidos escuchados y ondas de tierra observadas X = desconocido
130		NON	Fenómenos no tectónicos R = desplome de rocas C = desprendimiento o desplome de rocas en minas de carbón M = fuente meteorítica E = explosión I = colapso V = terremoto asociado con volcanismo X = desconocido
131		CAS	Catástrofes y daños C = catástrofes reportadas D = daños reportados N = ni catástrofes ni daños reportados X = desconocido.

El código de dos letras para cada país, junto con el número identificador de 5 dígitos (columnas 2-9), proporcionan una referencia única para cada evento.

Las Tablas 1 a 7 se encuentran en el Apéndice B. Estas describen los códigos usados en el formato SISRA. Las referencias para las fuentes utilizadas se encuentran en el Apéndice E. Los errores asociados con los códigos del factor de calidad para el tiempo, epicentro y profundidad, están descritos en las Tablas 1, 2 y 3 respectivamente. Los factores de calidad usados por otras fuentes para los datos de hypocentro, fueron convertidos a los factores definidos para este catálogo como se indica

en las Tablas 1, 2 y 3. Estas relaciones fueron determinadas por L. Ocola en la fase inicial del proyecto del catálogo. El código X se usa en las tres Tablas cuando no se conoce o no se ha definido la calidad. En muchos casos, no existe una buena estimación del error para el hipocentro, pero conociendo si ha sido determinado por instrumentos o derivado de datos macrosísmicos, se cuenta con alguna información adicional acerca del error probable. Por lo tanto, los códigos M para macrosísmico e I para instrumental, han sido utilizados en vez de X para los factores de calidad del epicentro y de la profundidad cuando se conoce esta información. Hay espacio para cuatro valores de magnitud. El primero es para una magnitud m_b , seguido por la magnitud M_s . Las otras dos pueden ser magnitudes m_b o M_s adicionales, otras magnitudes reportadas, magnitudes derivadas de los datos de intensidad, o magnitudes convertidas de una escala de magnitud a otra, (por ejemplo, una magnitud M_s convertida de una magnitud m_b).

Todas las intensidades listadas están ya sea en la escala Mercalli-Modificada (MM) (Wood y Newman, 1931) o la escala MSK (Medvedev y Sponheuer, 1969).

C. Magnitudes

Una meta fundamental en el desarrollo de este catálogo ha sido presentar los datos de magnitud en un formato que documente lo mejor posible cómo fueron calculadas las magnitudes. Esta información es crítica para muchos tipos de investigación tal como el análisis del peligro sísmico. Es importante que los datos de magnitud que se agrupan sean homogéneos. Por ejemplo, en una regresión de intensidad sobre magnitud, si las magnitudes son un grupo mixto de m_b y m_s , la regresión tendrá poco valor. Muchas preguntas surgen acerca de cómo manejar adecuadamente las magnitudes que han sido calculadas de distinta manera, pero el primer paso para resolver este problema es poder determinar qué métodos fueron usados para los datos que están incluidos en el catálogo. Por lo tanto, para todas las magnitudes incluidas en el catálogo, hemos incluido referencias que describen cómo se determinaron los valores. Aun cuando las magnitudes pueden estar identificadas por un mismo código para escalas de magnitud, podrían haber sido determinadas de diferente manera. Por ejemplo, tanto las magnitudes GS y MOS están listadas como magnitudes m_b pero el método para el cálculo de las magnitudes difiere. En la Tabla 5 bajo el código de fuentes GS y MOS, existen referencias que describen cómo se calcularon estas magnitudes. Algunas magnitudes fueron derivadas por instituciones locales durante este proyecto, y a continuación se describe como se hicieron los cálculos.

Argentina Se incluyen tanto magnitudes m_b y m_s . Una descripción de estas magnitudes es dada en Carmona y Castano (1973).

Bolivia. Las magnitudes (m_b) reportadas con el código de fuente SCB fueron derivadas de magnitudes M_L como sigue

$$m_b = 0.65 + 0.89 M_L \quad (1)$$

Las magnitudes M_L en esta relación fueron determinadas usando la siguiente fórmula:

$$M_L = \log (A/T) + 1.8 \log (\Delta) + 3.5 \quad (2)$$

donde A es la amplitud máxima en micrones de la onda S del sismograma de período corto y T el período predominante para el mismo tren de ondas; Δ representa la distancia epicentral en grados y 3.5 es la corrección de escala para poder adecuarse a la definición de Richter. Otras magnitudes también figuran con códigos de escala G, P y M. Las magnitudes con el G son magnitudes M_L que fueron calculadas usando la ecuación (2) arriba. Las magnitudes con el código P son magnitudes m_b convertidas de magnitudes M_S reportadas por Pasadena usando la siguiente ecuación.

$$m_b = 2.37 + 0.56 M_S \quad (3)$$

Las magnitudes con el código de escala M son magnitudes M_L convertidas de la intensidad máxima (I_0) en la escala MM usando la siguiente ecuación

$$M_L = 1.08 + 0.6228 I_0 \quad (4)$$

Brasil: Las magnitudes (m_b) fueron calculadas para muchos eventos usando datos macrosísmicos o instrumentales. Cuando se usaron datos macrosísmicos, una de las siguientes ecuaciones fue aplicada:

$$m_b = 1.63 + 0.60 \log (A_t) \quad (5)$$

$$m_b = 2.29 + 0.55 \log (A_{IV}) \quad (6)$$

donde A_t es el área total afectada en kilómetros cuadrados (correspondiente a la curva isosista de intensidad II MM), y A_{IV} es el área de la curva isosista con intensidad IV MM. Para los sismos con datos instrumentales para d entre 200 y 1500 km se usó la siguiente ecuación

$$m_R = \log (2 \pi A/T) + 2.3 \log d - 2.28 \quad (7)$$

donde m_R es equivalente a m_b calculada en base a datos regionales. A es la máxima amplitud del movimiento del suelo en micrones, T es el periodo aproximado de la onda, en segundos, correspondiente a A, y d es la distancia epicentral en km

Chile: Las magnitudes dadas con el código de escala E fueron estimadas en base a los datos de intensidad. Para una descripción de las magnitudes determinadas instrumentales, correspondientes al código de fuente GUC, ver Lee y Wetmiller (1978).

Colombia: Las magnitudes (m_b) reportadas con el código de fuente IGE fueron calculadas de la siguiente ecuación:

$$m_b = \log (A/T) + 1.35 (\Delta) + 0.77 \quad (8)$$

Las magnitudes M_s con el código de fuente R-I fueron evaluadas por el Padre J.E. Ramirez de los datos de intensidad. Las magnitudes M_s reportadas por IGE también fueron determinadas de datos de intensidad. Según parece, estas fueron convertidas de la fórmula derivada por Gutenberg y Richter (1956)

$$M = 1 + 2/3 I_o \quad (9)$$

Ecuador: Las magnitudes (m_b) fueron desarrolladas por el proyecto SISAN. Una descripción de estas magnitudes está incluida en Ocola (1984). Otras magnitudes con el código de fuente OAE y el código de escala K fueron convertidas de las intensidades MSK usando la fórmula dada en la ecuación 9 arriba.

Perú: El Instituto Geofísico del Perú (IGP) ha calculado las magnitudes (m_b) para muchos eventos anteriores a 1963. Estas se basaron en los sismogramas de las estaciones en Huancayo, Perú y La Paz, Bolivia, usando la siguiente ecuación:

$$m_b = \log (A/T) + Q \quad (10)$$

donde Q se determina de los gráficos Q (PZ) dados por Duda (1970). Otras magnitudes m_b , identificadas por el código IGH, fueron calculadas de datos no publicados por Daniel Huaco del IGP

Para eventos no instrumentales, las magnitudes fueron calculadas de las intensidades máximas e identificadas con el código de escala "I", usando las siguientes fórmulas.

$$M = 0.090 I_0 + 4.147 \log(h) + 0.752$$

para $I_0 \geq 6$ y $0 < h < 33$ (11)

$$M = 0.472 I_0 - 5.361 \log(h) + 13.023$$

para $I_0 \geq 6$ y $3 < h < 100$ (12)

$$M = 0.287 I_0 + 1.200 \log(h) + 1.703$$

para $2 < I_0 < 6$ y $0 < h < 33$ (13)

$$M = 0.284 + 4.223 \log(h) - 4.147$$

para $2 < I_0 < 6$ y $33 < h < 130$ (14)

donde h es la profundidad, e I_0 es la intensidad máxima en la escala MSK. Para convertir intensidad MSK a MM, todos los datos de intensidades fueron examinados. Los investigadores peruanos usaron no sólo la intensidad máxima observada, sino también la distribución de intensidades observadas para convertir intensidades MM a intensidades MSK.

3.2.2.2 - Catálogo SISRA-I

El catálogo de intensidades, SISRA-I, fue organizado por países, al igual que el de hipocentros y cubre igual período de tiempo.

Un resumen del formato del catálogo de intensidades se encuentra mas abajo. Los datos detallados de intensidades están dados para algunos de los eventos incluidos en el catálogo de hipocentros. Los datos descriptivos proporcionados por Silgado (1985) no estuvieron disponibles cuando se hizo la compilación del catálogo de intensidades y, por lo tanto, pueden no estar incluidos aquí. Están incluidos dos tipos de registros, o entradas, en el catálogo de intensidades. El primero es una sola línea para cada evento describiendo los parámetros del hipocentro. Luego, para cada evento, se incluye una serie de registros de localidades que dan la intensidad asignada para este terremoto en

dichas localidades. La escala de intensidad usada (MM o MSK se identifica en todas las intensidades listadas).

La identificación hipocentral incluye mucho de la misma información dada para ese evento en el catálogo de hipocentros. Se usa el mismo código de país y número de identificación en el catálogo de intensidades y en el catálogo de hipocentros para un mismo evento. La fecha y la hora listados también son iguales, sólo que la hora es dada al segundo más cercano en el catálogo de intensidades. El catálogo de intensidades ofrece espacio para dos diferentes epicentros: un epicentro instrumental y un epicentro determinado de la distribución de intensidades. La razón para esto es que el epicentro instrumental puede no corresponder muy bien con el centro del área de isosistas. Esto puede llevar a una incertidumbre adicional en la investigación de atenuación de intensidad. Por lo tanto, en algunos casos puede ser útil incluir tanto un epicentro instrumental como un epicentro basado en la distribución de intensidades. La profundidad focal del terremoto también es dada en el catálogo de intensidades pero sólo al kilómetro más cercano. Las magnitudes m_b y M_s listadas en el catálogo de hipocentros son repetidas en el catálogo de intensidades máximas. La primera es la intensidad máxima observada. Este es el valor máximo verdadero de todas las observaciones de intensidad reportadas. En algunas situaciones, sin embargo, puede no estar reportada una intensidad en una localidad donde ocurrió la intensidad máxima. Esto puede suceder si el epicentro del evento está mar afuera, o en una área no poblada. En estas situaciones, frecuentemente es posible estimar cuál es la máxima intensidad que habría sido observada, en base a la distribución de las otras intensidades observadas. Así pues, la segunda intensidad máxima incluida es un máximo estimado. La tercera es una intensidad máxima, calculada de una magnitud reportada usando una fórmula apropiada de regresión. El último valor en el registro de hipocentro indica un número de localidades, con datos, que se tabulan a continuación.

El registro para cada localidad describe el valor de una intensidad observada. El código de dos letras, del país, está listado para indicar el país al cual corresponde la intensidad reportada. Se describe la localidad, dando generalmente el nombre de la ciudad o población, a veces seguido por el de la provincia donde está ubicada. Ocasionalmente, se incluye el nombre del país nuevamente en esta descripción. Se encuentran tabuladas las coordenadas y la altitud de la localidad. Hay espacio para reportar la distancia del epicentro y del hipocentro a la localidad. La diferencia entre estos dos parámetros es que la distancia hipocentral toma en consideración la profundidad del hipocentro y la elevación sobre el nivel del mar de una localidad dada, mientras que la distancia epicentral no considera estos factores. También hay espacio para reportar el azimuth al epicentro y las coordenadas

de cada localidad. Se consigna la intensidad observada para la localidad. Todas las intensidades son identificadas con la escala utilizada para la evaluación, sea Mercalli Modificada o MSK. El investigador que ha asignado el valor de la intensidad está también identificado bajo "Intérprete". Hasta cuatro referencias son dadas. Estas son referencias del material publicado, que pueden incluir valores asignados de intensidad, o pueden ser sólo descripciones del daño causado por el evento. En base a estas referencias, el intérprete ha asignado un valor de intensidad para esa localidad. También existe una columna para comentarios relacionados a la localidad. Este espacio puede ser utilizado para indicar razones poco usuales para los daños producidos, tales como licuefacción o deslizamientos

Los parámetros hipocentrales dados en el catálogo de intensidades son los mismos que aquellos listados en el catálogo de hipocentros. Esto es importante porque no se dan referencias para los datos hipocentrales incluidos en el catálogo de intensidades, pero estas referencias se pueden encontrar volviendo al catálogo de hipocentros. También es esencial que el número de identificación usado en el catálogo de intensidades corresponda al número en el catálogo de hipocentros, y que cualquier evento que se encuentre en el catálogo de intensidades, esté incluido en el catálogo de hipocentros. Durante la compilación del catálogo de intensidades se ha tratado de asegurar que se mantenga esta correspondencia.

Surgió una duda acerca de lo que representa la intensidad máxima que se consigna en el catálogo de hipocentros. ¿Necesariamente debería ésta corresponder a la intensidad máxima dada en el catálogo de intensidades y, si así fuera, cuál de las posibles tres intensidades máximas? Durante la compilación, se verificó que la intensidad máxima observada dada en el catálogo de intensidades, es la máxima entre las observaciones de intensidad reportadas. Las intensidades máximas listadas en el catálogo de hipocentros pueden diferir de aquellas listadas en el catálogo de intensidades. Para ofrecer el mejor estimado posible del tamaño de los eventos históricos, el catálogo del hipocentro puede listar una intensidad máxima estimada. Esto es más probable en el caso de eventos en el mar.

Puede darse el caso frecuente que un evento con epicentro en determinado país, tenga reportes de intensidades en países vecinos. En tal situación, se incluye el evento en el catálogo de intensidades para el país en el cual está ubicado el epicentro y las intensidades de las observaciones en otros países están incluidas en el mismo lugar. Se incluye el código de dos letras del país, con cada localidad, para identificar al país donde se observó la intensidad. Las observaciones en una localidad dada pueden estar incluidas más de una vez si más de un país ha incluido tales observaciones. Muchos

eventos del área del Caribe fueron sentidos en Venezuela. Dado que no se ha compilado un catálogo de intensidades para el área del Caribe, estos eventos sólo aparecen en el catálogo de intensidades para Venezuela.

El catálogo de intensidades incluye espacio, para cada localidad, para indicar su elevación, distancia epicentral, distancia hipocentral y acimuth, facilitando el análisis de la atenuación de intensidad. La evaluación de estos parámetros varía significativamente entre los países. Si los datos no fueron completados por cada país, no se ha hecho ningún esfuerzo adicional para completarlos. Si los epicentros fueran reevaluados, la mayor parte de estos datos también tendrán que ser reevaluados. Esto se ha dejado como un posible refinamiento futuro del catálogo.

Los Estados Miembros de CERESIS están revisando y actualizando el catálogo SISRA-I a fin de producir el catálogo CERESIS-91.I. Se estima que se terminará el trabajo en Julio del presente año.

Se ha subestimado la importancia de un buen catálogo de Intensidades sísmicas. En general, no se aprovecha esa importante fuente para determinar la atenuación y la respuesta de sitio, dos de los más importantes parámetros para estudios de riesgo. El perfeccionamiento de este catálogo es otro de los objetivos permanentes de CERESIS.

A. Formato

A continuación, un resumen del formato SISRA-I para Intensidades:

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
3-10	IDENT		Código único de identificación usado para referirse al evento.
3-4		CY	Código de dos letras que identifica al país en el cual está localizado el evento. Los códigos son los siguientes AR - Argentina BO - Bolivia BR - Brasil CH - Chile CO - Colombia

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
			EC - Ecuador PE - Perú VE - Venezuela TT - Trinidad y Tobago
6-10		NUM	Número de identificación de cinco dígitos.
16-25	FECHA	Fecha	(Tiempo Coordinado Universal)
16-19	YR	Año	
21-22	MO	Mes	
24-25	DA	Día	
31-38	HORA	Hora	(Tiempo Coordinado Universal). La hora está dada siempre al segundo más próximo pero no es necesariamente exacta hasta ese nivel.
31-32	HR	Hora	
34-35	MN	Minuto	
37-38	SC	Segundo	
44-80	EPICENTRO		Epicentro del evento Como el epicentro instrumental puede no coincidir con la intensidad más alta observada, se da el epicentro instrumental y el epicentro derivado de los datos de intensidad.
44-59	INSTRUMENTAL		Epicentro mstrumental del evento.
65-80	INTENSIDAD		Epicentro del evento derivado de los datos de intensidad.
86-88	DEP KMS		Profundidad focal en kilómetros.
94-102	MAGNITUDES		Estimados de magnitud
94-96		M_s	Magnitud de la onda de superficie
100-102		m_b	Magnitud de la onda interna (cuerpo).
108-122	MAX INT		Intensidad máxima. Hasta tres estimados pueden ser incluidos, como se describe a continuación
108-110		OBS	Intensidad máxima observada.
114-116		EST	Intensidad máxima estimada de los datos de intensidad disponibles Por ejemplo, si un evento ocurrió en el mar, los

<u>Columnas</u>	<u>Título</u>	<u>Sub-título</u>	<u>Descripción</u>
			valores de intensidad observados en tierra pueden ser usados para estimar cuál hubiera sido la intensidad en el epicentro si hubiera ocurrido en tierra
120-122		COM	Intensidad máxima calculada derivada de una magnitud.
128-130	NUM OBS		Número de observaciones de intensidad para este evento.
	OBSERVACIONES DE INTENSIDAD.-		Estos registros contienen listados de intensidades observadas en varias localidades para los eventos antes descritos.
2-49	LOCALIZACION		Descripción de la localización de la observación. Las primeras dos columnas en esta sección son el código del país, usando los mismos códigos descritos bajo CY en la descripción del evento.
51-64	COORDENADAS		Coordenadas geográficas de la localización.
		LAT	Latitud dada en centésimas de grado. Latitudes al sur están indicadas como valores negativos.
		LONG	Longitudes dadas en centésimas de grado. Longitudes al oeste están indicadas como valores negativos
66-69	ELEV		Elevación de la localidad, si fuera posible, en metros sobre el nivel del mar.
71-74	EPIC DIST		Distancia (en kilómetros) del epicentro del evento a esta localidad. Esta no ha sido calculada para todos los eventos.
76-79	HYP DIST		Distancia (en kilómetros) del hipocentro del evento a la localidad. Esta no ha sido calculada para todos los eventos
81-84	AZI		Acimut del epicentro a esta localidad Este no ha sido calculado para todos los eventos
86-88	INT		Intensidad observada en esta localidad
90-93	INTP		Iniciales de los intérpretes que determinaron el valor de intensidad dado (ver tabla 7).
95-109	REFERENCIAS		Hasta cuatro referencias están listadas para la determinación de esta intensidad (ver tabla 8).
111-131	COMENTARIOS		Comentarios referentes a la determinación de la intensidad.