

1. Introducción

La República de El Salvador fue dañada severamente por la Guerra Civil que duró más de 13 años desde 1979 hasta 1992, el terremoto de 1986, el huracán Mitch de 1998, etc. El Gobierno de El Salvador tiene como objetivo el desarrollo económico con algunas políticas tales como la reconstrucción de la infraestructura, la erradicación de la pobreza, la democratización y la protección del ambiente.

El Gobierno de Japón comenzó de nuevo a prestar ayuda en 1992 y proporcionó apoyo para la reconstrucción, incluyendo una oferta como un préstamo en yenes para los campos de energía eléctrica y suministro de agua.

Con los antecedentes antes mencionados, el Gobierno de la República de El Salvador le solicitó al Gobierno de Japón, que preparase mapas topográficos para las áreas carentes de los mapas existentes en escala de 1/25,000 y datos geográficos básicos de SIG (Sistema de Información Geográfica) para los varios planes de desarrollo.

En respuesta a la solicitud presentada por el Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno de Japón decidió conducir un proyecto para mejorar los datos geográficos básicos de acuerdo con las leyes y reglamentos relevantes vigentes en Japón. El nombre del proyecto es “El Estudio para el Establecimiento de los Datos Geográficos Nacionales Básicos en la República de El Salvador” (en lo sucesivo referido como “Fase I del Estudio”).

En consecuencia, Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en lo sucesivo referido como “JICA”), la agencia oficial responsable de la implementación de los programas de cooperación técnica de Japón, asumió el Estudio en cooperación conjunta con las autoridades del Gobierno de la República de El Salvador.

Por otro lado, un terremoto azotó el país cerca de la línea costera de El Salvador, el 13 de enero del 2001, con una magnitud de 7.6 en la escala de Richter, seguido de otro, el 13 de febrero del 2001. Hay informes de serios daños en los 14 Departamentos del país.

Después de los terremotos mencionados arriba, inmediatamente, JICA ha decidido mandar el Equipo del Estudio del JICA (en lo sucesivo referido como “Equipo del Estudio” o “Equipo”) para un proyecto sobre la Fase II (en lo sucesivo referido como “Fase II del Estudio”). Los principales objetivos de la Fase II del Estudio fueron la preparación de los Mapas de Desastre para Áreas Dañadas, como resultado de los terremotos de enero y febrero de 2001, y preparar el Mapa de Análisis de Riesgos para Derrumbes y Áreas en Peligro.

El período de Estudio para la Fase I y la Fase II es desde marzo del 1999 hasta julio del 2001.

2. Perfil del Estudio

2.1 Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio son:

Fase I:

- (1) Crear los mapas topográficos en escala 1/25,000 (aproximadamente 3,700 km²) para asistir al Gobierno de la República de El Salvador en la preparación de varios planes de desarrollo.
- (2) Elaborar los datos digitales cuya precisión de posición corresponde a los mapas topográficos existentes en escala de 1/25,000 para asistir al Gobierno de la República de El Salvador en el establecimiento de varios sistemas de información geográfica (aproximadamente 20,740 km²)
- (3) Transferir tecnología relacionada al personal de la contraparte salvadoreña.

Fase II:

- (4) Preparación de los “Mapas de Desastres de Áreas Dañadas” resultantes de los terremotos ocurridos en el 2001 para proceder con apoyo efectivo para el plan de reconstrucción.
- (5) Preparación del “Mapa de Análisis de Riesgos para Derrumbes y Áreas en Peligro” para indicar las áreas susceptibles a otro desastre.

2.2. Áreas de Estudio

Fase I:

- (1) Nueva área de mapeo (aproximadamente 3,700 km²)
- (2) Digitalización del área de todo el país (aproximadamente 20,740 km²)

Fase II:

- (3) Las principales áreas de desastre debido a los terremotos (aproximadamente 5,100 km²)

Las áreas del Estudio se muestran en la Figura 1.

Figura 1 Áreas de la Fase I y II del Estudio
obj/spanish/id_hojas.xls

obj/spanish/flujo_es.xls

2.3 Alcance del Trabajo

2.3.1 Fase I del Estudio

La Fase I del Estudio cubrirá los siguientes puntos:

(1) Elaborar los datos digitales y el mapa topográfico en escala de 1/25,000 (aproximadamente 3,700 km²)

- 1) Fotografía aérea
- 2) Levantamiento de los puntos de control
- 3) Triangulación Aérea
- 4) Identificación del campo
- 5) Ploteo
- 6) Investigación suplementaria del campo
- 7) Recopilación
- 8) Elaboración de películas impresas

(2) Digitalizar los mapas topográficos existentes en escala de 1/25,000 (aproximadamente 17,040 km²)

(3) Estructura

(4) Transferencia de tecnología

2.3.2 Fase II del Estudio

La Fase II cubrirá los siguientes puntos:

(1) Actualización del mapa básico de áreas de desastre

(2) Estudio de campo

(3) Elaboración de Mapa de Desastres de Áreas Dañadas

(4) Elaboración de Mapas de Análisis de Riesgo para Derrumbes y Áreas Peligrosas, indicando los lugares potenciales de peligro.

2.4 Especificaciones

Las especificaciones del Estudio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Especificaciones del Estudio

Símbolos de lMapas	A decidirse tomando en cuenta el método de representación en El Salvador por medio de la discusión mutua.
Normas de medición	Elipsoide de referencia: Clarke 1866 Datum de coordenada: North American Datum 1927 (se refiere al primer grado del punto de triangulación en Soledad) Datum de nivelación: Media del nivel del mar (medido en La Unión) Proyección: Conformal cónico LAMBERT Escala de trazado: 1/25,000 Intervalo de curvas de nivel: Curva primario de nivel 10 m Marco envolvente: 5' x 7.5'
Precisión	A decidirse por medio de discusiones mutuas.

Anotación especial	La siguiente anotación se proporcionará en cada archivo de datos: “Este mapa se elaboró conjuntamente por la Agencia para la Cooperación Internacional del Japón (JICA) bajo el Programa de Cooperación Técnica del Gobierno de Japón y el Gobierno de la República de El Salvador.
--------------------	--

2.5 Resultados

Los resultados del Estudio se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Resultados del Estudio

Punto	Descripción
Resultados	1 Informes del Estudio
	1) Informe Inicial (Inglés y Español) 20 copias
	2) Informe de Avance 1 (Inglés) 20 copias
	3) Informe de Avance 2 (Inglés) 20 copias
	4) Borrador del Informe Final
	Informe Principal (Inglés y Español) 20 copias
	Resumen (Inglés y Español) 20 copias
	5) Informe Final
	Informe Principal (Inglés y Español) 20 copias
	Resumen (Inglés y Español) 20 copias
	2 Fotografías aéreas en escala de 1/40,000, pancromáticas, alrededor de 4,000 km ²
	1) Películas negativas de las fotografías aéreas 1 juego
	2) Mapa índice de las fotografías aéreas 1 juego
	3) Fotos de contacto de las fotografías aéreas 1 juego
	3 Levantamiento de puntos de control
	1) Lista de los puntos de control 1 juego
	2) Mapa índice de los puntos de control 1 juego
	4 Triangulación aérea
	1) Resultado de la triangulación aérea 1 juego
	2) Mapa índice de la triangulación aérea 1 juego
	5 Mapas topográficos en escala de 1/25,000 en la nueva área de mapeo (aprox.3,700 km ²)
	1) Películas de impresión 1 juego
	2) Datos digitales simbolizados para mapas topográficos 3 juegos
	6 Datos digitales topográficos para SIG
	1) Datos digitales topográficos para SIG (CD-ROM) 200 juegos
	7 Mapas de desastres y mapas de riesgos (aprox.5,100 km ²)
	1) Mapas impresos en escala de 1/25,000 1 juego
2) Datos digitales (CD-ROM) 20 juegos	

3. Agencia Contraparte

La agencia contraparte del Estudio es el Instituto Geográfico Nacional “Ing. Pablo Arnoldo Guzmán” (en adelante “IGN”), el Centro Nacional de Registros (en adelante “CNR”), bajo el Ministerio de Economía. En la Figura 3 se muestra el Organigrama

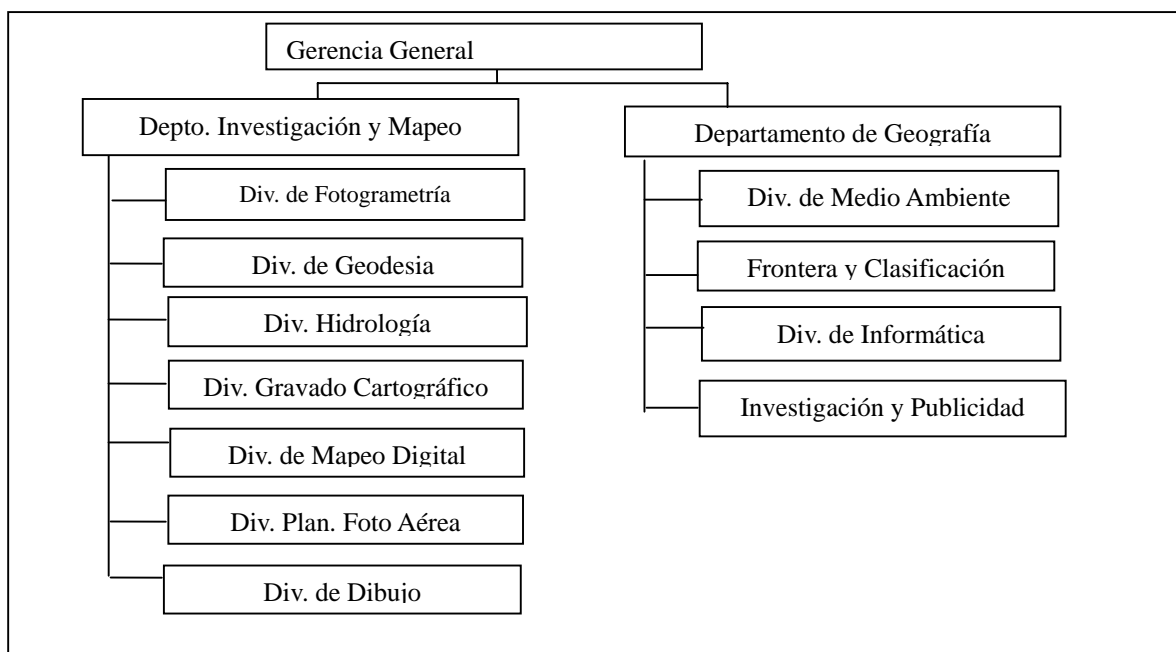


Figura 3 Organigrama del IGN

4. Miembros del Equipo de Estudio de JICA

Los miembros del Equipo de Estudio de JICA y los períodos de actividad se muestran a continuación:

Tabla 3 Lista de Miembros de la Fase I

Tarea	Nombre	Período
Líder del Equipo	Shun TAKAGI	31 de marzo al 29 de mayo de 1999 22 de octubre al 20 de noviembre de 1999 15 de enero al 13 de febrero de 2000 28 de marzo al 11 de abril de 2000 15 de junio al 12 de septiembre de 2000 12 de mayo al 21 de mayo de 2001
Levantamiento de GPS	Yutaka NAKADA	15 de abril al 29 de mayo de 1999 22 de octubre al 5 de diciembre de 1999
Fotografía Aérea	Yutaka KYAKUNO	1 de noviembre al 30 de diciembre de 1999
Verificación de Campo	Daikichi NAKAJIMA	17 de diciembre de 1999 al 13 de feb. de 2000 7 de octubre al 5 de noviembre de 2000
Mapeo Digital (1)	Hidetoshi KAKIUCHI	31 de marzo al 29 de abril de 1999 15 de enero al 13 de febrero de 2000 15 de mayo al 27 de agosto de 2000 12 de mayo al 29 de mayo de 2001
Mapeo Digital (2)	Masaru TERADA	5 de Julio al 17 de octubre de 2000
Mapeo Digital (3)	Kouzou YAMAYA	30 de julio al 27 de septiembre de 2000
Operación y Manejo de Datos Digitales	Myo THANT	15 de junio al 14 de julio de 2000 12 de mayo al 29 de mayo de 2001
Coordinación del Estudio	Kazunobu KAMIMURA	31 de marzo al 29 de abril de 1999 22 de octubre al 20 de noviembre de 1999 15 de junio al 14 de julio de 2000
Geólogo (1)	Hideaki UMEDA	12 de mayo al 29 de mayo de 2001

Tabla 4 Lista de Miembros de la Fase II

Tarea	Nombre	Período
Líder Suplente del Equipo	Fujio ITO	18 de febrero al 11 de marzo de 2001
Geólogo (1)	Hideaki UMEDA	18 de febrero al 11 de marzo de 2001
Geólogo (2)	Eiichi HAYAKAWA	18 de febrero al 11 de marzo de 2001
Encuestador de GPS (1)	Nobuhiro SATA	18 de febrero al 11 de marzo de 2001
Encuestador de GPS (2)	Mitsuhiko ASAI	18 de febrero al 11 de marzo de 2001
Coordinación del Estudio	Hidetoshi KAKIUCHI	18 de febrero al 28 de febrero de 2001

5. Detalles de la Fase I del Estudio

5.1 Creación de datos digitales a partir de los mapas existentes en escala 1/25,000

Se crearon datos digitales del área (aproximadamente 17,040 km²) que cuenta con los mapas topográficos existentes en escala 1/25,000, utilizando dichos mapas existentes y los mapas existentes de curvas de nivel en película positiva en cumplimiento con las especificaciones acordadas por el IGN y el Equipo de Estudio. La figura 4 muestra un flujo de la creación de datos y los detalles de cada proceso se explican abajo.

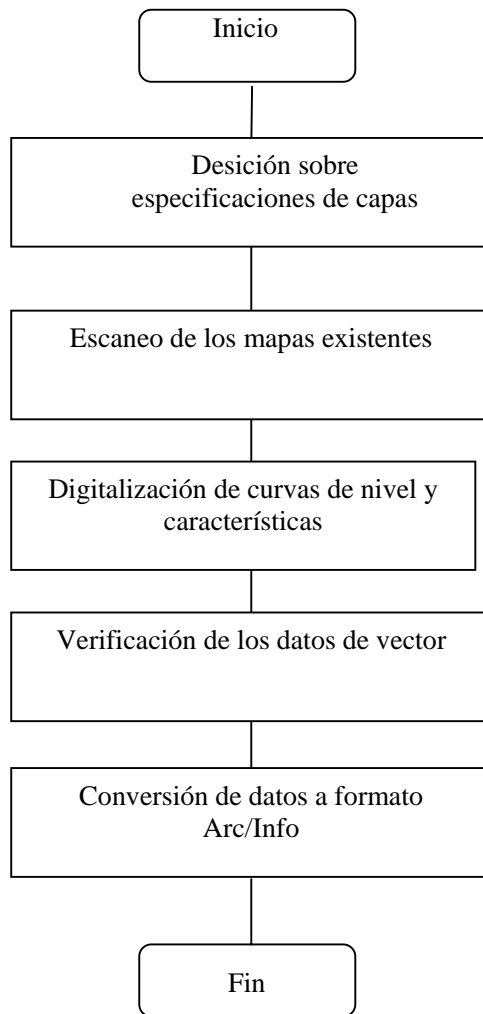


Figura 4 Creación de datos digitales a partir de los mapas existentes en escala 1/25,000

(1) Decisión sobre las especificaciones de las capas

Se definieron 19 capas de datos topográficos digitales y tipos o características de cada objeto sobre el terreno y curvas de nivel fueron expresados utilizando ocho atributos tales como code, BT-code, dept, muni, dept-code, tipo, elevation y text.

(2) Escaneo de los mapas existentes

Las películas positivas de curvas de nivel fueron escaneadas en modalidad monocromática con una resolución de 200 dpi y posteriormente fueron corregidas en forma geométrica. Estas imágenes escaneadas se emplearon en la extracción de datos para curvas de nivel.

Los mapas existentes en papel también fueron escaneados con una resolución de 200 dpi y fueron luego corregidos geoméricamente. Estas imágenes escaneadas fueron utilizadas como imágenes de fondo para la extracción manual de datos de objetos. En el Estudio la palabra “objeto sobre el terreno” significa caminos, construcciones, vegetación, etc., toda información contenida en los mapas existentes a excepción de curvas de nivel.

(3) Digitalización de elementos y curvas de nivel

Las imágenes escaneadas de los niveles fueron empleadas para digitalizar los niveles en raster a la conversión de vector. Después de digitalizar los niveles, los datos digitales de los niveles se crearon forma automática para ingresar datos de atributos como code y elevation. En esta etapa, los datos digitales son un tipo de dato de vector. Después de verificar, se mandan los datos a Arc/Info.

Las imágenes escaneadas a color de los mapas existentes en papel se utilizaron para digitalizar los objetos sobre el terreno de los mapas. También se ingresaron los datos de atributos para los objetos sobre el terreno.

(4) Verificación de los datos digitalizados

Luego de crear los datos digitales de curvas de nivel y objetos sobre el terreno, se dibujaron copias impresas de los datos para la verificación manual. Los principales aspectos a revisar fueron los objetos sobre el terreno, los valores de atributos inválidos y la concordancia de las orillas entre los cuadrantes.

Por lo general los datos digitales tienen errores de elementos muy pequeños invisibles a simple vista durante una verificación en papel; por lo tanto, después de convertir los datos a coberturas de Arc/Info, los datos fueron revisados en Arc/Info y corregidos en los casos respectivos.

(5) Construcción de la topología de los datos digitales

Después de corregir los datos digitales, se crearon datos de cobertura a través de la importación de datos digitales dentro de Arc/Info. Los datos de cobertura son datos de capas de Arc/Info. Las coordenadas de los datos de cobertura fueron convertidas a Lambert para el Estudio y puestas en la estructura de topología.

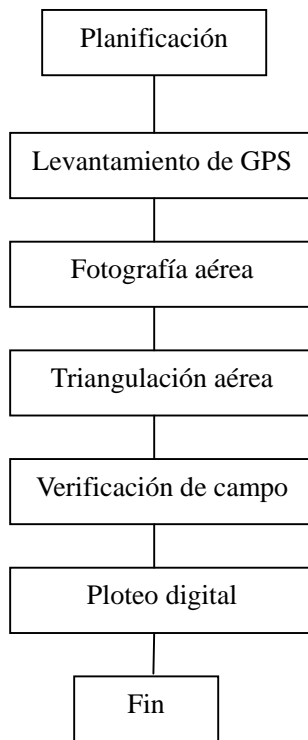
(6) Aseguramiento de la calidad de los datos

Finalmente, los datos de cobertura fueron revisados y corregidos por medio de Arc/Info. Los puntos de verificación para todos los datos de cobertura fueron los siguientes:

- 1) Verificación de códigos inválidos
- 2) Verificación de tipos de objetos inválidos sobre el terreno
- 3) Verificación de texto inválido
- 4) Verificación de dirección de digitalización
- 5) Verificación de definición de ítems de atributos
- 6) Verificación de atributos innecesarios
- 7) Verificación de la topología
- 8) Concordancia de las orillas

5.2 Creación de datos para el área no cubierta por los mapas existentes en escala de 1/25,000

Hay dos tipos de productos para el área (aproximadamente 3,700 km²) de la cual no hay mapas existentes de papel existentes en escala 1/25,000, uno es un juego de películas para impresión para los mapas topográficos de papel en escala 1/25,000, y el otro es un juego de datos digitales para SIG. Dichos productos fueron creados utilizando nuevas fotografías aéreas. La figura 5 muestra un diagrama de flujo del proceso. Los detalles de cada paso del proceso se explican abajo.



(1) Levantamiento de puntos de control

Investigación de reconocimiento para los puntos de control

La investigación de reconocimiento para los puntos de control se realizó de acuerdo con los mapas en escala 1/50,000 y la información descriptiva de los puntos de control existentes. Se planificaron la ubicación de señales para la fotografía aérea y los sitios de los nuevos puntos de control para el levantamiento de GPS.

Observaciones de GPS

Un total de 29 puntos de control fueron observados con GPS para las ocho áreas fotogramétricas digitales en forma separada. El levantamiento se realizó utilizando cuatro receptores geodésicos de GPS marcha ASHTECH, con 1.5 – 2.0 horas de observación en cada estación. El ajuste usó como referencia dos coordenadas geográficas, WGS-84 y NAD-27. Las coordenadas finales fueron transformadas a Lambert Conformal Cónico.

Se preparó una hoja de descripción de puntos para cada uno de los puntos GPS. Cada punto fue marcado o señalado en las hojas de contacto de las fotos aéreas.

Figure 5 Flujo de Mapeo Digital

(2) Fotografía Aérea

Se instalaron un total de 20 señales de fotografía aérea en los puntos de levantamiento de GPS. Las señales se colocaron en los puntos de control de triangulación existentes y en los puntos de control recién establecidos.

Se preparó un aeroplano que se puede elevar a una altitud de 6,000 metros para tomar fotografías aéreas en una escala de 1/40,000. El área de fotografía consistió de 24 cursos de vuelos y cubrió la nueva área de mapeo (aproximadamente 3,700 km²).

El período laboral y el tiempo de vuelo fue como sigue:

Período laboral: 38 días

Número de vuelos: 10 vuelos (en los cuales se podrían tomar fotografías)

Horas: 15h 52m

Los resultados de la fotografía aérea son los siguientes:

Películas: 2 rollos
Cursos de vuelo: 24 cursos
Fotografía aérea: 351 marcos de fotos

Después de tomadas las fotografías, se revisó la película de los rollos revelados prestando atención especial a los siguientes puntos:

- Asegurarse que las imágenes tengan un tono homogéneo y buen contraste
- Quitar totalmente la emulsión y la solución del revelado
- Recordar que la imagen se distorsiona si el secado de la película es inadecuado

Después de la impresión, se revisarán detenidamente las impresiones de contacto prestando atención especial a los siguientes puntos:

- Traslape hacia delante y lateral
- Nubes, sombras por nubes e irregularidades en las imágenes
- Discrepancias entre los actuales cursos de vuelo y los cursos planificados
- Halo
- Bruma, humo, etc.
- Rasguños en la película

(3) Triangulación aérea

Inicialmente, el Equipo de Estudio planificó el recopilar algunos Puntos de control (GCPs) de los mapas existentes en escalas de 1/5,000 y 1/10,000 ya que las observaciones solas de los GCPs con GPS no eran suficientes para la triangulación aérea.

Se adoptó el Modelo Independiente del PAT-M para el método de triangulación y el área de estudio se dividió en ocho bloques. El procesamiento terminó con éxito, y el resultado de la triangulación aérea se utilizó para el ploteo digital. Los errores del RMS (errores horizontales y verticales) de los GCPs utilizados para los cálculos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5 RMS Errores de los GCPs

Número de bloque	Error Horizontal (m)	Error Vertical (m)
Bloque 1	5.601	2.029
Bloque 2	3.387	3.052
Bloque 3	.668	2.102
Bloque 4	3.150	3.425
Bloque 5	5.070	1.766
Bloque 6	7.502	1.633
Bloque 7	.582	.708
Bloque 8	.365	.674

(4) Verificación de campo

La verificación de campo se llevó a cabo dos veces. La primera vez fue para elaborar manuscritos de mapas de ploteo. Los puntos de trabajo para la verificación en el campo son los siguientes:

- Confirmación de los resultados preliminares de la interpretación
- Identificación de los objetos pequeños difíciles de interpretar en las fotografías aéreas
- Identificación de carreteras, vías ferroviarias, edificios, puntos de control, ríos, vegetación, y nombres de valles y cerros.
- Estudio y recopilación de materiales sobre fronteras y nombres administrativos
- Recopilación de información de Agencias Gubernamentales
- Nombres para anotaciones

La segunda verificación

La segunda verificación fue para revisar los manuscritos del ploteo. A la segunda verificación de campo se le denomina en este informe: investigación suplementaria. La investigación suplementaria se realizó para la revisión de los manuscritos de los mapas de ploteo, la revisión de datos de anotaciones y revisión de información marginal para imprimir mapas en papel. Los manuscritos a color, las copias en blanco y negro de los manuscritos y las fotografías amplificadas se utilizaron para la investigación suplementaria en El Salvador.

(5) Ploteo Digital

Creación de Datos DXF

Se elaboraron los datos digitales en formato DXF por tres métodos diferentes dependiendo del material topográfico. Los datos en DXF se utilizaron para crear datos de cobertura para “Arc/Info” y también se convirtieron a datos de formato “Illustrator” para la simbología de cartografía.

Para las áreas donde no existían mapas en escala de 1/25,000 pero los mapas topográficos en escala de 1/5,000 sí existían, se utilizaron los siguientes procedimientos:

Se crearon los datos en formato “DXF” utilizando plotters analíticos..

Para las áreas donde fue factible utilizar los mapas topográficos existentes en escala de 1/10,000, se utilizaron los procedimientos siguientes:

Se generaron los niveles de los datos digitales utilizando los mapas existentes en escala de 1/10,000 y se digitalizaron los datos digitales de los objetos sobre el terreno de las orto-imágenes ratificadas recién creadas.

Para las áreas donde fue imposible el usar los mapas topográficos existentes en escala de 1/10,000, se utilizaron los siguientes procedimientos:

Los datos digitales para las curvas de nivel en esta área se generaron corrigiendo los mapas existentes en escala 1/10,000 y los datos digitales de objetos sobre el terreno se crearon utilizando plotters analíticos.

Simbolización de datos digitales

El objetivo de este procedimiento es efectuar datos digitales de imágenes cartográficas convencionales y películas impresas. Los datos digitales para este paso se elaboraron de los datos DXF utilizando el formato “Illustrator”. Refiérase a la sub-sección 5.5.2 de estos procedimientos.

Creación de datos de cobertura

Se crearon los datos de cobertura de “Arc/Info” utilizando datos DXF. El método para crear y corregir los datos digitales fue casi el mismo que el método para los datos digitales de los mapas existentes en escala de 1/25,000

6. Elaboración de “Mapas de Desastre” y “Mapas de Análisis de Riesgo”

6.1 Actividades de campo en El Salvador para la Fase II

Las siguientes actividades se implementaron en El Salvador del 18 de febrero al 9 de marzo del 2001.

6.1.1 Recopilación de materiales disponibles

Los materiales recopilados para la Fase II del Estudio son los siguientes:

(1) Fotografía Aérea

- Antes del terremoto de enero: el Departamento de Usulután aproximadamente 100 fotos).
- Después de los terremotos: área de desastre (aproximadamente 620 fotos).
- Orto-fotos en escala de 1/5,000: en los Departamentos de Ahuachapán, Sonsonate y Santa Ana.

(2) Mapas topográficos existentes

- Los mapas topográficos existentes en escala de 1/5,000 para los Departamentos de La Libertad, San Salvador, Cuscatlán, San Vicente y La Paz (aproximadamente 90 hojas de mapas).

(3) Datos digitales de la información sobre el desastre

- Los datos digitales sobre la información del desastre del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Los datos digitales sobre uso de suelo y geología del Vice-Ministerio de la Vivienda y del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

(4) Solicitud de datos meteorológicos

El Equipo solicitó al IGN que le proporcionara los datos meteorológicos del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de Norteamérica, de la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional (NOAA). El IGN se comprometió a coordinar este punto para el Equipo.

6.1.2 Actividad de campo para actualizar el mapa existente

Se efectuó una comprobación de campo utilizando instrumentos portátiles de GPS e imágenes satelitales SPOT que fueron de gran utilidad para la pre-interpretación de los cambios seculares. Se desplegaron 8 miembros del Grupo para obtener los datos de cambios seculares y tomar fotografías de las carreteras y viviendas dañadas, y de los derrumbes, con una cámara de GPS. Para la actualización de la información de las carreteras, se utilizó el Geoexplore-3 de Trimble como GPS portátil.

6.1.3 Foto-interpretación e interpretación de imagen satelital

El Equipo de Estudio implementó una interpretación fotográfica y de imagen satelital para el área de derrumbe y los resultados se enviaron a Japón para delinear el perfil de los derrumbes en los mapas de desastres.

6.1.4 Investigación del desastre de los derrumbes

El Ministerio del Medio Ambiente reportó 246 derrumbes en el país; debido a las limitaciones de tiempo, los lugares visitados se escogieron tomando en cuenta estos dos criterios importantes.

- Derrumbes ocasionando pérdidas humanas o potencialmente peligrosos para los cantones y comunidades.
- Los derrumbes afectaron carreteras y caminos importantes.

Durante el estudio de campo, se visitaron los siguientes lugares:

- i) El Departamento de Cuscatlán
- ii) El Departamento de La Libertad. Las Colinas, Santa Tecla (Derrumbe)
- iii) El Departamento de La Libertad. Finca Buena Vista. (Flujo de escombros)
- iv) El Departamento de La Libertad. Cantón Las Cumbres (Derrumbe)
- v) El Departamento de La Libertad. La Finca San José. (Deslizamiento y desprendimiento)

- vi) El Departamento de La Libertad. Pedrera las Lajas. Carretera Panamericana a Santa Ana (desprendimiento)
- vii) El Departamento de La Libertad. Desprendimiento cerca del Hotel Monte Verde, Los Chorros. (Desprendimiento)
- viii) El Departamento de San Salvador. San Marcos Pedrera El Socorro. Afecta a los habitantes.
- ix) El Departamento de San Salvador. Ilopango. Pedrera Los Amates
- x) El Departamento de San Salvador. San Martín. Colonia Las Anémonas. (Deslizamiento)
- xi) El Departamento de La Paz. Carretera Panamericana. Cantón Las Piedritas. (Desprendimiento)
El Departamento de La Paz. La Carretera al Aeropuerto Internacional de Comalapa . (Desprendimiento)
- xii) (Desprendimiento)
- xiii) El Departamento de Usulután. La Carretera de Tecapán a Santiago de María. (Desprendimiento)
- xiv) El Departamento de Usulután. La Carretera entre Santiago de María y Alegría. Curva el Cuyapo
- xv) El Departamento de San Vicente. La Carretera Panamericana en el Km. 53. Curva La Leona.

Aun cuando los derrumbes ocurrieron en pendientes escarpadas, la mayoría fueron en los cortes de caminos hechos por el hombre. Esto indica que los derrumbes habrían podido preverse con estudios cuidadosos de estabilidad de pendientes.

Se recomienda realizar cuanto antes un análisis detallado de riesgos de las áreas críticas. Este análisis contribuirá a evitar catástrofes futuras que se puedan desencadenar ya sea por la continua actividad sísmica o por la fuerte estación de lluvias.

obj/common/figure/sheet/xls

obj/common/figure/sheet/xls

6.2 Procesamiento en Japón

6.2.1 Actualización de los mapas topográficos en escala 1/25,000

Los mapas topográficos en escala de 1/25,000 que actualmente se están estudiando no describen de forma adecuada el estado topográfico actual, aunque sus datos ya se han digitado. La actualización de los datos topográficos se efectuó en su mayoría utilizando la imagen SPOT, orto-fotos disponibles, mapas topográficos en escala de 1/5,000 y datos del GPS obtenidos en la comprobación en el campo. Las diferentes metodologías se tomaron considerando cada fuente diferente de datos disponible. La metodología utilizada para actualizar las diferentes fuentes de datos se describe brevemente a continuación:

(1) Departamentos de San Vicente y Usulután por imagen satelital SPOT

La actualización de los objetos topográficos existentes por imagen satelital SPOT se efectuó utilizando el software “ArcInfo” y “ArcView”. Para ello la orto-imagen SPOT y los objetos topográficos a actualizar se mantuvieron en el mismo sistema de proyección, que es la Proyección Lambert Conformal Conica, que es en Centroamérica con Spheroid Clarke de 1866 y Datum NAD de 1927. La imagen y el archivo *shape* de objetos topográficos se mostró en una escala de 1/25,000 manteniendo la imagen en el fondo y los datos de los objetos topográficos sobre la imagen. Después, se actualizó visualmente añadiendo la información, encontrada en la imagen, pero faltante en los datos existentes. Caso contrario, se borró la información, que estaba presente en los datos existentes pero ausente en la imagen. Una vez terminada la actualización de un objeto topográfico, se aplicó la misma metodología para los demás.

Finalmente, los cambios seculares de la Carretera se actualizaron en los archivos de cobertura “Arc/Info” y “ArcView”, y también utilizando los archivos DXF para los datos captados por el GEOEXPLORES3.

(2) Departamentos de Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán por medio de las orto-fotografías existentes

La metodología aplicada a la actualización de los objetos topográficos por medio de las orto-fotografías fue similar a las que utilizaron la orto-imagen SPOT. Es decir, se mostró de igual forma la orto-foto y el archivo *shape* de objetos topográficos, teniendo el mismo sistema de proyección, que al utilizar la orto-imagen SPOT. No obstante, siendo la escala de las orto-fotos 1/5,000, la actualización se podría hacer a una escala bastante más grande que la de 1/25,000.

(3) Departamentos de La Libertad, Cuscatlán, San Vicente y La Paz por medio de los mapas existentes

Los mapas existentes en escalas de 1/5,000 y 1/10,000 se escanearon en escala gris a 300 dpi. Se elaboraron los archivos de imagen con los valores de las coordenadas de los datos escaneados utilizando la Micro Estación en El Salvador para cooperar con la sección técnica del IGN. Los archivos escaneados de imágenes (Formato Hmr) se convirtieron a TIFF con los archivos mundiales utilizando la Micro Estación que se pueden ver en “ArcInfo” y en “ArcView”. La metodología aplicada para actualizar los objetos topográficos es similar a la de la utilización de orto-fotografías.

6.2.2 Preparación del Mapa de Desastres para las Áreas Dañadas

Utilizando los resultados de la investigación de campo como datos complementarios, los datos topográficos actualizados para los cambios seculares, y los mapas de desastres para áreas dañadas se elaboraron de la siguiente manera:

(1) Interpretación de la fotografía aérea

Para elaborar el borrador de mapas de desastres, las fotografías aéreas tomadas inmediatamente después del terremoto se interpretaron para delinear el perfil de las áreas de desastre, cuyas ubicaciones se mostraron en los mapas topográficos en escala de 1/25,000. Para delinear las áreas dañadas en el curso de la interpretación, se excluyeron las siguientes condiciones topográficas de las áreas de desastre:

- Área de desnudez (logged-off land)

La cordillera y los ríos montañosos se muestran como objetos naturales teniendo como vecinos a las áreas boscosas.

- Área natural colapsada

La acumulación de una gran cantidad de tierra no se muestra a un lado del río montañoso.

- Cantera y lugar de recolección de tierra

En el área del bajo no se muestra la acumulación de tierra, y aquí se amplían las carreteras accesibles.

- Algunas partes de las fotografías aéreas en color blanco probablemente se deban a manchas de luz en las fotografías aéreas con ligero ascenso y en los llanos.
- Áreas dañadas en pequeña escala.

(2) Análisis de la imagen para los derrumbes en San Vicente y Usulután

El análisis de las imágenes satelitales SPOT (Pancromáticas) se utilizó para delinear las áreas de derrumbe. Para ello, se compraron dos (2) juegos de imágenes SPOT; antes y después de los terremotos recientes (con fecha del 13 de febrero del 2001), cubriendo el área de Estudio. En la Figura 6 se presenta el diagrama de flujo de orto-rectificación de las imágenes SPOT y la delimitación del área de derrumbe.

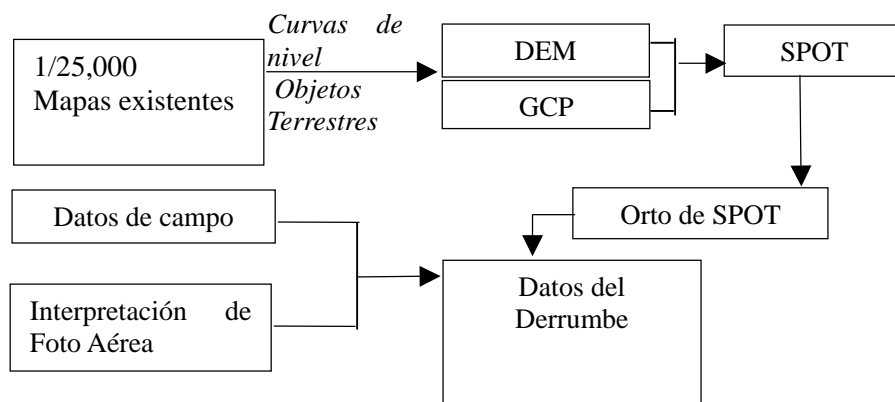
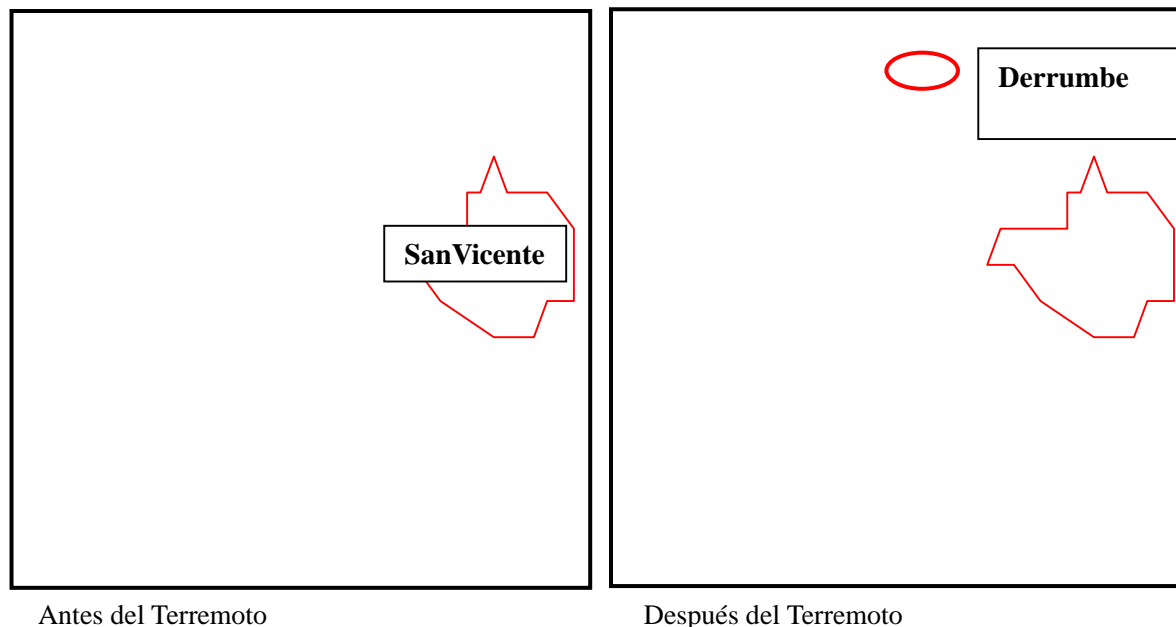


Figura 6 Flujo de Trabajo para los Datos de Derrumbes

Las partes de las imágenes de orto SPOT se tomaron antes y después del terremoto del 13 de febrero de 2001 en las proximidades del área de San Vicente. Se señala uno de los sitios de derrumbes localizado en dirección noroeste de la ciudad de San Vicente (junto a la carretera Panamericana).

Figura 7 Delineamiento del derrumbe

data/english/summary/summary.doc/p21



(3) Preparación de los Datos de SIG

Se digitalizó para preparar los archivos “shape” utilizando los borradores de los mapas de desastres de las fotografías aéreas e interpretación satelital.

A continuación se muestra el contenido de la base de datos de desastres SIG.

Tabla 6 Contenido de la base de datos de desastre SIG

Nombre del Archivo “Shape”	Tipo	Contenido	Comentarios
Campo	Punto	Punto de la investigación de campo	Enlace con notas del campo
Ls_gps	Punto	Punto de las fotografías instantáneas de campo en el levantamiento de GPS	Enlace con fotografías instantáneas de campo
Slide	Polígono	Áreas de desastre identificadas por la interpretación de las fotografías aéreas	
Land_slide	Polígono	Áreas de desastre identificadas por el análisis de imágenes de SPOT antes y después del terremoto	
DEM	Cuadrícula	Modelo de elevación digital	Espaciado de 50 m
Wtshd	Polígono	Cuenca	
Protect	Polígono	Área en riesgo por pendiente escarpada	
Debris	Polígono	Flujo de escombros	

Tabla 7 Datos del SIG (proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales)

Nombre del Archivo "Shape"	Tipo	Contenido
áreas_impactadas	Polígono	Áreas de desastre
Basepais	Polígono	Mapa Nacional Base
cabeceradpto_poly	Polígono	Principales ciudades
cabeceramunicipal	Punto	Poblaciones locales
Cuencas	Polígono	Comunidades
Deptos_línea	Línea	Fronteras administrativas
Derrumbes	Punto	Puntos de desastre
Derrumbes_categoría_riesgo	Polígono	Áreas de alto riesgo de desastre
Derrumbes_marn	Polígono	Áreas con riesgo (carreteras, áreas residenciales, tierras cultivadas)
Derrumbes_marn_gps2	Punto	Puntos mostrados en las fotos aéreas (enlace con las fotos aéreas después del terremoto)
Derrumbes_mop	Punto	Caminos transitables después del terremoto
Derrumbes_otros	Punto	Otras áreas de desastre
eventos_faes	Punto	Lugares de desastre (derrumbe, sumergimiento, grietas)
eventos_sísmicos_marn	Punto	Detalles de los desastres ocasionados por el terremoto (Contenido de la Investigación de campo)
eventos13feb	Punto	Lugares de desastres al 13 de febrero del 2001
Fallas tectónicas	Línea	Falla activa
Geológico	Polígono	Geología
Geológico_piroclastitas	Polígono	Asentamiento geológico
inventario_grupos	Punto	Áreas de desastre (registros de observaciones y anotaciones)
Municipios	Polígono	Poblaciones
Pendientes	Polígono	Tipos de pendientes
Pendientes_mayores30%	Polígono	Pendientes escarpadas (más de 300)
Red vial25k	Línea	Principales carreteras
ríos50	Línea	Ríos principales
sitios_atención_inmediata	Punto	Comunidades requiriendo medidas inmediatas
Snap	Polígono	
Vegetación	Polígono	Vegetación

(4) Preparación de los mapas de desastre en las áreas dañadas

Los mapas de desastre en escala 1/25,000 se prepararon por un proceso de varios datos como se muestra en los puntos (1) y (2) sobre los mapas topográficos en escala 1/25,000.

En ArcView se crearon las siguientes funciones:

- 1) Los puntos de investigación de campo se pueden mostrar en los mapas topográficos de 1/25,000 y las anotaciones de campo se pueden observar para el punto en el que se hizo "click"
- 2) Las áreas de desastre identificadas por la interpretación de fotografías aéreas se puede mostrar en mapas topográficos en 1/25,000.
- 3) Las áreas de desastre identificadas por el análisis de imagen SPOT se puede mostrar en los mapas topográficos en 1/25,000. También se puede sobreponer la imagen SPOT después del terremoto.

- 4) Se creó un botón o hipervínculo exclusivo para relacionar dos páginas de internet (www.coen.gob.sv y www.reliefweb.int) mostrando los dos mapas anteriores que les permiten a los visitantes comprender toda la imagen del desastre ocasionado por el terremoto.

6.2.3 Preparación para el análisis de mapas de riesgo de Movimiento Masivo

En este estudio se extrajeron los lugares peligrosos con posibilidad de afectar viviendas y estructuras por colapso de pendiente y/o flujo de escombros. Estos corresponden a los Lugares en Riesgo de Colapso de Pendiente Escarpada, Ríos de Montaña con Riesgo de Flujo de Escombros, y Áreas con Riesgo de Flujo de Escombros en Japón. No obstante, en este estudio se han hecho las siguientes definiciones porque se encontró en la información recabada (mapa topográfico en escala de 1/25,000) que era difícil distinguir las instalaciones de viviendas y edificios públicos, además de la dificultad, por la limitación del tiempo, de poderlo confirmar en el campo de manera personal.

(1) En este estudio se extrajeron los lugares con riesgo de desastres por sedimento

En este estudio se extrajeron los lugares peligrosos con posibilidad de afectar viviendas y estructuras por colapso de pendiente y/o flujo de escombros. Estos corresponden a los Lugares en Riesgo de Colapso de Pendiente Escarpada, Ríos de Montaña con Riesgo de Flujo de Escombros, y Áreas con Riesgo de Flujo de Escombros en Japón. No obstante, en este estudio se han hecho las siguientes definiciones porque se encontró en la información recabada (mapa topográfico en escala de 1/25,000) que era difícil distinguir las instalaciones de viviendas y edificios públicos, además de la dificultad, por la limitación del tiempo, de poderlo confirmar en el campo de manera personal.

1) Lugares peligrosos en pendientes escarpadas

- a. Las condiciones topográficas deberán ser una altura de 5 m. ó más y un gradiente de 30° ó más, y deberá ser equivalente a aquellos de los Lugares en peligro de colapso de pendiente escarpada.
- b. Un área con daños anticipados deberá tener una distancia equivalente a 2 H (en 50 m.; H es la altura de la pendiente) bajo la pendiente y deberá estar en una distancia equivalente a H de un punto donde el gradiente de la pendiente es 20°.
- c. En el caso donde los intervalos de los edificios excedan los 50 m. Los lugares que deberán permanecer dentro del área con daños anticipados deberán ser aquellos en los que la construcción se confirme en un mapa topográfico en escala de 1/25,000.

2) Lugares con Riesgo de Flujo de Escombros

- a. Las condiciones topográficas deberán ser equivalentes a aquellas de los Ríos de las Montañas con Riesgo de Flujo de Escombros y las Áreas con Riesgo de Flujo de Escombros.
 - Una topografía de valle deberá estar presente y el gradiente del lecho del río de la montaña deberá ser de 3° (ó 2°) ó más.
 - El rango de inundaciones anticipadas deberá ser el rango donde se considere desde las condiciones topográficas que ocurrirán inundaciones.
- b. Los lugares que se deberán mantener dentro de las Áreas de Riesgo con Flujo de Escombros deberán ser aquellos donde se confirme una construcción en el mapa topográfico en escala de 1/25,000.
- c. Los lugares con Riesgo de Flujo de Escombros deberán consistir de la cordillera de ríos de la montaña (correspondientes a los Ríos de la Montaña con Riesgo de Flujo de Escombros en Japón) y el rango donde se esperan inundaciones de sedimento (correspondiente a las Áreas con Riesgo de Flujo de Escombros en Japón).
- d. Al igual que los gradientes del lecho de los ríos de la montaña, aunque las condiciones en las áreas de control volcánicas y de erosión son diferentes de aquellas en otras áreas en Japón, los valores para las áreas de control volcánicas y de erosión (2° ó más) se deberán utilizar en los lugares juzgadas por las condiciones geológicas como volcánicas.

(2) Método de investigación

Esta investigación se llevó a cabo para extraer los Lugares con Riesgo en Pendientes Escarpadas con Riesgo de Flujo de Escombros . Las investigación se efectuó de la siguiente manera:

- 1) Clasificación de los materiales existentes
Los materiales utilizados para la extracción de lugares con riesgo de desastres por sedimento son los siguientes:
 - Mapa Topográfico (1/25,000)
 - Mapa Geológico (1/100,000)
- 2) Preparación del mapa de tipo pendiente
Se elaboró un mapa de tipo pendiente tomando en cuenta los datos de altitud entre los mapas topográficos digitales.
- 3) Extracción de Lugares con Riesgo en Pendientes Escarpadas
Haciendo referencia al mapa seccional de inclinación, los Lugares con Riesgo de Pendientes Escarpadas se extrajeron utilizando el mapa de desastres de áreas dañadas.
- 4) Extracción de Lugares con Riesgo de Flujo de Escombros
Haciendo referencia a los mapas tipo pendiente, los lugares en riesgo en pendientes escarpadas se extrajeron utilizando el mapa de desastres de áreas dañadas.
- 5) Preparación del mapa de extracción de lugares con riesgo de desastres por sedimento
Los Lugares con Riesgo de Flujo de Escombros se traslaparon, y los resultados se consideraron como un mapa de extracción de lugares con riesgo de desastres de sedimento. Con esto como el mapa original para datos, los lugares extraídos fueron datos SIG. Tomando en consideración los datos ingresados del SIG, se elaboró un mapa de lugares con riesgo de desastres de sedimento.
- 6) Preparación de Mapas de Análisis de Riesgo
Se traslapó un mapa resultante en escala de 1/25,000 en el fondo de un mapa mostrando los elementos topográficos y fronteras administrativas.

7. Operación y manejo de datos geográficos básicos de este Estudio

De acuerdo con el punto 3), (7), el artículo 5 de las Especificaciones publicadas por JICA, del 6 al 14 de diciembre se llevó a cabo el Estudio de Operación y Manejo con una serie de entrevistas.

Quince (15) agencias representan a los usuarios potenciales de los datos geográficos básicos de este Estudio, en al menos cuatro (4) fines diferentes.

- 1) Los usuarios como el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Agricultura necesitan los datos geográficos básicos para su Análisis Espacial.
- 2) Las Oficinas Regionales como Planificación del Desarrollo Urbano y de la Vivienda, el Catastro Municipal, utilizan principalmente información detallada como parcela, construcción, etc. No obstante, se utilizan los mapas en escala pequeña para las generalidades.
- 3) La Seguridad Pública y el Tribunal Electoral son una categoría similar de usuarios discutida en el inciso (b), a excepción de estas autoridades, no podrá ser proveedora de otras organizaciones.
- 4) Las empresas de servicios son privadas, y actualmente están involucradas en proyectos de vivienda No obstante, en el futuro estos usuarios podrán estar involucrados en la Planificación de Recursos e Infraestructura Nacional, que se acercará más a los usuarios en el inciso (a).

El resultado de las entrevistas muestra que casi todos los usuarios potenciales están desarrollando Tecnología de Información (IT) en términos de sistemas de información geográfica y un plan de red de extensión/desarrollo. Todas las agencias están usando Internet, y tres (3) Agencias comenzarán los proyectos de estudio usando el Servidor de Mapas de Internet para la difusión de la información geográfica por Internet. También demuestran tener interés en los datos geográficos básicos en escala de 1/25,000. A excepción de los usuarios en (a), todas las demás agencias están más interesadas en la información detallada como es el caso del Catastro.

Los usuarios de la comunidad mencionados en el inciso (a) están involucrados en un Comité de Giro y un Proyecto de Mitch “Clearinghouse”. El Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales es la Agencia Coordinadora, y el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Agricultura y el IGN son las Agencias Miembro. El objetivo de formar dicha “Clearinghouse” es, como en E.U.A. y Japón, el coordinar e intercambiar información geográfica al servicio del público.

El Departamento del Catastro del CNR es responsable del Catastro Nacional, y el IGN es responsable de la Investigación y Mapeo Nacional. Un Centro Nacional como Sensor Remoto no se ha establecido aún en El Salvador.

El Departamento del Catastro a través de un Estudio Piloto en Sonsonate se ha visto beneficiado por el establecimiento de un sistema de “Operación y Manejo”. Este Departamento con cuarenta (40) Microestaciones registradas tiene cientos técnicos fuertes para el mantenimiento de los mapas catastrales digitales elaborados. Cuando se implemente la Red planeada para conectar todas las Oficinas Regionales con la Sede (Oficina Matriz), permitirá una difusión efectiva y centralizada de la información catastral para la comunidad usuaria de información detallada.

Sin embargo, el hecho de que la actualización de los mapas catastrales y el mantenimiento de la serie de mapas topográficos difiere uno del otro, no se puede suponer que el mismo ambiente opere y maneje los datos geográficos básicos de este Estudio. El IGN, desde su establecimiento en 1946 ha producido varios mapas en escala pequeña, entre los cuales la serie de mapas en una escala de 1/50,000 se actualiza con regularidad (a intervalos aproximados de 10 años). Se formó un Comité de Control de Calidad, que será el responsable de la calidad de los mapas impresos por el IGN. Este sistema existente de operación y manejo es más bien para el mapeo convencional.

Para la Operación y el Manejo de los datos geográficos básicos de este Estudio, el IGN parece tener suficientes recursos. ¿Cuál es aconsejable establecer por participación activa en una Aplicación del SIG? ¿Se debe enfatizar que el objetivo deberá ser resolver los puntos operacionales y de manejo discutidos en el Capítulo XX?

El Ministerio del Medio Ambiente durante la entrevista ha expresado la importancia del control de calidad y actualización de los datos geográficos básicos. Ha sugerido, más aún, la continua actualización de los datos por cada estudio base del proyecto de área involucrada. Este Ministerio y también, el Departamento de Planificación regional Urbana (el Ministerio de Obras Públicas) están conduciendo activamente Proyectos de Estudio del SIG, y la infraestructura tecnológica en términos de sistemas y redes está en su lugar.

Se sugiere estudiar el “adecuación para su uso” de los datos de las Agencias en el “Ambiente de Aplicación Real”. La participación del IGN actualizando datos en forma productiva, beneficiaría la solución de asuntos de operación y manejo, y establecería un Plan adecuado de Operación y Manejo para los datos geográficos básicos.

8. Transferencia de Tecnología

8.1 Capacitación en Japón

Tabla 8 Programa de capacitación en Japón

Capacitando	Período	Propósito	Contenido
Ing. Enrique De la O Lemus	Desde el 21 de febrero al 21 de marzo del 2001	Capacitación en la producción de mapas digitales	Práctica operacional del escáner. Digitalización de mapas topográficos. Práctica Operacional del "Arc/View". Generación del DTM. Generación de orto-imágenes. Simbolización de datos digitales.
Sra. Yolanda Consuelo Escobar de Rodríguez	Desde el 16 de noviembre al 15 de diciembre del 2000	Operación y mantenimiento de datos digitales.	Práctica operacional de "Arc/Info" y "Arc/Edit".

8.2 Capacitación en el lugar de trabajo en El Salvador

En la Fase I del Estudio se realizó la capacitación en el lugar de trabajo en El Salvador para personal de la Agencia Contraparte, IGN, en los siguientes cuatro campos:

(1) Levantamiento de GPS

En Planificación para el establecimiento de Puntos de control, Observación por receptores de GPS, Análisis de los datos observados e instalación de señales para fotografía aérea se capacitaron durante 5 semanas:

- Ricardo Soto
- Hernán Estrada Calderón
- Armando Grande Ramos
- Jesús Alfonso Uillalfa Díaz
- José Neftalí Aguilar

(2) Instalación de señales para fotografía aérea

En los métodos de instalación de señales para fotografía aérea, identificación de señales y marcado de las fotografías aéreas se capacitaron durante 5 semanas las mismas personas del punto anterior (1).

(3) Verificación de campo e investigación suplementaria

En los métodos para hacer claves para la interpretación fotográfica, los métodos de interpretación fotográfica, y la clasificación y recopilación utilizando estereoscopios se capacitaron durante 15 semanas las siguientes personas:

En verificación de campo:

- José Neftalí Aguilar
- Germán Hernández Landos
- Mario Alberto Palma

- Miguel Ángel Izarpate
- Hernán Estrada Calderón
- Douglas Batres Avilés
- Oscar René Salazar

En investigación suplementaria:

- José Neftalí Aguilar
- Mario Alberto Palma
- Hernán Estrada Calderón
- Douglas Batres Avilés
- Oscar René Salazar
- Neri Americo Llanes
- Gustavo Alonso Larín

(4) Actualización de datos topográficos digitales

En la generación de orto-imágenes, la actualización de “Arc/Info Coverage” y la simbolización de datos digitales se capacitaron durante 35 semanas las siguientes personas:

- Yolanda Consuelo Escobar de Rodríguez
- Ana Silvia Barahona Rivera
- Alex Armando Manzano Bazil
- Luis David Flores Argueta

9. Talleres

Se llevaron a cabo tres talleres en el curso de la Fase I del Estudio y el cuarto tendrá lugar en abril del 2001 para la Fase I y II del Estudio.

(1) Primer Taller

Fecha: 10 de febrero de 2000

Participantes: CENTA, FAO, CODEM, MEA, MMARN, PNC, TELECOM
CAESS, MOP, CEPA, ANDA and OPAMSS

Objetivos del Taller: Explicación de los datos digitales elaborados en el primer año de trabajo

Preguntas: 1) ¿Cuándo estarán disponibles los datos ?
2) ¿Estarán disponibles los actuales datos intermedios?
3) ¿Los datos serán gratuitos o se cobrará por ellos?

Respuestas: 1) La creación de los datos estará completa después de junio del 2001.
2) No se distribuirán los datos intermedios.
3) En la actualidad se desconoce.

(2) 2do Taller

Fecha: 11 de Julio del 2000

Participantes: COCESNA, ANDA, CAES, CEL, CEPA, MEA, TELECOM, OPAMUS, MI,
MMARN, MOP, CARE ISDEM, CND, TELEMovil, CIG, PNC, COEN y OPAMSS

Objetivos del Taller: Explicación de las aplicaciones de los datos digitales creados en SIG

Preguntas y Respuestas: Las mismas preguntas y respuestas del 1er. Taller

(3) 3er. Taller

Fecha: 22 de agosto del 2000

Participantes: Dr. Juan José Daboub, el Asesor Técnico del Presidente de El Salvador, el Director del IGN, el Director General del CNR y el Embajador de Japón.

Objetivos del Taller: Este taller se llevó a cabo para el Dr. Juan José Daboub, el Asesor Técnico del Presidente de El Salvador, en cumplimiento a la solicitud presentada por el Embajador de Japón para presentar principalmente cómo aplicar los datos digitales creados del SIG de los resultados del Estudio

Pregunta: ¿Cómo se actualizarán los datos digitales ?

Respuesta: La actualización será más efectiva utilizando fotografías aéreas recién tomadas considerando la precisión y la eficiencia.

(4) 4º Taller

Fecha: 21 de mayo del 2001

Participantes: COCESNA, ANDA, CAES, CEL, CEPA, MEA, TELECOM, OPAMUS, MI, MMARN, MOP, CARE ISDEM, CND, TELEMovil, CIG, PNC, COEN y OPAMSS

Objetivos del Taller: Metodología de la Base de Datos de la Información Geográfica, Metodología de actualización, Elaboración del mapa de desastres, Elaboración del mapa de análisis de riesgo, Análisis de derrumbe en el Río Jiboa

Preguntas: 1) ¿Cuántas hojas de mapa cubre el estudio del desastre?

2) ¿Cómo se extrayeron las áreas peligrosas de deslave?

Respuestas: 1) El área del estudio para el desastre cubre 43 hojas de mapa.

2) Las áreas peligrosas se extrayeron manualmente de acuerdo con un criterio japonés.

10. Recomendaciones

10.1 Fase I del Estudio

Actualmente, en los países en vías de desarrollo una de las razones por las que el desarrollo de la base de datos Nacional Espacial del SIG toma tiempo, es la falta de recursos financieros, de expertos en computación y tecnología en SIG que permitan y faciliten la digitalización de los datos del SIG de los mapas existentes.

En la República de El Salvador, una vez que se haya creado una base de datos de SIG cubriendo los mapas topográficos en escala de 1/25,000 para todo el país, al finalizar este Estudio, la utilización del SIG estará afortunadamente lista para comenzar su uso en todo el país.

Quisiéramos reconocer los problemas que la Agencia Contraparte, el IGN, ha afrontado, y dar las siguientes recomendaciones:

(1) Actualización de la base de datos en escala 1/25,000

La mayoría de los datos digitales creados por este Estudio no se han actualizado, y por lo tanto, se requiere hacerlo por esfuerzos autónomos del IGN. La tecnología requerida para este propósito se ha transferida por medio de este Estudio.

(2) Estudio de los métodos de actualización

Se recomienda que ambos softwares (Arc/Info y ERDAS) proporcionados en esta Investigación y el CAD (MicroStation) que pertenecen al IGN se utilicen conjuntamente en los métodos efectivos para crear los datos digitales. La compatibilidad de "Arc/Info Coverage" y los datos "DXF" en la Microestación se estudiarán técnicamente para los métodos efectivos.

(3) Utilización de la base de datos

Los usuarios de los datos digitales se dividirán en 1) el SIG/ISL nacional y 2) de los datos detallados específicos tales como vivienda urbana y catastro municipal. Los principales usuarios de la base de datos por esta Investigación serán los del SIG/ISL nacional. Considerando que el CNR es actualmente la institución responsable de los datos detallados específicos, el IGN tendrá que ser la responsable ante los usuarios del SIG/ISL nacional. Además, los expertos de los datos espaciales del SIG serán capacitados dentro del IGN porque no hay ningún experto en el campo actualmente disponible en el IGN.

(4) Divulgación de la información de los datos

Es recomendable que los datos creados se divulguen ampliamente, por ejemplo, por Internet.

(5) La estandarización de los datos y el establecimiento del "clearinghouse" de datos

En la actualidad en El Salvador, varias organizaciones tienen su propia base de datos para su propio uso, lo que ocasiona una duplicación de datos y la ineficiencia de su uso dentro del país. Por lo tanto, se recomienda que el "clearinghouse" nacional de datos se establezca para la estandarización de los datos comunes.

(6) Actualización continua

Ya que los datos del SIG contienen principalmente datos seculares, los datos se corregirán y actualizarán continuamente.

(7) Calidad de los Datos

En el CNR existen dos Comités de Control de Calidad, uno para los mapas digitales en formato de la MicroEstación, y el otro para los mapas impresos. Si el término “Mapa Digital” se interpreta como una copia en formato electrónico del mapa impreso, después se deberá revisar la calidad de los datos geográficos básicos con “objetos codificados”. Si el IGN no está planeando rediseñar la base de datos, la verificación visual de los datos en la pantalla o en una copia impresa, también denominada “diagrama de verificación” o “check-plot”, podrá ser suficiente para una “operación a corto-plazo”.

10.2 Fase II del Estudio

Como resultado de un terremoto a gran escala ocurrido en El Salvador, en las montañas ocurrieron colapsos y derrumbes. También hubo pendientes que no se colapsaron ni sufrieron derrumbes pero tienen tierra suelta. Estos lugares podrán ocasionar daños humanos posteriores por desbordamientos del sedimento inestable en la época de lluvia.

En esta Fase II del Estudio, se seleccionó un área (5100 km²) considerada como especialmente muy dañada.

Se prepararon los mapas de desastre y los mapas de análisis de riesgo para identificar con urgencia los lugares con una posibilidad de sufrir un segundo desastre. La información de mapas requerida para la preparación de estos mapas se actualizó con imágenes orto satelitales, orto fotos, materiales existentes y mediciones con GPS en un período corto de dos meses, y la investigación no pudo extenderse a los detalles. De ahí que, se deberá mantener en mente que los mapas de desastres y mapas de análisis de riesgos que son producto de este estudio tienen la naturaleza de mediciones urgentes, y será necesaria la investigación detallada de acuerdo con el propósito de su uso.

Lo que se deberá hacer en El Salvador, desde el punto de vista de prevención de desastres es lo siguiente:

(1) Medidas para las áreas potenciales en peligro de desastres

1) En la carretera (No.2 punto de investigación) ubicado en la frontera con los Municipios de CHILTIUPAN y JAYAQUE, Departamento de LA LIBERTAD, debe establecerse de inmediato un paso restringido por la siguiente razón:

Esta parte de la carretera se vuelve estéril y es una sección para pasar la colina. En la actualidad, hay deslizamientos en las orillas en muchos tramos de la carretera y también hay muchas grietas, por lo tanto se volverá muy peligroso durante la época lluviosa.

2) En Las Colinas (punto de investigación número 6), Municipio de Nueva San Salvador, Departamento de La Libertad, y en la pendiente derrumbada en la parte oeste (punto de investigación número 4), Finca San Buenaventura, Municipio de Nueva San Salvador, Departamento de La Libertad.

Aún hay muchas grietas en la superficie de la parte alta de la pendiente en el sitio donde ocurrió el deslizamiento. Se deben colocar láminas plásticas en dicho lugar para evitar la permeación de la lluvia durante la estación lluviosa. Aunque en la actualidad se ha vertido cemento en dicho lugar, no es probable que ello sea eficaz.

(2) Divulgación del Mapa de Análisis de Riesgos

Se debe hacer del conocimiento público el Mapa de Análisis de Riesgos, y hacer que los residentes y organizaciones pertinentes se den cuenta de la posibilidad de desastres para que desarrollen la concientización de los residentes.

(3) Ejecutando planes de evacuación y su difusión al público.

Los planes de evacuación se harán empleando el Mapa de Análisis de Riesgos para su difusión al público con los residentes y organizaciones involucradas. Aunque los planes de prevención de desastres explicarán en detalle las actividades usuales, las medidas instantáneas en contra de la próxima estación lluviosa deberán ser tomadas en consideración para los planes de:

- Normas de evacuación
- Organizaciones para la prevención de desastres
- Sistemas de Comunicación para comunicación de evacuación
- Rutas de Evacuación/Lugares Seguros
- Planes de patrullaje para lugares potenciales en riesgo de desastre

(4) Extracción de lugares en peligro en toda el área de El Salvador

En esta investigación, se extrajeron los lugares en riesgo con particular urgencia. Ya que el reciente terremoto también afectó los distritos de la montaña además de esta área, es necesario efectuar una investigación en todo el país.

(5) Actualización de la información topográfica de todo El Salvador

Es necesario actualizar los mapas topográficos y mapas geológicos de toda el área en este país para efectuar una extracción de todo el país de los lugares en riesgo con posibilidad de ocasionar daño a vidas humanas. Afortunadamente, el nivel técnico de los órganos contrapartes, el CNR y el IGN, es alto y las orto fotografías digitales en 1/5,000 utilizadas ya se habían sacado en algunas áreas.

Tomando en consideración una fuente de imagen reciente tal como la orto-fotografía, y la imagen satelital, sería posible actualizar los mapas topográficos en escala de 1/25,000 para todo el país en un período corto. Esta implementación se recomienda fuertemente.

(6) Actualización requerida de la base de datos entregada del SIG para desastres

La base de datos para desastres del SIG se elaboró utilizando las fotografías aéreas, las orto-imágenes satelitales y los materiales recopilados en la investigación de campo junto con las capas del SIG proporcionadas por el Ministerio de Medio Ambiente y por otras organizaciones. No obstante, la base de datos a entregar no cubre toda la información de desastres ya que el período del proyecto fue corto. De ahí que, se requerirá que los usuarios finales de los datos del SIG entregados actualicen más la base de datos porque ésta fue diseñada para permitir los usos efectivos al ingresar las capas adicionales. La base de datos incluye los datos existentes de desastres de las Agencias involucradas como una capa en archivo "Shape" para evitar que se mezclen los datos.

(7) Recomendación para un Plan de Prevención de Desastres a gran escala

Las medidas que deberán tomarse para la prevención de desastres son:

Determinar los lugares con potencial de desastres y verificar dichos lugares extraídos; realizar construcciones preventivas; tomar medidas de prevención y medidas de emergencia a implementarse en caso de que ocurra un desastre. La extracción de los lugares con potencial de desastres y las medidas preventivas son las siguientes:

1) Extracción de los lugares con potencial de desastres

Para poder evitar el desastre, es importante que se determinen primero todas las áreas que presentan un alto riesgo. Dichas áreas serán extraídas tomando las siguientes medidas:

a) Determinación de los objetos a preservar

Los objetos a preservar son las casas, campos de cultivo e infraestructuras. Los objetos de infraestructura son los caminos, el suministro de agua, la energía eléctrica, el gas propano, y los edificios públicos.

b) Determinación de desastres naturales

Los desastres naturales son eventos tales como deslizamientos de tierra, avalanchas, deslizamientos de escombros, inundaciones y licuefacción de la tierra.

c) Extracción de lugares con potencial de desastres

Los lugares con potencial de desastres serán extraídos tomando los siguientes pasos:

- Extracción en las labores de oficina (refiérase a la Norma Extractiva Japonesa para deslizamientos de tierra y escombros que se aplicó en este Estudio).
- Investigación de campo (refiérase a las listas de verificación que se usaron en este Estudio).

d) Creación de la base de datos sobre áreas peligrosas

2) Medidas par la prevención de desastres en cuanto a infraestructura

a) Medidas normales:

En el caso de la infraestructura como objeto a preservar, se deberá realizar la verificación normal de los locales para el desastre potencial. Los procedimientos de verificación deberán ser determinados a través de la creación de planes de mantenimiento y manejo. Los planes deberán incluir las determinaciones de las agencias para la verificación, los tipos de prevención de desastres y los períodos de verificación, la preparación de manuales de verificación, y la planificación e implementación de la construcción preventiva.

b) Medidas de emergencia

La Oficina Central Regional para Desastres deberá ser establecida por las personas a cargo de las infraestructuras y por todas las partes interesadas y funcionar en colaboración con la Oficina Gubernamental de Emergencia para Desastres.

3) Medidas para la prevención de desastres para el hogar, la vida humana y la propiedad

Es necesario establecer sistemas para la prevención de desastres, para poder tomar medidas en cuanto al hogar, las vidas humanas y la propiedad, con la mutua colaboración entre el Gobierno y los ciudadanos, para la creación de planes de prevención y oficinas de emergencia para desastres a nivel de Gobierno y Departamentos. Las autoridades administrativas regionales deberán ser establecidas inmediatamente en caso de desastre o en caso de que se pronostique un desastre.

Se sugerirá la concientización de los ciudadanos en cuanto a la prevención de desastres a través de la distribución de panfletos y la promoción de concursos cuyo tema sea la prevención de desastres (afiches y composición).

También se recomienda el establecimiento de departamentos, para el manejo de desastres, dentro de las autoridades administrativas. Las actividades cotidianas de dichos departamentos incluirán:

- Identificar los lugares con potencial de desastre por deslizamiento de tierra y/o avalancha y concientizar al público sobre el posible desastre.
- Implementar sistemas de comunicación al haber un desastre.
- Determinar y hacer del conocimiento público los sitios seguros y las rutas de evacuación.

- Realizar simulacros de evacuación

Los planes para la prevención de desastres incluirán lo siguiente:

a) Medidas de emergencia

- Establecimiento de la Sede para Emergencias por Desastres

La Oficina de Emergencia para Desastres deberá estar organizada por las Organizaciones Gubernamentales y funcionar en colaboración con la policía, bomberos, milicia, servicios meteorológicos, organizaciones de infraestructura (camino, electricidad, gas propano, agua, teléfono, etc), medios de comunicación masiva (estaciones de radio y televisión y periódicos), etc.

- Determinación de los sistemas de comunicación

➤

Deben considerarse alternativas en caso de que las líneas telefónicas y/o vehículos no puedan ser utilizados. Para la comunicación con el público en general se debe considerar el método de organizaciones de residentes, el método directo de altoparlantes por medio de automóviles, y la divulgación por medios físicos o inalámbricos.

- Determinación de la comunicación cooperativa

Deberán establecerse comunicaciones entre los niveles del Gobierno, los Departamentos y las agencias administrativas regionales.

- Patrullajes rutinarios, en los lugares peligrosos, para evitar desastres

b) Establecimiento y desarrollo de organizaciones de auto-defensa en caso de desastres para proteger las vidas y propiedades de los residentes. Dichas organizaciones deben contar con el apoyo de la Oficina Gubernamental para Desastres.

c) Preparación de datos sobre desastres

- Lugares peligrosos con potencial para desastres
- Refugios de seguridad y demás

11. Personas Relacionadas

Agencia Contraparte en El Salvador

Ing. Roberto López Meyer	Director del Instituto Geográfico Nacional
Ing. Enrique de la O. Lemus	Exgerente de la División de Cartografía
Ing. Katia Isabel Madrid	Coordinadora del Departamento de Cartografía Digital
Yolanda Consuelo Escobar	Tecnico
Ana Silvia Barahona Rivera	Tecnico
Luis David Flores Argueta	Tecnico
Alex Armando Manzano Bazil	Tecnico

JICA

Lic. Atsushi Kamishima	Representante Residente en El Salvador
Lic. Takahiro Shinchí	Asesor para Formulación de Proyectos

IDI

Ing. Seiichi Tanioka	Consejero Superior
Ing. Yoshikazu Fukushima	Consejero Superior
Ing. Hisashi Mori	Consejero Señor

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Instituto Geográfico Nacional “Ing. Pablo Arnoldo Guzmán”
Centro Nacional de Registros, Ministerio de Economía

EL ESTUDIO
PARA
EL ESTABLECIMIENTO DE LOS DATOS GEOGRÁFICOS NACIONALES BÁSICOS
EN
LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR

INFORME FINAL
(RESUMEN)

julio de 2001

PASCO INTERNATIONAL, INC.

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Perfil del Estudio	2
2.1	Objetivos del Estudio	2
2.2.	Áreas de Estudio.....	2
2.3	Alcance del Trabajo.....	5
2.3.1	Fase I del Estudio	5
2.3.2	Fase II del Estudio.....	5
2.4	Especificaciones	5
2.5	Resultados	6
3.	Agencia Contraparte.....	6
4.	Miembros del Equipo de Estudio de JICA.....	8
5.	Detalles de la Fase I del Estudio	9
5.1	Creación de datos digitales a partir de los mapas existentes en escala 1/25,000.....	9
5.2	Creación de datos para el área no cubierta por los mapas existentes en escala de 1/25,000	11
6.	Elaboración de “Mapas de Desastre” y “Mapas de Análisis de Riesgo”.....	13
6.1	Actividades de campo en El Salvador para la Fase II	13
6.1.1	Recopilación de materiales disponibles.....	13
6.1.2	Actividad de campo para actualizar el mapa existente.....	14
6.1.3	Foto-interpretación e interpretación de imagen satelital	14
6.1.4	Investigación del desastre de los derrumbes.....	14
6.2	Procesamiento en Japón	18
6.2.1	Actualización de los mapas topográficos en escala 1/25,000.....	18
6.2.2	Preparación del Mapa de Desastres para las Áreas Dañadas.....	18
6.2.3	Preparación para el análisis de mapas de riesgo de Movimiento Masivo	22
7.	Operación y manejo de datos geográficos básicos de este Estudio.....	23
8.	Transferencia de Tecnología.....	25
8.1	Capacitación en Japón	25
8.2	Capacitación en el lugar de trabajo en El Salvador	25
9.	Talleres	26
10.	Recomendaciones.....	28
10.1	Fase I del Estudio	28
10.2	Fase II del Estudio.....	29
11.	Personas Relacionadas	33