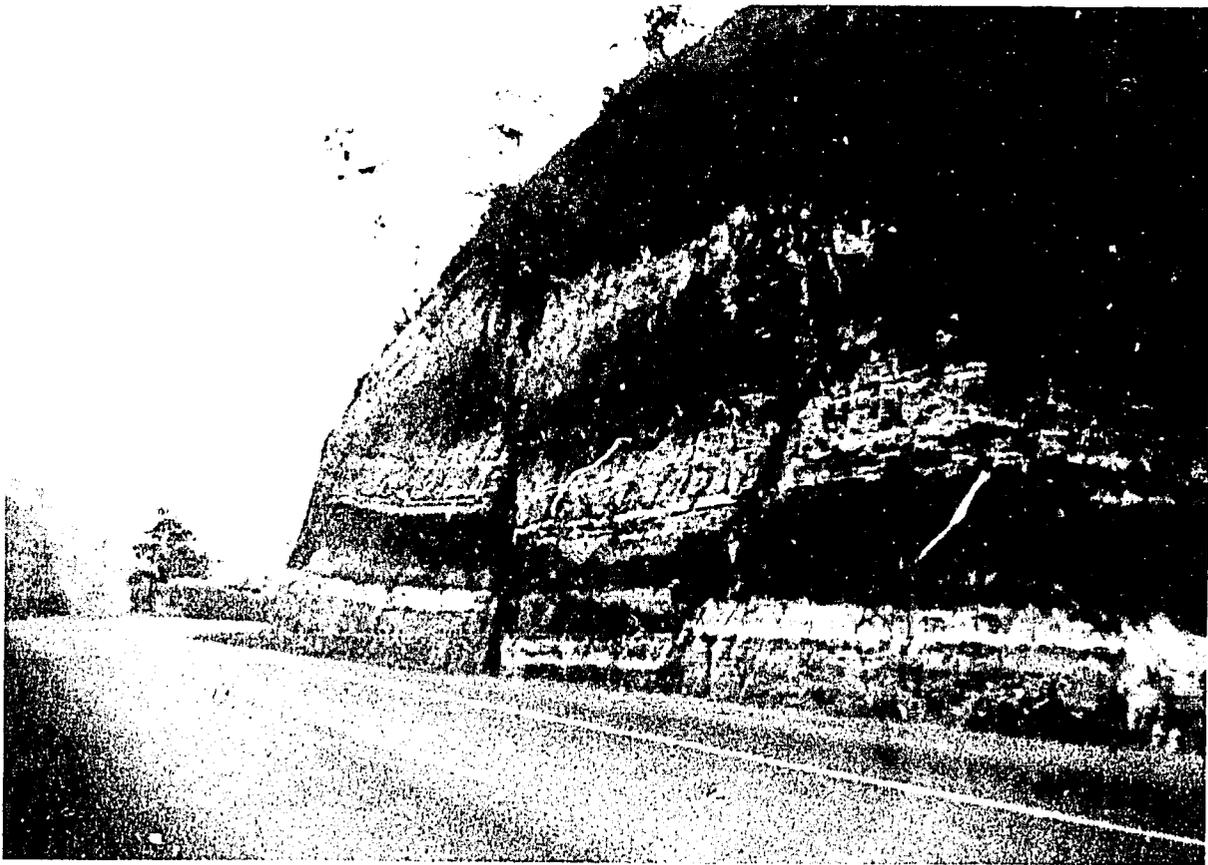


PN-ABF-547  
67065

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL  
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y  
Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe

# CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION



VOLUMEN I: MANUAL DEL CURSO  
VOLUMEN II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO



**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL  
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS**

**Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y  
Mitigación de Desastres en America Latina y el Caribe**

**CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

**V O L U M E N I**

**M A N U A L D E L C U R S O**

---

El Proyecto Piloto de Riesgos Naturales del Departamento de Desarrollo Regional recibe apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, a través de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA). Este manual está basado en dos cursos pilotos presentados por el proyecto durante 1986 en Mérida, Venezuela, con la colaboración del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT).

## PRESENTACION Y RECONOCIMIENTOS

El Departamento de Desarrollo Regional (DDR) del Area Económico y Social, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, hace lo posible para difundir los resultados de su cooperación técnica no solamente hacia los beneficiarios inmediatos, sino también hacia otras agencias o individuos potencialmente interesados. El DDR reúne periódicamente los resultados y lecciones que se adquieren en experiencias de asistencia técnica directa, cursos de capacitación e investigaciones de campo para producir publicaciones técnicas. En esta oportunidad, el presente manual trata el tema de los riesgos naturales, el cual es una constante y creciente preocupación para los estados miembros, y se concentra en el aspecto de capacitación, el cual constituye un elemento esencial para abordar el problema.

Este manual se basa en los dos cursos pilotos sobre el uso de información de riesgos naturales para la preparación de proyectos de inversión que fueron ejecutados por el Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe. El curso fue diseñado para planificadores de proyectos con el propósito de familiarizarlos con la fuente y contenido de información de riesgos naturales y sus aplicaciones en el análisis económico y social de proyectos de inversión sectorial. El manual constituye un documento guía para futuras presentaciones del curso y describe los aspectos organizativos, administrativos, académicos y curriculares del curso.

El DDR desea agradecer a todas aquellas instituciones e individuos cuyos esfuerzos hicieron posible la presentación de los cursos pilotos y la preparación del manual. Reconocimiento especial merecen el Centro Interamericano para el Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) por su rol de co-organizador de los cursos y participación de su personal, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA) por el apoyo financiero brindado y constante interés; la Comisión Especial de Asesoría para la Prevención de Riesgos Sísmicos del Estado de Mérida, Venezuela (CEAPRIS), la Universidad de los Andes, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), y la Organización Mundial Meteorológica por la donación del tiempo de su personal y documentos; y el Gobierno de Venezuela por el aporte de becas.

De la larga lista de personas que colaboraron con el DDR, se pueden mencionar por su especial contribución a Earl Brabb,

Oswaldo Cabello, William Kockelman, Carlos López Ocaña, Medardo Molina, Peggy Quijada y Rosa Ramírez. Los cursos y el manual fueron ejecutados bajo la dirección de Stephen Bender. La coordinación de las actividades entre el DDR y CIDIAT estuvo a cargo de Roger Amisial. La coordinación del curso por el DDR y la elaboración del borrador del manual fueron realizadas por Boris Utria. La coordinación del curso por CIDIAT estuvo a cargo de Ricardo Smith y José Pérez Roa. Los especialistas principales del DDR Salvador Archondo y Richard Saunier participaron en el diseño y presentación de los cursos. Enrique Bello realizó la producción y traducción del manual.

Kirk P. Rodgers  
Director  
Departamento de Desarrollo Regional

**CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

**VOLUMEN I: INDICE**

---

	página
Presentación y reconocimientos .....	i
Indice .....	iii
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>vii</b>
<b>PARTE I.- ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y DE ORGANIZACION ....</b>	<b>1</b>
1.- Selección de la sede para el curso .....	1
a.- Consideraciones generales de logística .....	1
b.- Consideraciones de apoyo académico .....	1
c.- Consideraciones sobre los riesgos naturales, clima local y estudio de caso del curso .....	2
2.- Selección de la fecha del curso .....	2
3.- Selección, contratación, y tramitación del viaje de los instructores del curso .....	2
a.- Personal necesario .....	2
b.- Requisitos para la selección de instructores....	3
c.- Opciones contractuales para los instructores del curso.....	3
d.- Tramitación del viaje de los instructores del curso .....	4
4.- Identificación, selección y tramitación del viaje de los participantes al curso .....	4
a.- Número de participantes .....	4
b.- Anuncio del curso .....	4
c.- Criterio de selección .....	5
d.- Trámites de viaje .....	6
e.- Seguro médico .....	6
f.- Desembolso de fondos para subsistencia .....	6

---

## VOLUMEN I: INDICE (Cont.)

---

	página
5.- Estudio de caso del curso .....	6
a.- Tópicos recomendados para el estudio de caso ...	7
b.- Información básica .....	8
c.- Información sobre los riesgos naturales potenciales .....	9
d.- Estructura y programación del estudio de caso ..	10
e.- Coordinación del estudio de caso .....	11
f.- Grupos de trabajo para el estudio de caso .....	11
g.- Evaluación del estudio de caso .....	11
6.- Viajes técnicos de campo .....	12
a.- Aspectos organizativos .....	12
b.- Consideraciones de riesgos naturales .....	13
c.- Consideraciones de logística .....	13
7.- Presupuesto del curso .....	13
8.- Preparación de documentos y material de instrucción para su distribución .....	14
a.- Materiales de instrucción .....	14
b.- Estudios de caso de cada participante .....	14
9.- Programa general de organización .....	14
Resumen de los anexos a la Parte I .....	16
<b>PARTE II.- PRINCIPALES ASPECTOS ACADEMICOS .....</b>	<b>17</b>
1.- Normas académicas .....	18
a.- Asistencia y participación .....	18
b.- Requisitos para la aprobación del curso .....	18
2.- Evaluación del curso por los participantes .....	19
a.- Sistema de evaluación .....	19
b.- Cuestionarios de evaluación .....	19
3.- Programa de clases del curso .....	19
Resumen de los anexos a la Parte II .....	24

**VOLUMEN I: INDICE (Cont.)**

	página
<b>PARTE III.- CURRICULUM DEL CURSO POR UNIDADES TEMATICAS...</b>	<b>26</b>
Unidad #1: Introducción al curso.....	27
Unidad #2: Los riesgos naturales y el proceso de planificación de desarrollo integrado .....	29
Unidad #3: Manejo ambiental y riesgos naturales .....	36
Unidad #4: Riesgos hidrológicos y atmosféricos.....	42
Unidad #5: Riesgos de inundación .....	47
Unidad #6: Introducción a los riesgos geológicos.....	55
Unidad #7: Riesgos sísmicos y volcánicos .....	58
Unidad #8: Presentación del estudio de caso del curso (Parte I) .....	66
Unidad #9: Viaje Técnico de Campo I (estudio de caso)....	67
Unidad #10: Riesgo de movimientos en masa .....	68
Unidad #11: Uso de tierras y degradación de suelos .....	73
Unidad #12: Riesgos geológicos múltiples y mapeo de infraestructura vital .....	79
Unidad #13: Fuentes y sistemas de información de riesgos naturales .....	83
Unidad #14: Presentación del estudio de caso del curso (Parte II) .....	88
Unidad #15: Planificación económica y riesgos naturales ..	89
Unidad #16: Análisis multicriterio y planificación del desarrollo integrado .....	93
Unidad #17: Teoría general de análisis económico .....	97
Unidad #18: Presentación del estudio de caso del curso (Parte III) .....	102
Unidad #19: Riesgos naturales y formulación de proyectos .....	103

**VOLUMEN I: INDICE (Cont.)**

---

	<b>página</b>
Unidad #20: Revisión de la teoría de probabilidad .....	110
Unidad #21: Charla informe sobre el Viaje Técnico de Campo II .....	113
Unidad #22: Viaje Técnico de Campo II .....	114
Unidad #23: Riesgos naturales y evaluación de proyectos ..	115
Unidad #24: Taller del estudio de caso .....	120
 Resumen de los anexos a la Parte III .....	 121

---

## INTRODUCCION

Durante 1983, en respuesta a la creciente demanda de sus estados miembros, el Area para Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, a través de su Departamento de Desarrollo Regional (DDR) y con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional/ Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA), inició el "Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe" (PRN).

El objetivo principal del PRN es el de promover el uso de información de riesgos naturales en el proceso de planificación del desarrollo integrado y en la mitigación de desastres en los estados miembros de la OEA. Si bien la diseminación de información a través de cursos formales de capacitación no constituyó parte de las actividades inicialmente programadas por el PRN, las actividades de campo pusieron en evidencia la necesidad de entrenar a profesionales de los estados miembros en esta materia. Al constatarse la inexistencia de programas de capacitación que tuvieran una aplicación directa en términos de orientación, contenido e idioma de instrucción, el PRN obtuvo en 1985 el apoyo adicional necesario del USAID/OFDA para desarrollar un curso sobre el uso de información de riesgos naturales para la preparación de proyectos de inversión. El proceso de diseño, prueba y revisión del curriculum del curso fue llevado a cabo a través de dos cursos pilotos presentados durante 1986 en Mérida, Venezuela, en colaboración con el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). Los dos cursos fueron satisfactoriamente culminados logrando capacitar a un total de 42 profesionales de 18 países de América Latina y el Caribe.

El presente manual es el resultado de dicho esfuerzo y tiene el propósito de servir como documento guía. El manual ha sido diseñado para proveer a posibles instituciones auspiciadoras la información necesaria para programar y presentar cursos nacionales o regionales sobre el uso de información de riesgos naturales para la preparación de proyectos de inversión. Si bien el curriculum académico que se presenta en este manual está específicamente relacionado con los dos cursos pilotos presentados en Mérida, y por lo tanto tiene un enfoque y orientación particular, se espera que sea valioso para la organización y presentación de cursos subsecuentes de riesgos naturales y planificación del desarrollo. El manual no sólo provee información acerca de los aspectos administrativos y de organización envueltos en la presentación de tales cursos, sino

que tambien provee una estructura de trabajo sobre la cual se puede diseñar un curso adaptado a las necesidades de la organizaci3n auspiciadora.

En su presente formato, contenido y orientaci3n, el curso tiene los siguientes objetivos generales y espec3ficos:

Objetivos generales:

- i.- Generar una conciencia entre profesionales latinoamericanos y caribeños sobre la importancia de considerar los riesgos naturales en el proceso de planificaci3n del desarrollo integrado; y,
- ii.- Capacitar a nivel nacional y/o interamericano, a profesionales de mediano o alto nivel en el uso de informaci3n de riesgos naturales en la preparaci3n de proyectos de inversi3n sectorial.

Objetivos espec3ficos:

- i.- Proveer informaci3n a los participantes sobre las fuentes y tipos de informaci3n existentes de riesgos naturales.
- ii.- Capacitar a los participantes en la identificaci3n, colecci3n, generaci3n y an3lisis t3cnico de informaci3n espec3fica de riesgos naturales.
- iii.- Capacitar a los participantes en el an3lisis econ3mico y social de los posibles impactos de riesgos naturales espec3ficos y de las correspondientes medidas de mitigaci3n de desastres.
- iv.- Capacitar a los participantes en el uso de informaci3n espec3fica de riesgos naturales en los procesos de planificaci3n del desarrollo integrado y toma de decisiones a nivel gubernamental.
- v.- Capacitar a los participantes en el uso de informaci3n espec3fica de riesgos naturales en la formulaci3n y evaluaci3n de proyectos de inversi3n.
- vi.- Capacitar a los participantes para trabajar en el tema de manejo de riesgos naturales dentro de grupos multidisciplinarios:

El curso cubre un programa de cuatro semanas de duración, que incluye aproximadamente 85 horas de instrucción formal, 25 horas de taller de trabajo y 30 horas de viajes técnicos de campo. El componente de instrucción formal incluye unidades temáticas de carácter técnico-científico sobre los diferentes riesgos naturales relevantes en los países de las dos regiones, unidades temáticas sobre métodos y técnicas de análisis de información de riesgos naturales, y unidades temáticas sobre formulación y evaluación de proyectos de inversión. El componente de talleres de trabajo incluye la ejecución de ejercicios sobre métodos y técnicas de análisis específicos, y el desarrollo de un estudio de caso final del curso. El componente de viajes técnicos incluye visitas de campo a áreas con presencia de riesgos naturales específicos y al área del estudio de caso final del curso.

Este manual está organizado en dos volúmenes y en forma modular para facilitar su uso en los diferentes aspectos involucrados en la organización y presentación del curso. El **VOLUMEN I: MANUAL DEL CURSO** está dividido en tres partes. La primera parte, Aspectos Administrativos y de Organización, presenta un resumen de los aspectos claves y recomendaciones para la organización del curso. La segunda parte, Principales Aspectos Académicos, presenta un resumen de las normas y procedimientos académicos relevantes. Finalmente, la tercera parte, Currículum del Curso, presenta una descripción detallada de todas las unidades académicas del curso, proporcionando información sobre el contenido de cada unidad, ejercicios y tareas sugeridas, lecturas recomendadas para el instructor, materiales adicionales de instrucción, bibliografía adicional sugerida, y modelos de preguntas de examen. El **VOLUMEN II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO** contiene materiales adicionales seleccionados para el apoyo a las diferentes secciones del Volumen I.

## PARTE I.- ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y DE ORGANIZACION

Esta parte del manual se encuentra dividida en nueve secciones que contienen los principales aspectos administrativos y organizativos del curso, incluyendo diferentes pautas y recomendaciones para asistir en la planificación y presentación del curso.

### 1.- SELECCION DE LA SEDE PARA EL CURSO:

En el proceso de selección de la sede para el curso se recomienda que el criterio principal sea la existencia de una institución académica o agencia gubernamental que pueda asumir un rol auspiciador y se haga cargo de la planificación y presentación del curso. Además de este criterio, se sugiere que sean tomadas en consideración las siguientes normas:

#### a.- Consideraciones generales de logística

- 1.- disponibilidad de instalaciones adecuadas para el dictado de clases.
- 2.- disponibilidad de alojamientos apropiados.
- 3.- disponibilidad de medios de transporte local y de sistemas de comunicación.
- 4.- existencia de enlaces a los sistemas regionales y nacionales de transporte y comunicación.
- 5.- disponibilidad de servicios de oficina (apoyo secretarial, material de oficina, máquinas fotocopadoras, etc.).
- 6.- disponibilidad de servicios médicos.

#### b.- Consideraciones de apoyo académico

- 1.- proximidad a una universidad con un amplio programa de ciencias naturales y ciencias físicas.
- 2.- disponibilidad de centros de investigación y/o bibliotecas.
- 3.- disponibilidad de profesionales locales competentes que puedan participar como instructores en el curso y/o como personal de apoyo para la presentación y desarrollo del estudio de caso final del curso.

c.- Consideraciones sobre los riesgos naturales, clima local y estudio de caso del curso.

- 1.- existencia de un fenómeno local de riesgo natural que sea observable.
- 2.- existencia de condiciones climáticas moderadas (al menos durante el desarrollo del curso).
- 3.- proximidad al lugar del estudio de caso del curso.

Es también recomendable que las sedes consideradas para la presentación del curso, área del viaje de campo, instalaciones y personal sean visitados por la principal entidad auspiciadora y/o institución organizadora antes de que se tome una decisión final.

2.- SELECCION DE LAS FECHAS PARA EL CURSO:

La selección de las fechas para el curso debe realizarse teniendo en consideración el calendario de actividades locales (feriados, elecciones, carnavales, etc.) a fin de asegurar que las fechas a escoger no sean conflictivas. Si el curso es ofrecido a nivel regional para oficiales de gobierno, es recomendable no presentar el mismo durante el primer trimestre del año (fiscal y/o calendario), ya que en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe los oficiales de gobierno probablemente no podrán viajar hasta que los presupuestos nacionales y/o programas de operación hayan sido aprobados.

El curso debe ser ofrecido por lo menos una vez cada dos años de manera de formar una cátedra de estudiantes que pueda cubrir vacantes que se presenten debido a cambios en el personal docente.

3.- SELECCION, CONTRATACION Y TRAMITACION DEL VIAJE DE LOS INSTRUCTORES DEL CURSO Y DEL PERSONAL DE APOYO:

Si bien se espera que la selección y contratación de instructores para el curso este sujeta a las políticas y procedimientos de la entidad auspiciadora, es recomendable que sean observadas las siguientes pautas:

a.- Personal necesario

El número de instructores y personal de apoyo debe de ser limitado a un máximo de 10 profesionales. Las razones para

esto se basan en la necesidad de minimizar problemas en la coordinación y orientación del curso, maximizar la interacción entre los instructores y participantes, y reducir los costos.

b.- Requisitos para la selección de instructores

- 1.- credenciales académicas en el tema a ser presentado.
- 2.- experiencia práctica en el tema a ser presentado.
- 3.- experiencia general y específica como instructor.

c.- Selección y opciones contractuales para los instructores del curso.

Basado en la experiencia obtenida en los dos primeros cursos pilotos, se recomienda dar prioridad a la utilización de instructores locales, utilizando profesionales internacionales a modo de complemento sólo cuando sea necesario. Las razones para esto son el de fomentar el establecimiento de una cátedra local de instructores para ofrecer el curso en forma continua, aprovechar experiencias locales y simplificar el manejo del curso. Se recomienda sin embargo que las instituciones auspiciadores presten especial atención a las normas particulares de cada país en cuanto a la contratación de empleados gubernamentales y/o universitarios, a los diferentes programas de préstamo inter-institucional de personal entre las agencias de gobierno y universidades, y programas especiales de capacitación y/o programas internacionales de asistencia técnica. En general, las opciones contractuales mas comunes de ser encontradas son:

- 1.- contratos de consultoría con profesionales individuales.
- 2.- acuerdos inter-institucionales de préstamo de profesionales.
- 3.- participación de profesionales de instituciones locales co-auspiciadoras.

Se sugiere además que la selección y confirmación de los instructores sea finalizada por lo menos con tres meses de anticipación a la fecha de inicio del curso, de manera que se permita a los instructores disponer del tiempo necesario para la preparación de sus presentaciones. Igualmente, todos los instructores participantes deben de ser provistos con un curriculum completo del curso (**Parte III del manual**) de manera que puedan tener una información detallada en todo lo referente a los objetivos, contenido y orientación académica del curso.

#### d.- Tramitación del viaje de los instructores del curso

Se recomienda que todos los arreglos necesarios para el viaje de los instructores (visas, pasajes, gastos de viaje, reservaciones de hotel, etc.) sean realizados por la entidad auspiciadora o por una organización colaboradora. Una alternativa es el envío directo de dinero a los instructores para la gestión individual de estos trámites.

#### 4.- IDENTIFICACION, SELECCION Y TRAMITACION DEL VIAJE DE LOS PARTICIPANTES AL CURSO:

Si bien se espera que la selección de los participantes y procesamiento de todos los arreglos necesarios para su participación este sujeta a las políticas y procedimientos de la entidad auspiciadora, es recomendable que sean observadas las siguientes normas:

##### a.- Número de participantes

El número de participantes en cualquier curso debe de estar limitado a un máximo de 24 profesionales. Las razones para esto son la necesidad de maximizar la interacción entre instructores y participantes, maximizar la participación y asimilación de cada participante en las secciones teóricas y seminarios, y minimizar problemas en la organización y ejecución del curso.

##### b.- Anuncio del curso

Un factor clave para la atracción de candidatos competentes al curso es el anuncio oportuno y distribución anticipada del material de aplicación. El anuncio debe incluir en lo posible toda la información necesaria acerca del contenido y orientación académica del curso, requisitos y condiciones generales, características de las becas (si es aplicable), y otros puntos relevantes. Si el curso es ofrecido a nivel regional, es recomendable que el anuncio sea publicado por lo menos con seis meses de anterioridad a la fecha de inicio del mismo. El Anexo I.4.1 presenta los folletos de anuncio distribuidos en los dos primeros cursos pilotos. Se sugiere además que el anuncio del curso sea realizado a través de los siguientes canales y medios de comunicación:

- 1.- oficinas nacionales o contactos oficiales de la institución organizadora

- 2.- agencias sectoriales y agencias gubernamentales de planificación del desarrollo nacional, regional y/o local
- 3.- agencias e institutos locales, regionales y nacionales dedicadas a la investigación de riesgos naturales
- 4.- universidades locales, regionales y nacionales
- 5.- revistas y publicaciones especializadas en riesgos naturales, en recursos naturales y planificación del desarrollo, y en ciencias naturales
- 6.- agencias internacionales de asistencia para el desarrollo

c.- Criterio de selección

Los criterios de selección utilizados en los dos primeros cursos pilotos y que se recomiendan para futuros cursos son:

- 1.- los candidatos deben tener título universitario;
- 2.- los candidatos deben tener entre 5 y 7 años de experiencia práctica en un puesto de mediano o alto nivel en una agencia gubernamental dedicada a la planificación del desarrollo sectorial, regional y/o nacional;
- 3.- los candidatos deben tener experiencia en formulación y evaluación de proyectos o una sólida preparación técnica en la identificación y preparación de proyectos;
- 4.- los participantes deben estar en buen estado de salud físico y mental; y,

como requisito opcional,

- 5.- los candidatos seleccionados deberán preparar y presentar un breve ensayo (estudio de caso) sobre un tema de riesgos naturales que sea relevante a sus respectivos países, cubriendo uno de los siguientes tópicos:

- 1.- evaluación de los riesgos naturales como parte del proceso de formulación de proyectos de inversión;
- 2.- formulación de un proyecto específico que incluya la selección y evaluación de medidas de mitigación de riesgos naturales; y
- 3.- análisis de un evento de riesgo natural, análisis de las medidas de mitigación post-desastre y formulación de un programa de reconstrucción.

Además de los criterios individuales ya mencionados, se recomienda se observen los siguientes criterios generales de selección:

- 1.- El grupo de profesionales seleccionados debe formar en lo posible un grupo multidisciplinario balanceado, procurando incluir las ciencias naturales, económicas y sociales, siempre y cuando los requisitos individuales de selección hayan sido previamente satisfechos. En lo posible, el grupo de participantes debe incluir a aquellas personas responsables de establecer políticas de mitigación de riesgos.
- 2.- A no ser de que el curso sea a nivel internacional, el grupo de participantes seleccionados deben representar en forma balanceada diferentes agencias locales, sub-nacionales y nacionales.

d.- Tramitación de viaje

Se recomienda que todos los trámites de viaje (visas, pasajes, gastos de viaje, reservaciones de hotel, etc.) sean realizados por los auspiciadores o co-auspiciadores del curso. No se recomienda el envío directo de dinero a los participantes para la gestión individual de estos trámites.

e.- Seguro médico

Se recomienda que el seguro de asistencia médica sea provisto por la institución auspiciadora o co-auspiciadora del curso. No se recomienda el envío directo de dinero a los participantes para que individualmente adquieran un seguro.

f.- Pago de fondos de subsistencia

Si es aplicable, se recomienda que el desembolso de los fondos para subsistencia sea efectuado al momento de registro en el curso.

5.- MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO:

Basado en la experiencia obtenida en los dos primeros cursos pilotos, se considera esencial que el estudio de caso a ser utilizado en el curso se desarrolle alrededor de un proyecto

de desarrollo en el área geográfica donde vaya a tener lugar el curso. Las razones para esto son la necesidad de combinar la información teórica con observaciones prácticas de campo, y de contar con suficiente información y con personal de apoyo con experiencia directa en el proyecto.

En los dos primeros cursos pilotos, el estudio de caso fue el propuesto "Sistema de Transporte Masivo de Mérida - S.T.M.M." el cual, de construirse, estaría sujeto a los riesgos naturales del área. Si bien a nivel local existe mucha discusión sobre si se ha realizado o no suficiente investigación sobre los riesgos geológicos e hidrológicos allí presentes, la inversión necesaria y los beneficios multisectoriales de desarrollo económico que le son atribuidos presentaron un escenario interesante para examinar el grado de asimilación de información sobre riesgos naturales y habilidad para la formulación de proyectos de los participantes.

En ese contexto se recomienda que la selección del estudio de caso para el curso se realice observando las siguientes pautas:

a.- Tópicos recomendados para el estudio de caso

- 1.- proyectos agro-industriales e infraestructura de apoyo con implicaciones críticas para el desarrollo rural, agrícola y económico (regional y/o nacional):
  - 1.1.- sistemas de producción de alimentos de gran escala
  - 1.2.- sistemas de irrigación y de manejo de aguas de gran escala
  - 1.3.- sistemas regionales de almacenamiento de alimentos
  - 1.4.- infraestructura vial de nivel regional
  
- 2.- proyectos industriales con implicaciones críticas para el desarrollo económico y social (regional y/o nacional):
  - 2.1.- complejos industriales básicos, de alto índice de mano de obra
  - 2.2.- complejos industriales de alto índice de capital
  - 2.3.- complejos industriales para la producción de productos críticos de exportación
  - 2.4.- complejos industriales para la producción de bienes de capital

3.- proyectos del sector energía con implicaciones críticas para el desarrollo económico y social, y para la autosuficiencia nacional:

- 3.1.- plantas de energía hidroeléctrica
- 3.2.- plantas de energía térmica y nuclear
- 3.3.- refineries de petróleo
- 3.4.- centros de almacenamiento de combustibles

4.- proyectos del sector servicios con implicaciones críticas para el desarrollo económico y social:

- 4.1.- centros hospitalarios de mediana y gran escala
- 4.2.- centros educacionales de mediana y gran escala
- 4.3.- centros esenciales de comunicación

5.- sistemas de alto costo de infraestructura de transporte con implicaciones críticas para el desarrollo económico y urbano:

- 5.1.- aeropuertos nacionales e internacionales
- 5.2.- sistemas de tránsito masivo de ferrocarriles
- 5.3.- puertos marítimos y fluviales
- 5.4.- carreteras regionales y nacionales

b.- Información básica sobre el proyecto del estudio de caso a ser reunida y distribuida a los participantes

1.- datos financieros del proyecto:

- 1.1.- inversión de capital
- 1.2.- flujo de caja detallado del proyecto
- 1.3.- fuentes de financiamiento y condiciones
- 1.4.- gastos de operación

2.- datos técnicos del proyecto:

- 2.1.- planos físicos de las estructuras y edificios
- 2.2.- especificaciones técnicas
- 2.3.- maquinaria y equipo
- 2.4.- sistemas de operación y procedimientos
- 2.5.- abastecimiento de energía y combustibles

3.- datos económicos del proyecto:

- 3.1.- beneficios (a nivel local, regional, y nacional)
- 3.2.- costos (a nivel local, regional, y nacional)
- 3.3.- externalidades

4.- datos sociales del proyecto:

- 4.1.- beneficios (locales, regionales, y nacionales)
- 4.2.- costos (locales, regionales, y nacionales)
- 4.3.- externalidades

c.- Información sobre los riesgos naturales en el área del estudio de caso por ser reunida y distribuida a los participantes

1.- datos generales (aplicables a todos los estudios de caso):

- 1.1.- recursos naturales
- 1.2.- características geográficas
- 1.3.- características climáticas
- 1.4.- aspectos locales especiales

2.- información general sobre los riesgos hidrológicos y atmosféricos (cuando sea aplicable):

- 2.1.- información sobre eventos
- 2.2.- información sobre el peligro de un evento
- 2.3.- información sobre el riesgo de un evento
- 2.4.- información sobre la vulnerabilidad del área

3.- información sobre el riesgo de inundación (cuando sea aplicable):

- 3.1.- información sobre eventos
- 3.2.- información sobre el peligro de un evento
- 3.3.- información sobre el riesgo de un evento
- 3.4.- información sobre la vulnerabilidad del área

4.- información sobre los riesgos geológicos (cuando sea aplicable):

- 4.1.- información sobre eventos
- 4.2.- información sobre el peligro de un evento
- 4.3.- información sobre el riesgo de un evento
- 4.4.- información sobre la vulnerabilidad del área

5.- información sobre otros riesgos (cuando sea aplicable):

- 5.1.- información sobre eventos
- 5.2.- información sobre el peligro de un evento
- 5.3.- información sobre el riesgo de un evento
- 5.4.- información sobre la vulnerabilidad del área

d.- Estructura y programación del estudio de caso

El estudio de caso debe ser estructurado en dos fases diferentes: (1) presentación del estudio de caso a los participantes y, (2) desarrollo del estudio de caso por los participantes en las sesiones de taller.

La primera fase debe tener no más de seis horas en presentaciones formales y otras seis horas en visitas al campo. La segunda fase del estudio de caso deberá cubrir un mínimo de diez horas consecutivas de sesiones de taller supervisado. Se sugiere además que se siga el siguiente programa, con un total mínimo de 24 horas:

Semana 1: 1 hora de presentación en clase  
6 horas de viaje al campo (sábado)

Semana 2: 1 hora de presentación en clase

Semana 3: 1 hora de presentación en clase

Semana 4: 1 hora de presentación en clase  
14 horas de desarrollo del estudio de caso

Mientras que las visitas al campo del área del estudio de caso son consideradas esenciales durante la primera fase, visitas adicionales durante la segunda fase son opcionales.

e.- Coordinación del estudio de caso y del personal de apoyo:

El desarrollo del estudio de caso debe ser coordinado por uno de los instructores del curso, debiendo darse preferencia a los instructores que participen en la totalidad del curso.

La presentación y desarrollo del estudio de caso debe ser respaldado por profesionales locales que tengan un conocimiento directo del proyecto y que puedan actuar como personal de apoyo. Se recomienda que estos profesionales estén directamente involucrados en el proyecto y que, de necesitarse, sean complementados por profesionales provenientes de universidades locales (miembros de la facultad) y por empleados profesionales de agencias sectoriales y agencias gubernamentales de planificación.

f.- Grupos de trabajo para el estudio de caso

El estudio de caso debe desarrollarse a través del establecimiento de grupos de trabajo multidisciplinarios formados en base a los participantes en el curso. Estos grupos deben formarse al comienzo de la segunda semana, de manera que los participantes dispongan de por lo menos tres semanas para llevar a cabo todas las investigaciones necesarias, discusiones preliminares y preparación progresiva del informe en grupo requerido sobre el estudio de caso.

g.- Evaluación del estudio de caso

Se recomienda que el desempeño de los participantes sea evaluado a través de la preparación de un informe de grupo escrito y de una presentación oral. El contenido en sí de los informes escritos debe ser definido de acuerdo al estudio de caso en particular y a los recursos materiales hechos disponibles, aunque en general, debe requerirse un reporte moderadamente detallado de los diferentes grupos. Las presentaciones orales deben ser esencialmente breves y limitadas a la presentación de las conclusiones y recomendaciones de cada grupo, seguidas por la discusión de las mismas con todos los participantes.

## 5.- VIAJES TECNICOS DE CAMPO:

Para complementar al material teórico y trabajo en clase se recomienda la realización de viajes técnicos de campo donde los participantes puedan observar directamente fenómenos naturales y sus implicaciones para el desarrollo. Si bien opcionalmente se podrían realizar mayores actividades de campo, se recomienda realizar un viaje técnico directamente relacionado al estudio de caso del curso (de un día de duración), y un viaje técnico más extensivo (todo un fin de semana), para la observación de diversos riesgos naturales.

Además del viaje técnico a los lugares asociados con el estudio de caso "Sistema de Transporte Masivo de Mérida", los dos primeros cursos pilotos incluyeron un viaje de dos días y medio a los llanos del país para la observación de un sistema regional de control de inundaciones. Durante el viaje de ida y vuelta a los llanos orientales del país, los participantes tuvieron la oportunidad de observar en la cordillera andina varias áreas propensas a riesgos naturales (fallas sísmicas, derrumbes y movimientos en masa).

Es sugerido que los viajes técnicos de campo, y particularmente el viaje principal, sean llevados a cabo siguiendo la estructura del curso, observando las siguientes pautas:

### a.- Aspectos de organización

- 1.- La institución auspiciadora debe ser totalmente responsable por la organización de los viajes de campo.
- 2.- Los instructores de las unidades temáticas correspondientes deben participar en los viajes de campo.
- 3.- Los líderes de grupo de los viajes de campo deben ser profesionales locales que tengan conocimiento directo de las áreas a visitar y de su problemática en cuanto a riesgos naturales.
- 4.- Los participantes deben recibir previamente a los viajes de campo información sobre los problemas de riesgos naturales y de planificación del desarrollo que serán observados durante los viajes.
- 5.- Los participantes deben recibir instrucciones en cuanto al formato y contenido que deberá poseer el informe escrito de los viajes de campo.

b.- Consideraciones sobre los riesgos naturales (viaje principal de campo)

- 1.- existencia de importantes condiciones observables de riesgos naturales
- 2.- existencia de actividades humanas y económicas en las áreas a ser visitadas
- 3.- existencia de algún tipo de medida o programa de mitigación de desastres (en proyecto o ya en ejecución)

c.- Consideraciones logísticas

- 1.- fácil accesibilidad al área a ser visitada
- 2.- ambiente seguro y saludable
- 3.- existencia de alojamiento y alimentos adecuados (viaje principal de campo)

7.- PRESUPUESTO DEL CURSO:

Dada la diferencia que existe en términos de costo en los diferentes países, no es posible predeterminar en forma general un presupuesto para cursos futuros; igualmente, el número de participantes e instructores y las características de los viajes de campo afectarán el costo total del curso. Sin embargo, y a pesar de tales diferencias, los siguientes aspectos pueden ser señalados como los principales componentes del presupuesto:

a.- Participantes

- 1.- gastos de viaje
- 2.- pensión de subsistencia

b.- Instructores (contratados)

- 1.- honorarios
- 2.- gastos de viaje
- 3.- viáticos

c.- Actividades de enseñanza y material de instrucción

- 1.- gastos administrativos y de organización
- 2.- fotocopias
- 3.- viajes de campo
- 4.- teléfono y télex

El Anexo 1.6.1 presenta un modelo detallado de una hoja de presupuesto para ser utilizada en la planificación del curso.

#### 8.- PREPARACION DE DOCUMENTOS Y MATERIAL DE INSTRUCCION PARA SU DISTRIBUCION

La adecuada preparación y distribución de los materiales de instrucción es un componente importante en el curso. Los materiales y documentos para distribución deben de ser presentados por los instructores y participantes (estudios de caso individuales) para ser revisados y posteriormente reproducidos. Las siguientes pautas son recomendadas para el manejo de tales materiales y documentos:

##### a.- Materiales de instrucción

- 1.- Los instructores y el personal de apoyo deben presentar los materiales de distribución por lo menos una semana antes de que tengan lugar sus respectivas presentaciones o seminarios.
- 2.- Debe requerirse que los instructores y el personal de apoyo presenten sus materiales siguiendo un formato predeterminado para facilitar su manejo y reproducción.

##### b.- Estudios de caso de cada participante (si es aplicable)

- 1.- Se debe solicitar a los participantes que presenten sus respectivos estudios de caso al inicio del curso, durante el registro.
- 2.- Se debe solicitar a los participantes que presenten sus respectivos estudios de caso siguiendo un formato predeterminado para facilitar su revisión y reproducción.

#### 9.- PROGRAMA GENERAL DE ORGANIZACION:

La presentación del curso requerirá de la ejecución de un número de actividades de programación que tendrán que ser coordinadas y culminadas oportunamente. Si bien los componentes específicos de este proceso de organización tenderán a variar de acuerdo a la estructura, lugar y fecha del curso, la Tabla 1 presenta un programa general para ser utilizado como modelo.

TABLA 1.

PROGRAMA GENERAL DE ORGANIZACION DEL CURSO

ACTIVIDADES	HORIZONTE DE PLANIFICACION													
	***** ANTES DEL INICIO DEL CURSO (meses) *****													
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
Identificación de los objetivos y contenido del curso				XXXXXX										
Identificación de posibles sedes para el curso				XXX	XXX									F
Visitas y selección de la sede del curso					XXXXXX	XXX								H
Selección de los lugares para los viajes de campo del curso					XXXXXX	XXX								A
Definición final de los objetivos y contenido del curso						XXXXXX								D
Identificación de instructores					XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX						E
Selección de instructores								XXXXXX	XXXXXX					I
Trámites de viaje y hospedaje (a)										XXXXXX				N
Anuncio del curso						XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXX					I
Aplicación de los candidatos (b)								XXX	XXXXXX	XXX				O
Selección de participantes (b)										XXXXXX				I
Notificación a los participantes											XXX			D
Trámites de viaje y hospedaje (a)										XXXXXX	XXX			E
Materiales de instrucción teórica												XXXXXX	XXXXXX	L
Otros materiales (videos, películas, etc.)													XXXXXX	XXXXXX
Revisión y edición de documentos														
Distribución													XXXXXX	XXXXXX
Estudios de caso individuales													XXX	XXXXXX
Reproducción de materiales														XXXXXX

Notas: (a) Sujeto al programa turístico y feriados de la ciudad sede del curso.

(b) Sujeto a si el curso es dado a nivel nacional o regional, y a si los participantes deberán presentar un estudio de caso.

## RESUMEN DE LOS ANEXOS A LA PARTE I (\*)

---

I.4.1.- Modelo de Folleto de los Cursos Pilotos

I.6.1.- Modelo de Formato para el Presupuesto del Curso

---

Nota: (\*) Referirse al **Volúmen II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO**

La numeración de los anexos corresponde a la sección específica con la que están relacionados y, por lo tanto, la numeración utilizada no es necesariamente consecutiva.

**PARTE II.- PRINCIPALES ASPECTOS ACADEMICOS**

## PARTE II.- PRINCIPALES ASPECTOS ACADEMICOS

Esta parte del manual está dividida en dos secciones que contienen los principales aspectos académicos del curso, y tiene el propósito de servir como guía para la organización y determinación de los estándares académicos del curso.

### 1.- NORMAS ACADEMICAS:

Si bien se espera que la implementación de un conjunto de normas académicas esté sujeta a la política de la institución auspiciadora, se recomienda que sean observadas las siguientes pautas:

#### a.- Participación individual

Se espera que los participantes participen activamente a tiempo completo en todas las actividades del curso, incluyendo clases, ejercicios en sala, viajes de campo, exámenes, y sesiones de taller del estudio de caso.

#### b.- Aprobación del curso (evaluación de los participantes)

La aprobación del curso, y por lo tanto el otorgamiento de un "CERTIFICADO DE APROBACION" para cada participante, (Ver Anexo II.1.1), debe de estar sujeto a las siguientes condiciones:

- 1.- asistencia a no menos del 90 por ciento de todas las actividades del curso; y,
- 2.- obtención de por lo menos un 75 por ciento de nota promedio entre los cuatro exámenes, tareas calificadas, informes de viaje y taller del estudio de caso.

Los participantes que no cumplan con el criterio de asistencia a clases pero que obtengan un 75 por ciento o superior de nota promedio tendrán derecho a recibir un "CERTIFICADO DE PARTICIPACION". (Ver Anexo II.1.2).

Los participantes que cumplan con el 90 por ciento de asistencia pero que solo alcancen una nota promedio entre 50

y 75 por ciento también tendrán derecho a recibir un "CERTIFICADO DE PARTICIPACION".

Los participantes con nota promedio menor al 50 por ciento no tendrán derecho a recibir un certificado del curso.

## 2.- EVALUACION DEL CURSO POR LOS PARTICIPANTES:

Si bien es posible que las instituciones auspiciadoras dispongan ya de sistemas de evaluación para el curso, los siguientes cuestionarios y sistema de evaluación son recomendados:

### a.- Sistema de evaluación

El sistema de evaluación propuesto está compuesto por dos cuestionarios. El primero de ellos es para ser completado por los participantes al final de la segunda semana del curso, y el segundo al final del curso. Se recomienda la división del proceso evaluativo en dos unidades separadas como un medio para alcanzar una mayor claridad en el proceso de evaluación.

### b.- Cuestionarios de evaluación (Ver Anexo II.2.1).

## 3.- PROGRAMA DE CLASES:

Si bien se espera que futuros cursos sean sometidos a cambios en estructura y secuencia para acomodar intereses especiales de la región o del país sede del curso, la **Tabla 2** presenta un programa de clases como base para la planificación de cursos.

Debe hacerse una nota con respecto a las horas de clase dedicadas a la "presentación de los estudios de caso de cada participante" (ver **Tabla 2**). Estas unidades están incluidas en el programa del curso propuesto pero no se presentan en la sección CURRÍCULUM DEL CURSO de este manual (**Parte III**); esto se debe a que estas unidades no constituyen clases formales, y a que los estudios de caso individuales son opcionales dentro de los requisitos principales recomendados.

TABLA 2.- HORARIO DE CLASES RECOMENDADO

"Institución auspiciadora"

"Institución co-auspiciadora"

CURSO DE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Ciudad, País

(Mes, día, año)

\*\*\*\*\* HORARIO DE CLASES \*\*\*\*\*

Primera semana

Horas	Lunes (día/mes)	Martes (día/mes)	Miercoles (día/mes)	Jueves (día/mes)	Viernes (día/mes)	Sabado (día/mes)
8:00	Llegada y registro			Introducción		V
9:00		Manejo ambiental y riesgos naturales	Riesgos de inundación	a los riesgos geológicos (Unidad #6)	Riesgos sísmicos y volcánicos (Unidad #7)	I A J E
9:05			(Unidad #5)			
10:00	Introducción al Curso (Unidad #1)	(Unidad #3)		Riesgos sísmicos y volcánicos		D E
10:15						
11:15						
14:00						C A M P O
15:00	Los riesgos naturales y el proceso de planificación del desarrollo integrado	Riesgos hidrológicos y atmosféricos: desertificación y sequía	Riesgos de inundación (Unidad #5)	Riesgos sísmicos y volcánicos (Unidad #7)	EXAMEN SEMANTAL	I
15:05						
16:00	(Unidad #2)	(Unidad #4)	Presentación de los estudios de caso		Estudio de caso del curso - Parte I (Unidad #8)	(Unidad #9)
16:15						
17:15						

rev. x - dd.mm.aa

TABLA 2.- HORARIO DE CLASES RECOMENDADO (Cont.)

"Institución auspiciadora"

"Institución co-auspiciadora"

CURSO DE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Ciudad, País

(Mes, día año)

\*\*\*\*\* HORARIO DE CLASES \*\*\*\*\*

Segunda semana

Horas	Lunes (día/mes)	Martes (día/mes)	Miercoles (día/mes)	Jueves (día/mes)	Viernes (día/mes)
8:00					Sistemas y fuentes
9:00			Riesgos geológicos múltiples y mapeo	Riesgos geológicos múltiples y mapeo	de información de riesgos naturales
9:05	Riesgos de movimiento en masas	Uso de tierras y riesgos de degradación de suelos	de infraestructura vital	de infraestructura vital	(Unidad #13)
10:00					
10:15	(Unidad #10)	(Unidad #11)	(Unidad #12)	(Unidad #12)	Primera evaluación del curso
11:15					
14:00			Riesgos geológicos múltiples y mapeo	Sistemas y fuentes de información de riesgos naturales	
15:00	Uso de tierras y riesgos de degradación de suelos	Uso de tierras y riesgos de degradación de suelos	de infraestructura vital	(Unidad #13)	EXAMEN SEMANAL
15:05					
16:00	(Unidad #11)	(Unidad #11)	(Unidad #12)	(Unidad #13)	
16:15	Presentación de los estudios de caso	Presentación de los estudios de caso	Presentación de los estudios de caso	Presentación de los estudios de caso	Estudio de caso del curso - Parte II (Unidad #14)
17:15					

rev. x - dd. mm. aa

TABLA 2.- HORARIO DE CLASES RECOMENDADO (Cont.)

"Institución auspiciadora"

"Institución co-auspiciadora"

CURSO DE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Ciudad, País

(Mes, día, año)

\*\*\*\*\* HORARIO DE CLASES \*\*\*\*\*

Tercera semana

Horas	Lunes (día/mes)	Martes (día/mes)	Miercoles (día/mes)	Jueves (día/mes)	Viernes (día/mes)	Sabado (día/mes)
8:00	Planificación económica y riesgos naturales (Unidad #15)	Teoría general de análisis económico (Unidad #17)	Formulación de proyectos y riesgos naturales (Unidad #19)	Formulación de proyectos y riesgos naturales (Unidad #19)	Charla sobre el Viaje Técnico de Campo II (Unidad #21)	V I A J E
9:00						
9:05						J E
10:00						
10:15	Análisis multicriterio (Unidad #16)				(10:15-12:15) EXAMEN SEMANAL	D E
11:15						
14:00			Formulación de proyectos y riesgos naturales (Unidad #19)			C A M P O
15:00	Análisis multicriterio y planificación del desarrollo integrado (Unidad #16)	Teoría general de análisis económico (Unidad #17)				M P O
15:05				Revisión de la teoría de probabilidad (Unidad #20)	VIAJE TECNICO DE CAMPO II (Unidad #22)	O I I
16:00						
16:15		Estudio de caso del curso - Parte III (Unidad #18)	Presentación de los estudios de caso			
17:15					(Salida: 15:05)	(Unidad #22)

rev. x - dd. mm. aa

TABLA 2.- HORARIO DE CLASES RECOMENDADO (Cont.)

"Institución auspiciadora"

"Institución co-auspiciadora"

CURSO DE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Ciudad, País

(Mes, día, año)

\*\*\*\*\* HORARIO DE CLASES \*\*\*\*\*

Cuarta semana

Horas	Lunes (día/mes)	Martes (día/mes)	Miercoles (día/mes)	Jueves (día/mes)	Viernes (día/mes)
8:00					
9:00					Evaluación final
9:05	Riesgos naturales y evaluación de proyectos	Riesgos naturales y evaluación de proyectos	TALLER DEL ESTUDIO DE CASO	TALLER DEL ESTUDIO DE CASO	del curso por los participantes
10:00	(Unidad #23)	(Unidad #23)	(Unidad #24)	(Unidad #24)	
10:15					
11:15					
14:00					CEREMONIA DE CLAUSURA
15:00					
15:05	Riesgos naturales y evaluación de proyectos	TALLER DEL ESTUDIO DE CASO	TALLER DEL ESTUDIO DE CASO	EXAMEN SEMANAL	
16:00	(Unidad #23)	(Unidad #24)	(Unidad #24)		
16:15					
17:15					

rev. x - dd.mm.aa

## RESUMEN DE LOS ANEXOS A LA PARTE II (\*)

---

II.1.1.- Modelo del certificado de aprobación del curso

II.1.2.- Modelo del certificado de participación en el curso

II.2.1.- Cuestionarios de evaluación del curso

---

Nota: (\*) Referirse al Volumen II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO

La numeración de los anexos corresponde a la secciones específicas con las que están relacionados y, por lo tanto, la numeración utilizada no es necesariamente consecutiva.

**PARTE III.- CURRICULUM DEL CURSO**

### **PARTE III.- CURRICULUM DEL CURSO**

Esta parte del manual está dividida en 24 secciones, cada una de las cuales corresponde a una unidad temática del curriculum del curso. Si bien el curriculum que se presenta en este manual ha sido probado en los dos primeros cursos pilotos presentados durante 1986 en la ciudad de Mérida, Venezuela, sus componentes, estructura y secuencia deben ser revisados y acondicionados para futuros cursos de manera de asegurar que los intereses específicos y la orientación deseada para el curso sean totalmente satisfechos.

Las 24 unidades temáticas son presentadas siguiendo un formato común para facilitar su entendimiento e incluyen, cuando es aplicable, la siguiente información:

- 1.- Número de secuencia de la unidad y título
- 2.- Objetivos
- 3.- Tiempo asignado
- 4.- Contenidos
- 5.- Ejercicios de clase y/o tareas
- 6.- Lecturas recomendadas para el instructor
- 7.- Material adicional de instrucción
- 8.- Bibliografía adicional sugerida
- 9.- Modelo de preguntas de examen

Los materiales seleccionados para complementar a la sección del Curriculum del Curso de este manual son presentadas en el Vol II.- MANUAL DEL CURSO: ANEXOS.

## UNIDAD #1: INTRODUCCION AL CURSO

**OBJETIVO:** Introducción del curso, de las organizaciones auspiciadoras e instituciones colaboradoras. Explicación de los objetivos, estructura, programación y requisitos del curso.

**TIEMPO ASIGNADO:** 2 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Descripción de las instituciones participantes en la organización y presentación del curso
- 2.- Descripción del desarrollo del curso
- 3.- Presentación de los objetivos del curso

Dentro del contexto de planificación del desarrollo integrado y a través de un enfoque interdisciplinario, los objetivos básicos del curso son:

- a.- familiarizar a los participantes con la información disponible de riesgos naturales, incluyendo un entendimiento de su generación, contenido, orientación y uso potencial en actividades de planificación del desarrollo;
- b.- generar una conciencia entre los participantes con respecto a la importancia del manejo de riesgos naturales en la planificación del desarrollo;
- c.- familiarizar a los participantes en el uso de información de riesgos naturales en las fases de formulación y evaluación de la preparación de proyectos de inversión; y,

- d.- exponer a los participantes a un grupo de trabajo multidisciplinario y proveer la oportunidad de desarrollar la actitud y el lenguaje técnico necesarios para tratar el tema de riesgos naturales y planificación del desarrollo en dichos grupos.
- 4.- Explicación de la estructura del curso
- a.- principales tópicos semanales
  - b.- breve descripción de las unidades del curso
  - c.- ejercicios en clase y tareas
  - d.- estudios de caso de cada participante (si es aplicable)
  - e.- estudio de caso del curso
  - f.- viajes técnicos de campo
  - g.- sistemas de evaluación (exámenes, ejercicios en clase y tareas, estudios de caso individuales, estudio de caso del curso y reportes de los viajes de campo)
  - h.- requisitos académicos (asistencia, aprobación, etc.)
  - i.- evaluación del curso por los participantes
- 5.- Período de preguntas y respuestas

---

**FIN DE LA UNIDAD #1**

**UNIDAD #2: LOS RIESGOS NATURALES Y EL PROCESO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO INTEGRADO**

**OBJETIVO:** Introducción de los términos y conceptos relevantes al tema de riesgos naturales dentro de una perspectiva de planificación del desarrollo integrado

**TIEMPO ASIGNADO:** 3 horas

---

**CONTENIDO:**

1.- Riesgos Naturales

a.- tipos de riesgos naturales

- 1.- geológicos
- 2.- atmosféricos
- 3.- hidrológicos

b.- relación entre las diferentes disciplinas y la información de riesgos naturales

- 1.- productores
- 2.- usuarios

c.- tipos básicos de información sobre riesgos naturales y los componentes que caracterizan a tales riesgos

- 1.- evento: presenta al fenómeno natural en términos de ubicación geográfica y registros históricos
- 2.- peligro: presenta la recurrencia estimada y/o ubicación geográfica de posibles y/o probables eventos
- 3.- riesgo: presenta los conceptos de ubicación geográfica, magnitud, período de retorno (frecuencia) y la identificación de impactos de eventos
- 4.- vulnerabilidad: presenta información acerca del riesgo y una determinación de las pérdidas esperadas en el caso de un evento

d.- conceptos relacionados a los términos, "mitigación de riesgo", "prevención de riesgo", y "reducción de riesgo"

- 1.- la modificación de la magnitud o frecuencia de un evento
- 2.- la reducción del riesgo impuesto por un evento
- 3.- la disminución de la vulnerabilidad de la población y de la propiedad bajo riesgo de un evento
- 4.- la utilización de un estado de preparación y de medidas de emergencia para reducir pérdidas en el caso de un evento

2.- El "círculo vicioso" de los desastres

Reflexionando en los casos de desastres naturales y en las actividades para el manejo de riesgos que suceden en la mayoría de países, es perceptible un círculo vicioso que impide el diseño e implementación de medidas adecuadas para la mitigación de riesgos. El principal factor es la falta de integración entre las diferentes actividades para el manejo de riesgos y el proceso de planificación del desarrollo. Los principales elementos de este círculo son: (Ver Anexo III.2.1):

- a.- ocurrencia de un desastre;
- b.- medidas de emergencia;
- c.- rehabilitación (recuperación);
- d.- reconstrucción;
- e.- mitigación y prevención;
- f.- preparación para emergencias; y,
- g.- anticipación del evento con o sin monitoreo y alerta.

### 3.- Principales protagonistas en el manejo de riesgos naturales

Existen tres grupos generales de protagonistas que difieren en naturaleza pero que a través de los cuales, y mediante un esfuerzo colectivo, puede darse lugar a un manejo efectivo de riesgos naturales:

- a.- investigación científica (universidades, centros de investigación, agencias del gobierno, etc.)
- b.- preparación para desastres y entidades encargadas de medidas de emergencia
- c.- agencias sectoriales y agencias de planificación del desarrollo integrado

### 4.- Principales elementos en un proceso de planificación de desarrollo integrado

- a.- evaluación de los recursos naturales, incluyendo riesgos naturales, y los aspectos sociales, económicos e institucionales
- b.- definición de las estrategias de desarrollo e identificación de proyectos de inversión sectorial y regional
- c.- formulación e implementación de proyectos de inversión

### 5.- Aspectos importantes de la información de riesgos naturales

- a.- relación existente entre el tipo de información y la utilización a dársele en términos de prioridades, presentación, terminología, etc.
- b.- enfoque geográfico, administrativo y político
- c.- contexto temporal

- d.- escala geográfica
  - e.- contenido
  - f.- uso de la información de riesgos naturales en las diferentes etapas de un proceso de planificación del desarrollo integrado
- 6.- Areas prioritarias en la investigación de riesgos naturales y manejo de desastres
- a.- prevención y mitigación dentro del contexto de la planificación del desarrollo integrado
  - b.- mayor atención a eventos hidrológicos y atmosféricos concurrentes con la investigación de eventos geológicos
  - c.- desarrollo de metodologías para la evaluación de riesgos naturales para su utilización en el proceso de planificación
  - d.- reestructuración del proceso de formulación de proyectos para amplificar el uso de la información de riesgos
  - e.- capacitación de planificadores de desarrollo, particularmente a especialistas en formulación de proyectos, en el uso de información de riesgos naturales
-

## LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:

- 1.- Bender, Stephen O., (1985). "Disaster Mitigation as Part of Integrated Regional Development Planning", en Proceedings of the International Conference on Disaster Mitigation Program Implementation, College of Architecture and Urban Studies, Virginia Polytechnic Institute and State University. (Ver Anexo III.2.2)
- 2.- Bender, Stephen O., (1985) "Natural Hazards Assessment in Integrated Regional Development". OEA/Dpto. Desarrollo Regional. (Ver Anexo III.2.3)

## BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

- Cuny, Frederick., (1983). Disaster and Development. Oxford University Press.
- David, Ian., (1983). Disasters as Agents of Change? o : Form Follows Failure. HABITAT INTL., No. 5/6, Gran Bretaña
- Hagman, Gunnar., (1984). Prevention Better than Cure. Cruz Roja Suiza, Estocolmo
- Hewitt, K., Ed., (1983). Interpretations of Calamity. Allen & Unwin, Boston.
- Independent Commission on International Humanitarian Issues, (1985). Famine: A Man Made Disaster? Vintage Books, New York.
- Sen, Amartya, (1981). Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation. Clarendon Press, Oxford.
- Wijkman, A. and L. Timberlake, (1984). Natural Disasters: Acts of God or Acts of Man? Earthscan, London.

EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #2

CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Instrucciones: Completar la siguiente tabla identificando las agencias de su país que trabajan en las siguientes áreas.

---

RIESGO	INVESTIGACION CIENTIFICA (1)	TRADUCCION (2)	IMPLEMENTACION (3)
--------	---------------------------------	----------------	--------------------

---

1.- Riesgos Geológicos

Terremotos

Erupciones Volcánicas

Tsunami

Derrumbes

2.- Riesgos Hidrológicos y  
Atmosféricos

Huracanes

Inundaciones

Sequía

Desertificación

Heladas

Fuegos (bosques, etc.)

---

Notas: (1) Agencias responsables de investigación básica y aplicada.

(2) Agencias responsables de la evaluación, traducción y diseminación de información.

(3) Agencias responsables de la introducción y uso de la información en la formulación de proyectos de inversión.

## PREGUNTAS DE EXAMEN

---

- 1.- Definir los siguientes términos en relación a los riesgos naturales:
  - a.- evento
  - b.- peligro
  - c.- riesgo
  - d.- vulnerabilidad
  - e.- manejo de riesgos
  
- 2.- Describir las principales diferencias entre los siguientes tipos de información de riesgos naturales:
  - a.- información del evento
  - b.- información del peligro de un evento
  - c.- información del riesgo de un evento
  - d.- información de la vulnerabilidad
  
- 3.- Para el caso de terremotos, describir el contenido temático de un tipo de mapa que corresponda a cada uno de los siguientes tipos de información de riesgos naturales:
  - a.- información del evento
  - b.- información del peligro o del riesgo de un evento
  - c.- información sobre la vulnerabilidad
  
- 4.- Identificar los tres principales grupos protagonistas que deben participar en el manejo de riesgos naturales.
  
- 5.- Cuales son los tres componentes más importantes de información que son necesarios para caracterizar a un riesgo natural?

---

FIN DE LA UNIDAD #2

### UNIDAD #3: MANEJO AMBIENTAL Y RIESGOS NATURALES

**OBJETIVO:** Introducción de los términos y conceptos relevantes a los métodos de planificación y manejo ambiental que específicamente generan e incluyen información sobre los riesgos naturales

**TIEMPO ASIGNADO:** 3 HORAS

---

#### CONTENIDO:

- 1.- Una breve discusión de las definiciones hoy en día utilizadas para el término "ambiente del ser humano" y el debate actual sobre "medio ambiente y desarrollo"
  - a.- medio ambiente definido por el diccionario:

"Conjunto de valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar determinado en un tiempo determinado que influyen la vida material y psicológica del hombre".

"El agregado de todas las condiciones e influencias externas que afectan la vida y el desarrollo".
  - b.- medio ambiente definido por las Conferencias de Cocoyco, Founex y Estocolmo
  - c.- medio ambiente definido por el Banco Mundial, SCOPE y la OEA
  - d.- conclusión: Existe un número infinito de medios ambientes (igual al número de todos los seres humanos y sus pasadas, presentes y futuras agrupaciones) y esto es mucho más que naturaleza y/o recursos naturales.
- 2.- El concepto de ecosistema y su uso en la planificación y manejo ambiental (Ver Anexo III.3.1).

- a.- Cualquier ecosistema presenta porciones bióticas y abióticas.
  
- b.- Todo ecosistema tiene función y estructura.
  - 1.- flujo y almacenamiento de energía
  - 2.- recirculación de materiales
  - 3.- acumulación de información a través de adaptación genética
  
- c.- Sucesión y cambio son características significativas de los ecosistemas.
  - 1.- Ocurren cuando la fotosíntesis o entrada de energía es mayor que la respiración.
  - 2.- Manteniendo un ecosistema en las primeras etapas de sucesión, es posible recolectar el exceso de energía.
  
- d.- Los bienes, servicios y riesgos son las manifestaciones económicas, culturales, sociales y políticas de la función y estructura de un ecosistema. (Ver Anexo III.3.2 y Anexo III.3.3.) Estos tienen valor o constituyen un problema por las siguientes razones:
  - 1.- Ciertas características de la función y estructura de un ecosistema tienen una utilidad económica, cultural y social y por lo tanto tienen valor para un desarrollo actual
  - 2.- Ciertas características de la función y estructura de un ecosistema tiene una utilidad científica y por lo tanto tienen valor para un desarrollo futuro
  - 3.- Ciertas características de la función y estructura de un ecosistema son importantes para el control de ese sistema y por lo tanto son de valor para un desarrollo a largo plazo
  - 4.- Ciertas características de la función y estructura de un ecosistema son importantes ya que son peligrosas para el desarrollo de actividades dentro del sistema o en sistemas aliados, y su control o mitigación es importante para un desarrollo actual, futuro y a largo plazo.

### 3.- Calidad de vida y calidad ambiental

a.- La calidad de un medio ambiente es medido en términos de su capacidad para ofrecer bienes y servicios que satisfagan las necesidades de los individuos y grupos de individuos que pertenecen a ese medio ambiente.

b.- necesidades

Mientras que las necesidades (y deseos) varían de acuerdo a cultura, raza, edad, sexo, estación, clima, educación, niveles de ingreso, etc., su satisfacción normalmente genera conflictos en términos de distribución de recursos. Algo puede ser considerado como necesidad si:

- 1.- su ausencia causa enfermedad;
- 2.- su presencia previene una enfermedad;
- 3.- su reintroducción cura una enfermedad; y,
- 4.- si la persona que se ha visto privada lo prefiere a otro tipo de satisfacciones

### 4.- Conceptos sobre manejo ambiental:

a.- Desarrollo: el uso, mejora y/o conservación del sistema de bienes y servicios y la mitigación de eventos peligrosos

b.- Manejo ambiental: el planeamiento e implementación de las acciones orientadas a mejorar la calidad de vida del ser humano

c.- Impactos ambientales negativos: el resultado de cualquier actividad de desarrollo (o el resultado de cualquier evento peligroso) que imposibilita el uso, deteriora, o destruye bienes y servicios que podrían ser utilizados o que son utilizados para mejorar la calidad de vida del ser humano (Ver Anexo III.3.4)

### 5.- Términos y conceptos erróneos en la literatura "ambiental"

Es bien común encontrar ciertos términos en la literatura actual que, en ausencia de un previo concepto bien definido,

carecen de significado y conducen a un entendimiento y a un manejo inapropiado del ambiente. Algunos de estos términos son los siguientes:

- a.- "el medio ambiente": Medio ambiente de quien?
- b.- "ecosistemas frágiles": Término normalmente utilizado en la prensa pero que no ha sido estudiado, careciendo hasta la fecha de base científica.
- c.- "problema ambiental": Todos los problemas excepto aquellos que se originan interiormente son problemas ambientales.
- d.- "proyectos ambientales": Todos los proyectos de desarrollo están diseñados para mejorar el medio ambiente de alguien.
- e.- "experto ambiental": Dada la naturaleza compleja de los medios ambientes, es imposible la existencia de un experto ambiental.
- f.- "desarrollo sostenido": Aún no ha sido definido y probablemente no pueda ser definido satisfactoriamente. Una mejor frase sería flujo sostenido de un sistema de bienes o servicios.

---

**EJERCICIO TAREA: (Ver Anexo III.3.5)**

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- **United Nations Environmental Program, (1981). In Defense of the Earth; The Basic Text on Environment: Fourer, Stockholm, Cocoyoc. Executive Series 1.**
- 2.- **Munn, R.E., (1975). Environmental Impact Assesment. Scope 5. International Council of Scientific Unions. Scientific Committee on Problems of the Environment.**

3.- Ehrenfeld, D.W., (1976). "The Conservation of Non-resources," en American Scientist. Vol. 6: 648-656.

#### BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

Gosselink, J.G., E.P. Odum, y R.M. Pope, (1973). "The Value of the Tidal Marsh." Center for Wetland Resources, Louisiana State University. Baton Rouge. LBU-86-74-03.

Lugo, A.E., (1978). "Stress and Ecosystems," en J.H. Thorp y J.W. Gibbons, Eds., Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems. Department of Energy of the United States, DOE Symposium Series.

Maslow, A.H., (1962). Towards a Psychology of Being. D. Van Nostrand Co., New York.

Organization of American States, (1984). Integrated Regional Development Planning: Guidelines and Case Studies from OAS Experience. Department of Regional Development. Secretariat for Economic and Social Affairs. Washington, D.C.

Odum, E.P., (1962). "Relationship Between Structure and Function in Ecosystems," en Japanese Journal of Ecology. 12: 108-118.

Streetton P. y S. Burki, (1978). "Basic Needs: Some Issues", en World Development. Vol. 6: 411-21.

Saunier, R.E., (1983). "Environment and Development...a Future Together?" en Development Forum, XI No. 8 Nov-Dec.

Saunier, R.E., (1984). "Regional Approaches Utilized in Development Planning". Natural Resource Technical Bulletin. AID-NPS Natural Resources Project No. 5.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Definir y comentar sobre el término y concepto de "ambiente del ser humano."
  
- 2.- Definir y comentar sobre el término y concepto de "ecosistema" en términos de su importancia para un "desarrollo ambientalmente adecuado."
  
- 3.- Explicar que es una necesidad humana, y que es lo que determina la calidad de un medio ambiente.
  
- 4.- Que puede ser considerada una "estrategia de desarrollo ambientalmente adecuada?"
  
- 5.- Explicar como es que se relacionan los riesgos naturales y antrópicos al manejo ambiental y a la planificación del desarrollo.

---

**FIN DE LA UNIDAD #3**

## **UNIDAD #4: RIESGOS HIDROLOGICOS Y ATMOSFERICOS**

**OBJETIVO:** Introducir en forma general a los riesgos hidrológicos y atmosféricos, incluyendo los principales fenómenos y conceptos. Familiarizar a los participantes con la terminología básica. Generar conciencia acerca de la importancia de los riesgos hidrológicos y atmosféricos en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 3 horas

---

### **CONTENIDO:**

#### **1.- Riesgos hidrológicos y atmosféricos**

a.- origen de los riesgos

b.- características de los riesgos, (consideraciones generales, causas y efectos)

1.- inundaciones

2.- sequías

3.- heladas

4.- vientos

c.- información disponible y el proceso de planificación del desarrollo integrado

1.- fuentes

2.- medidas de mitigación

3.- uso de la información en planificación

#### **2.- El fenómeno de "El Niño"**

a.- consideraciones generales

b.- naturaleza del fenómeno

- c.- efectos del fenómeno
- d.- información necesaria para la planificación del desarrollo integrado

### 3.- Desertificación

- a.- definición del problema
- b.- método para la identificación y evaluación de los riesgos de desertificación
  - 1.- información necesaria
  - 2.- indicadores de desertificación
  - 3.- evaluación de la desertificación
  - 4.- monitoreo de la desertificación
- c.- preparación y uso de mapas de desertificación en la planificación del desarrollo
  - 1.- criterio para la preparación de los mapas
  - 2.- uso de técnicas computarizadas de mapeo
- d.- prevención y control de la desertificación

---

#### LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:

- 1.- Lopez O., Carlos, "Riesgos Meteorológicos y Desertificación" (apuntes de clase), Mérida, Venezuela, 1986. (Ver Anexo III.4.1)

#### MATERIAL ADICIONAL DE INSTRUCCION:

- 1.- Cinta de video (en español), "El Niño". Disponible a través del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA), Universidad Nacional Agraria - La Molina, Casilla Postal 330, Lima 1, Perú.

2.- Cinta de Video (en inglés), "Planet Earth Series: The Climate Puzzle". Disponible a través de Films Incorporated, 5547 North Ravenswood, Chicago, Illinois 60640-1199.

#### BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

Dregne, H.E., (1983). Desertification of Arid Lands. Hardwood Academy Publishers, New York.

Garcia, R.V., (1981). Drought and Man: The 1972 Case History. Pergamon Press, New York.

Hall, A.L., (1978). Drought and Irrigation in North-East Brazil. Cambridge University Press, New York.

National Geographic Society (U.S.), (1978). Powers of Nature. Special Publications Division. N.G.S., Washington, D.C.

Reining, P., Ed., (1982). Handbook on Desertification Indicators. AAAS, Washington, D.C.

Sears, P.B., (1981). Deserts on the March. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

Spooner, B. y H.S. Mann, Edts., (1982). Desertification and Development: Dryland Ecology in Social Perspective. Academy Press, New York.

Stiles, D., (1984). "Desertification: A Question of Linkage". en: Desertification Control No. 10. UNEP.

Tolba, M.K., (1984). "A Harvest of Dust". en Desertification Control No. 10. UNEP.

Walls, J., (1980). Land, Man and Sand: Desertification and its Solutions. Macmillan Pub. Co., New York.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #4

---

### RIESGOS HIDROLOGICOS Y ATMOSFERICOS

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 150 palabras) sobre cada uno de los siguientes tópicos:

- a.- Los riesgos hidrológicos y atmosféricos más predominantes en cada región geográfica de su país (puede seguir una zonificación topográfica o una sección transversal del país).
  
- b.- Los procesos de desertificación incipientes o evidentes que pueden ser encontrados en su país, y sus respectivos impactos sociales y económicos (ejemplos de procesos de desertificación: pérdidas de suelo debido a salinización, erosión hídrica y eólica, drenaje inapropiado e inundaciones, pérdidas en cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas, reducción de la cubierta vegetal debido a intervenciones antrópicas, etc.)

## PREGUNTAS DE EXAMEN:

---

- 1.- Explicar que son riesgos hidrológicos y atmosféricos y cuales son sus principales causas.
  
- 2.- Explicar brevemente cuales son los impactos de:
  - a.- inundaciones, y
  - b.- vientos.
  
- 3.- Que es el fenómeno de "El Niño" ?
  
- 4.- Explicar brevemente:
  - a.- Que es desertificación?
  - b.- Cuales son las principales causas antrópicas del riesgo de desertificación?
  - c.- Cuales son los principales riesgos hidrológicos y atmosféricos que ayudan a intensificar el riesgo de desertificación?
  - d.- Que constituye prevención y monitoreo del proceso de desertificación?
  
- 5.- Explicar como es que usted recolectaría y utilizaría información de riesgos hidrológicos y atmosféricos en el proceso de planificación del desarrollo integrado.

---

FIN DE LA UNIDAD #4

## **UNIDAD #5: RIESGOS DE INUNDACION**

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes un panorama general sobre los riesgos de inundación. Familiarizar a los participantes con los principales conceptos y terminología básica, y proveer un entendimiento de la metodología utilizada para la evaluación de los riesgos de inundación en la formulación de proyectos de inversión. Generar conciencia acerca de la importancia de las inundaciones en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 5 horas

---

### **CONTENIDO:**

#### 1.- Conceptos básicos

- a.- inundación
- b.- área de inundación (terreno aluvial)
- c.- cauce controlado de alivio
- d.- inundación de diseño
- e.- severidad de inundación
- f.- vulnerabilidad
- g.- elementos bajo riesgo
- h.- riesgo específico
- i.- riesgo
- j.- frecuencia y magnitud

## 2.- Causas de inundación

- a.- ciclones tropicales
- b.- tormentas locales severas
- c.- factores atmosféricos, hidrológicos y geológicos combinados.
- d.- obstrucciones artificiales

## 3.- Análisis de los eventos de inundación

- a.- profundidad de agua
- b.- volumen de agua
- c.- contenido de sedimentos
- d.- duración de la inundación
- e.- factores estacionales (de temporada)
- f.- velocidad de elevación del agua
- g.- período de retorno (frecuencia)
- h.- fuentes de información
- i.- tiempo de ocurrencia

## 4.- Análisis de vulnerabilidad

a.- factores críticos

- 1.- profundidad de agua
- 2.- frecuencia de inundación
- 3.- volumen de agua
- 4.- topografía

b.- criterios básicos

- 1.- pérdida de vidas y heridos
- 2.- pérdidas de inversiones de capital  
(infraestructura y centros de producción)
- 3.- interrupción de las operaciones de la  
infraestructura y de los centros de producción

c.- clasificación de la vulnerabilidad de una inundación

- 1.- inundaciones frecuentes e infrecuentes
- 2.- baja, mediana y alta vulnerabilidad

5.- Limitaciones en el uso de las tierras e infraestructura

a.- aplicación de estándares y códigos de limitación

b.- matriz del índice de vulnerabilidad (Ver Anexo 5.1)

c.- matriz de vulnerabilidad para inundaciones frecuentes

d.- matriz de vulnerabilidad para inundaciones infrecuentes

6.- Daños de una inundación

a.- método de evaluación de daños

b.- clasificación económica

- 1.- daños directos
- 2.- daños indirectos
- 3.- daños secundarios

7.- Daños anuales y costo de riesgos

- a.- estimación de los daños anuales esperados
- b.- análisis de la frecuencia de las inundaciones
- c.- costo de los riesgos

8.- Medidas para la mitigación de inundaciones

a.- tipos de medidas

- 1.- medidas que reducen la severidad
- 2.- medidas que reducen la vulnerabilidad
- 3.- medidas de emergencia
- 4.- construcción a prueba de inundaciones
- 5.- seguro contra inundaciones
- 6.- zonificación del área inundable
- 7.- sistema de alerta a inundaciones
- 8.- educación pública

b.- información necesaria

- 1.- geometría del río
- 2.- flujo y elevación
- 3.- datos económicos
- 4.- valor de los daños esperados

---

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Amisial, Roger A., "Riesgos de Inundación", (apuntes de clase), Mérida, Venezuela, 1986. (Ver Anexo III.5.1).

- 2.- Molina, Medardo, "Reconocimiento de Inundaciones y Estudios de Planicies de Inundación." Quito, Ecuador, 1986. (Ver Anexo III.5.2).
- 3.- Smith, K. y G. Tobin, (1979). Human Adjustment to Flood Hazards. Longman, New York.
- 4.- Southeastern Wisconsin Regional Planning Commission, (1968). Floodland and Shoreland Development Guide, Waukesha, Wisconsin.
- 5.- USGS, (1984). Proceedings of the Geologic and Hydrologic Hazards Training Program, Open File Report 84-760. USGS, Reston, Virginia.

**MATERIAL ADICIONAL DE INSTRUCCION :**

- 1.- Cinta de Video (en inglés), "Planet Earth Series: The Blue Planet." Disponible a través de Films Incorporated, 5547 North Ravenswood, Chicago, Illinois 60640-1199.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

- James, D.L. y R.R. Lee, (1971). Economics of Water Planning. McGraw-Hill, New York.
- Ministry of the Environment, (1975). Canada Water Yearbook 1975. Information Canada, Ottawa.
- UNDRP, (1977). Analysis of Combined Vulnerability: Methodology and Study of Manila's Metropolitan Zone. United Nations, Geneva, Switzerland.

UNDRO, (1978). Prevención y Mitigación de Desastres. Vol.2 Aspectos Hidrológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

UNDRO, (1979). Natural Disaster and Vulnerability Analysis. United Nations, Geneva, Switzerland.

U.S. Water Resource Council, (1978). "Floodplain Management Guidelines for Implementing E.O. 11988". Washington D.C.

Whipple, W., et al., (1983). Stormwater Management in Urbanizing Areas. Prentice Hall, New Jersey.

White, G.F., (1974). "Natural Hazards Research: Concepts, Methods and Policy Implications" en Natural Hazards, Local, National, Global, Ed. G.F. White, Oxford University Press, New York.

Wood, D.W., T.C. Gooch, P.M. Pronovost y D.C. Noonan, (1985). Development of a Flood Management Plan, en Journal of Water Resource Planning and Management, ASCE, 111:4(417-433).

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #5

---

### RIESGOS DE INUNDACION

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 250 palabras) sobre uno de los siguientes tópicos:

- a.- Las principales medidas que pueden ser implementadas para reducir la severidad y vulnerabilidad de inundación en un asentamiento urbano de su país propenso a sufrir inundaciones.
  
- b.- Las principales causas "artificiales" y antrópicas para la ocurrencia de inundaciones y las correspondientes medidas de mitigación que podrían ser implementadas para evitar o reducir tales eventos.
  
- c.- El uso de información sobre inundación y sobre mitigación de inundaciones en el proceso de planificación del desarrollo integrado.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Explicar cuales son las causas de las inundaciones.
  
- 2.- Enumerar los tres factores mas importantes que determinan la severidad de una inundación, explicando en que forma cada factor causa daños.
  
- 3.- Definir los siguientes términos:
  - a.- área de inundación (terreno aluvial)
  - b.- cauce controlado de alivio
  - c.- inundación
  - d.- inundación de diseño
  
- 4.- Enumerar los criterios básicos que son utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad de inundaciones y las diferentes clasificaciones de inundación que son comúnmente utilizadas en evaluaciones de vulnerabilidad.
  
- 5.- Enumerar los diferentes tipos de medidas comúnmente utilizadas para la mitigación de inundaciones y explicar como es que la información sobre riesgos de inundación y medidas de mitigación pueden ser utilizadas en el proceso de planificación del desarrollo integrado.

---

**FIN DE LA UNIDAD #5**

## UNIDAD #6: INTRODUCCION A LOS RIESGOS GEOLOGICOS

**OBJETIVO:** Introducir la ciencia de la geología incluyendo las principales teorías y conceptos. Familiarizar a los participantes con la terminología básica.

**TIEMPO ASIGNADO:** 2 horas

---

### CONTENIDO:

#### 1.- Introducción a la geología

a.- la ciencia de la geología

b.- principios básicos

1.- eras geológicas

2.- principales teorías de la evolución geológica

c.- la corteza terrestre

1.- las cuatro esferas

2.- elementos, minerales y rocas

#### 2.- Placas tectónicas y fenómenos geológicos

a.- introducción a las placas tectónicas

1.- fosas submarinas, crestas submarinas y fallas sísmicas.

2.- formación y desplazamiento de placas

b.- tipo de fallas

1.- desprendimiento (lateral)

2.- normal

3.- inverso

c.- implicaciones de riesgo de las placas tectónicas

1.- terremotos y áreas de actividad sísmica

2.- volcanes y áreas de actividad volcánica

---

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

1.- Zumberge, J., y C.A. Nelson, (1972). Elements of geology.  
(Capitulos 3 y 4). 2a edición. John Wiley and Sons,  
New York.

2.- Flint, R.F., y B.J. Skinner, (1974). Physical Geology.  
John Wiley and Sons, New York

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

Cattermole, P.J. y P. Moore, (1985). The Story of the Earth.  
Cambridge University Press, New York.

McKenzie, G.D. et al., Eds., (1975). Man and His Physical  
Environment: Readings in Environmental Geology. Burgess  
Publishing Company, Minneapolis, Minnesota.

Mears, B., (1977). The Changing Earth: Introduction to Geology.  
2a edición. D. Van Nostrand Co., New York.

Parker, R., (1984). Inscrutable Earth: Explorations Into the  
Science of Earth. Scribner, New York.

Van Andel, T.H., (1985). New Views on an Old Planet:  
Continental Drift and the History of the Earth. Cambridge  
University Press, New York.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Enumerar las diferentes eras geológicas del proceso evolucionario de la tierra.
  
- 2.- Explicar la teoría de desplazamiento continental.
  
- 3.- Cuáles son las capas de la corteza terrestre y de qué elementos está compuesta ?
  
- 4.- Definir los siguientes términos:
  - a.- placa tectónica
  - b.- fosa submarina
  - c.- cresta submarina
  - d.- falla sísmica
  
- 5.- Explicar la formación y el movimiento de las placas tectónicas.

---

**FIN DE LA UNIDAD #6**

## **UNIDAD #7: RIESGOS SISMICOS Y VOLCANICOS**

**OBJETIVO:** Introducir a los riesgos sísmicos y volcánicos incluyendo los principales fenómenos y conceptos. Familiarizar a los participantes con la terminología básica. Proveer un entendimiento general de los aspectos técnicos y científicos de los riesgos sísmicos y volcánicos. Presentar las principales técnicas y sistemas de mitigación de largo plazo. Generar conciencia acerca de su importancia en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 7 horas

---

### **CONTENIDO:**

#### **1.- Evaluación y monitoreo de actividades sísmicas**

##### **a.- riesgos de terremoto**

- 1.- temblor terrestre
- 2.- ruptura de falla superficial
- 3.- derrumbes
- 4.- licuefacción (licuación) de suelos
- 5.- tsunamis
- 6.- otros

##### **b.- reseña de impactos de eventos sísmicos importantes**

- 1.- pérdida de vidas o heridos
- 2.- pérdidas de capital (infraestructura y centros de producción)
- 3.- interrupción de operaciones en los centros de producción e infraestructura

##### **c.- evaluaciones sísmicas**

- 1.- parámetros de terremoto
- 2.- parámetros dinámicos de ondas sísmicas
- 3.- observaciones macrosísmicas
- 4.- características geotectónicas y geofísicas

d.- monitoreo y sistemas de información

- 1.- estructuras institucionales
- 2.- componentes y equipo de una cadena de monitoreo sísmico
- 3.- capacidad de monitoreo y predicción

e.- proceso de generación de información

- 1.- evento
- 2.- peligro
- 3.- riesgo
- 4.- vulnerabilidad

2.- Evaluación y monitoreo de actividades volcánicas

a.- tipos de volcanes y erupciones

- 1.- Hawaianos
- 2.- conos de escoria volcánica (cerizas)
- 3.- Vesuvianos
- 4.- otros fenómenos (calderas y erupciones de grietas)

b.- riesgos volcánicos

- 1.- ceniza volcánica
- 2.- fenómenos piroclásticos
- 3.- corrientes de fango
- 4.- efectos secundarios de las corrientes de fango
- 5.- gases volcánicos
- 6.- flujos de lava
- 7.- flujos de detrito
- 8.- otros

c.- monitoreo y sistemas de información

- 1.- estructuras institucionales
- 2.- componentes y equipo de una cadena de monitoreo volcanológico
- 3.- capacidad de monitoreo y predicción

- d.- proceso de generación de información
  - 1.- evento
  - 2.- peligro
  - 3.- riesgo
  - 4.- vulnerabilidad
  
- e.- reseña de impactos de eventos volcánicos importantes
  - 1.- pérdida de vidas y heridos
  - 2.- pérdidas de capital (infraestructura y centros de producción)
  - 3.- interrupción de operaciones en los centros de producción e infraestructura
  
- 3.- Técnicas de mitigación y programas de reducción de riesgos sísmicos y volcánicos
  - a.- técnicas generales de planificación
    - 1.- planificación integrada del desarrollo rural y urbano
    - 2.- instalaciones críticas incluyendo la identificación de infraestructura vital
    - 3.- desarrollo de planes de alerta y de medidas de emergencia
  
  - b.- técnicas educativas
    - 1.- educación formal sobre riesgos en instituciones académicas (colegios y universidades)
    - 2.- educación a través de medios masivos de comunicación y programas especiales
    - 3.- creación de grupos civiles coordinadores de medidas de emergencia
    - 4.- diseño e implementación de ejercicios de simulación de situaciones de emergencia
    - 5.- otros
  
  - c.- técnicas de ingeniería
    - 1.- evaluación de la seguridad y reforzamiento de los edificios ya construídos y costo y niveles de reforzamiento: El reforzamiento antisísmico de los edificios existentes es una efectiva y eficiente medida para mitigar posibles calamidades sísmicas y constituye una parte indispensable en la urgente tarea de controlar los desastres urbanos causados por terremotos.

- 2.- códigos de construcción, juicio y práctica: Para estructuras aún no construidas es importante resaltar que los procesos de diseño y construcción necesitan de ciertas mejoras en: (1) códigos y prácticas corrientes, (2) revisión por profesionales independientes (en estructuras especiales, instalaciones críticas y represas), (3) comprobación e inspección de planos de proyecto, y (4) control de calidad de la construcción y desempeño de edificaciones.
- 3.- sistemas de infraestructura vital y sus análisis de riesgo: Agua y desague, telecomunicaciones, transporte y sistemas de energía son reconocidas como infraestructuras esenciales; su continuo servicio luego de un terremoto es indispensable para la implementación de las operaciones de emergencia posteriores al sismo. Esfuerzos deben ser realizados para estudiar los sistemas de infraestructura vital como parte de los proyectos de inversión y de sus correspondientes análisis de riesgo.

d.- técnicas regulatorias

- 1.- macro-zonificación rural y urbana para el uso de tierras
- 2.- micro-zonificación rural y urbana para el uso de tierras
- 3.- códigos, regulaciones, ordenanzas y leyes para la construcción y desarrollo de bienes raíces
- 4.- otros

e.- técnicas económicas y financieras

- 1.- incentivos y sanciones tributarias
- 2.- seguro no subsidiado
- 3.- políticas de préstamo y aseguramiento
- 4.- otros

f.- técnicas gubernamentales directas

- 1.- adquisición pública de áreas propensas a riesgo
- 2.- expropiación de áreas propensas a riesgo
- 3.- traslado de la población en peligro
- 4.- otros

- 4.- Uso de información en la planificación del desarrollo integrado
    - a.- problemas en el uso de información sobre riesgos sísmicos y volcánicos
      - 1.- social y cultural
      - 2.- económico
      - 3.- técnico
      - 4.- político
      - 5.- otros
    - b.- ventajas del uso de información de riesgos sísmicos y volcánicos
      - 1.- prevención de pérdidas (humanas, financieras, etc.)
      - 2.- contribución para la estabilidad económica
      - 3.- formulación e implementación de programas y proyectos de inversión mas seguros
- 

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Blong, R.J., (1984). Volcanic Hazards. Academic Press, New York.
- 2.- Brown, N.D.Jr., y W.J. Kockelman, (1983). Geologic Principles for Prudent Land Use. U.S. Geological Survey Professional Paper 945.
- 3.- Decourt, J., y J. Paquet, (1985). Geology: Principles and Methods. (Capítulo 7). Graham & Trotman, London.
- 4.- Kockelman, W.J., (1979). "Examples of Use of Geologic and Seismologic Information for Earthquake Hazards Reduction in Southern California". U.S. Geological Survey, Open-file Report 83-82.
- 5.- USGS, (1984). Proceedings of the Geologic and Hydrologic Hazards Training Program, Open File Report 84-760. USGS, Reston, Virginia.

## MATERIAL ADICIONAL DE INSTRUCCION:

- 1.- Cinta de Video (en inglés), "Mexico Earthquake, September 19, 1985", disponible a través del U.S. National Bureau of Standards, Washington, D.C.
- 2.- Pelicula (16mm) (en inglés), "When the Earth Moves", disponible a través del U.S.G.S., Reston, Virginia.

## BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

- Crandall, D.R., et al., (1984). "Sourcebook for Volcanic Hazards Zonation". Natural Hazards 4, UNESCO, Paris.
- Stocker, R. y B. Decker (1981). Volcanoes. W.H. Freeman and Company, San Francisco, California.
- Lambert, M.B., (1980). Volcanoes. University of Washington Press, Seattle, Washington.
- Nichols, D.R., y J.M Buchanan-Banks, (1974). "Seismic Hazards and Land Use Planning". U.S. Geological Survey, Circular 690, USGS, Washington, D.C.
- Simkin, T., et al., (1981). Volcanoes of the World. Smithsonian Institution. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania.
- UNDRO, (1985). Volcanic Hazards Management. UNESCO, New York.
- UNDRO, (1978). Disaster Prevention and Mitigation, Vol. 1. Volcanological Aspects. United Nations, Geneva, Switzerland.
- UNDRO (1982). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 3. Aspectos Sismológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.
- Urban Regional Research, (1982). Land Management in Tsunami Hazard Areas. NSF, Washington, D.C.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #7

---

### RIESGOS SISMICOS Y VOLCANICOS

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 250 palabras) sobre uno de los siguientes tópicos:

- a.- Los principales elementos de un programa de educación pública o programa especial sobre riesgos sísmicos y/o volcánicos.
  
- b.- Los principales problemas que normalmente suceden en los países en desarrollo al planear y responder a un evento sísmico y/o volcánico, considerando particularmente temas de planificación general del desarrollo y responsabilidades gubernamentales.
  
- c.- El proceso de generación y diseminación de información sobre riesgos sísmicos y/o volcánicos, y la falta de comunicación entre las comunidades científicas y las de planificación con respecto a tal información.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir los principales riesgos sísmicos y volcánicos.
  
- 2.- Enumerar las principales instituciones nacionales (de su país) e internacionales dedicadas a la investigación y generación de información concerniente a sismos, y enumere los principales tipos de información sísmica y volcanológica disponible a nivel de evento, peligro, riesgo y vulnerabilidad.
  
- 3.- Comparar las características de una cadena de monitoreo sísmico y una cadena de monitoreo volcanológico.
  
- 4.- Definir los siguientes términos:
  - a.- magnitud sísmica
  - b.- intensidad de daño sísmico
  - c.- período de retorno
  - d.- licuefacción
  - e.- corriente de fango
  - f.- cono de escoria volcánica
  
- 5.- Enumerar las principales técnicas de mitigación y programas de reducción de riesgos sísmicos y volcánicos.

---

**FIN DE LA UNIDAD #7**

## **UNIDAD #8: PRESENTACION DEL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO (PARTE I)**

**OBJETIVO:** Introducir el estudio de caso del curso, presentando las características generales del problema de riesgos naturales y el contexto geográfico, social y económico del área en problema. Preparar a los participantes para el primer viaje técnico de campo.

**TIEMPO ASIGNADO:** 1 hora

---

### **CONTENIDO:**

- 1.- Presentación de las características básicas del estudio de caso
  - a.- contexto geográfico elemental
  - b.- problema de riesgos naturales
  - c.- características sociales y económicas básicas
  - d.- características básicas del(los) proyecto(s) de inversión que serán incluidos en el estudio de caso
  
- 2.- Introducción al Viaje Técnico de Campo I
  - a.- explicación general de los objetivos del viaje de campo
  - b.- explicación del programa del viaje de campo y principales puntos de interés.
  - c.- distribución de documentos y material de referencia necesarios

---

**FIN DE LA UNIDAD #8**

**UNIDAD #9: VIAJE TECNICO DE CAMPO I**

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes la oportunidad de visitar el(los) lugar(es) del estudio de caso

**TIEMPO ASIGNADO:** 6 horas

---

**CONTENIDO:**

Por ser determinado de acuerdo con el estudio de caso específico seleccionado para el curso. (Ver el Anexo III.9.1 para el modelo del programa del Viaje Técnico de Campo I utilizado en los cursos pilotos)

---

**FIN DE LA UNIDAD #9**

## **UNIDAD #10: RIESGOS DE MOVIMIENTOS EN MASA**

**OBJETIVO:** Introducir los riesgos de movimientos en masa incluyendo los principales fenómenos y conceptos. Familiarizar a los participantes con la terminología básica. Proveer un entendimiento general de los aspectos científicos y técnicos de los movimientos en masa y generar una conciencia general acerca de su importancia en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 3 horas

---

### **CONTENIDO:**

- 1.- Riesgos de movimientos en masa
  - a.- principales tipos de movimientos en masa
    - 1.- caídas
    - 2.- derrumbes
    - 3.- deslizamientos
    - 4.- diseminaciones laterales
    - 5.- flujos
    - 6.- movimientos complejos de pendientes
  - b.- causas de los movimientos en masa
    - 1.- topográficas
    - 2.- geológicas
    - 3.- climáticas
    - 4.- sísmicas
- 2.- Técnicas de mitigación y programas de reducción de los movimientos en masa.
  - a.- técnicas de protección y estabilización de pendientes
    - 1.- estabilización biológica (vegetación)
    - 2.- estabilización biotécnica
    - 3.- estabilización mecánico-estructural

b.- técnicas educativas

- 1.- educación formal de riesgos en instituciones académicas (colegios y universidades)
- 2.- educación a través de medios de comunicación y de programas especiales
- 3.- otros

c.- técnicas de ingeniería

- 1.- desarrollo y fortalecimiento de códigos de construcción
- 2.- evaluación sísmica de edificios e infraestructura
- 3.- edificios e infraestructura incluyendo el fortalecimiento de la infraestructura vital
- 4.- estructuras de contención de agua y lodo
- 5.- otros

d.- técnicas regulatorias

- 1.- macro-zonificación rural y urbana del uso de tierras
- 2.- micro-zonificación rural y urbana del uso de tierras
- 3.- códigos, regulaciones, ordenanzas y leyes para la construcción y desarrollo de bienes raíces.
- 4.- otros

e.- técnicas económicas y financieras

- 1.- incentivos y sanciones tributarias
- 2.- seguro no subsidiado
- 3.- políticas de préstamo y aseguramiento
- 4.- otros

e.- técnicas gubernamentales directas

- 1.- adquisición pública de las áreas propensas a riesgo
- 2.- expropiación de las áreas propensas a riesgo
- 3.- traslado de la población en peligro
- 4.- otros

3.- Uso de información en la planificación del desarrollo

a.- problemas en el uso de información sobre los riesgos de movimientos en masa

- 1.- problemas sociales y culturales
- 2.- económicos
- 3.- políticos
- 4.- otros

b.- ventajas en el uso de información sobre los riesgos de movimientos en masa.

- 1.- prevención de pérdidas (vidas humanas, financieras, etc.)
- 2.- formulación e implementación adecuada de proyectos de inversión

-----

**EJERCICIO EN CLASE: (Ver Anexo III.10.1)**

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Gray, D.H. y A.T. Leiser, (1982). Biotechnical Slope Protection and Erosion Control. Van Nostrand Reinhold Company, New York. (Capitulos 2, 3, 5, y 7).
- 2.- Kockelman, W.J., (1986). "Some Techniques for Reducing Landslide Hazards." Boletín de la Asociación de Ingenieros Geólogos, College Station, Texas, Vol. 23, No.1.
- 3.- UNDRP, (1978). Prevención y Mitigación de Desastres. Vol. 5: Aspectos del Uso de la Tierra. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

**Brown, R.D. Jr., y W.J. Kockelman, (1983).** "Geologic Principles for Prudent Land Use, A Decision-Maker's Guide for the San Francisco Bay Region". Professional Paper 946, U.S. Geological Survey. Government Printing Office, Washington, D.C.

**Morgenstern, N.R. y D.A. Sangrey, (1978).** "Methods of Stability Analysis" en Landslides: Analysis and Control, ed. por Shuster, R.L. y R.J. Krizek, Trans. Res. Board Spec. Rept. 176, NAS-NRC, Washington, D.C.

**U.S. Geological Survey, (1983).** "Goals and Tasks of the Landslide Part of a Ground-failure Hazards Reduction Program". Circular 880.

**Varnes, D.J., (1978).** "Slope Movement: Types and Processes," en Landslides: Analysis and Control, ed. por Shuster, R.L. y R.J. Krizek, Trans. Res. Board Spec. Rept. 176, NAS-NRC, Washington, D.C.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir los principales tipos de movimientos en masa.
- 2.- Describir las tres principales causas de los movimientos en masa.
- 3.- Describir dos instancias en las cuales la intervención del hombre puede generar movimientos en masa en pendientes normalmente estables.
- 4.- Definir los siguientes términos:
  - a.- soliflucción (corrimiento de terreno)
  - b.- foliación
  - c.- desprendimiento de rocas
  - d.- estructura de retención
- 5.- Describir utilizando ejemplos específicos, tres medidas básicas para la estabilización de pendientes.

---

**FIN DE LA UNIDAD #10**

## UNIDAD #11: USO DE TIERRAS Y DEGRADACION DE SUELOS

**OBJETIVO:** Introducir los principales conceptos y términos utilizados en la ciencia de la edafología. Proveer a los participantes un entendimiento de los problemas y ventajas asociadas con la deteriorización y conservación del suelo. Generar conciencia general acerca de la importancia de la adopción de prácticas adecuadas de manejo y técnicas de mitigación de degradación de suelos.

**TIEMPO ASIGNADO:** 7 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Introducción a los riesgos asociados con el uso de suelos
  - a.- suelos saturados
  - b.- salinidad y alcalinidad
  - c.- suelos lateríticos
- 2.- Características y propiedades del suelo
  - a.- morfología
    - 1.- color
    - 2.- textura
    - 3.- consistencia
    - 4.- acidez
  - b.- horizontes del perfil del suelo
    - 1.- horizontes orgánicos
    - 2.- horizontes minerales
    - 3.- discontinuidad litológica
- 3.- Características físicas y químicas

- a.- características físicas
  - 1.- densidad aparente
  - 2.- porosidad
  - 3.- humedad
  
- b.- características químicas
  - 1.- factor PH
  - 2.- materia orgánica
  - 3.- capacidad de intercambio catiónico y de bases
  
- c.- perfil del suelo
  - 1.- pedón típico
  - 2.- rango de características
  - 3.- técnicas de análisis
  
- 4.- Clasificación del suelo
  - a.- clasificación científica
    - 1.- sistema de clasificación
    - 2.- categorías de clasificación de suelos
  
  - c.- clasificación de suelos irrigables
    - 1.- sistema de clasificación
    - 2.- categorías de clasificación de suelos
  
- 5.- Estudios de suelos y planificación de desarrollo
  - a.- elementos de un estudio de suelos
    - 1.- fase preparatoria
    - 2.- foto-interpretación preliminar
    - 3.- foto-interpretación sistemática
    - 4.- trabajo de campo
    - 5.- análisis de laboratorio
    - 6.- compilación de mapa y reporte

b.- tipos de estudios de suelo

- 1.- exploratorios
- 2.- de reconocimiento
- 3.- semi-detallados
- 4.- detallados

c.- aplicaciones en la planificación del desarrollo

- 1.- clasificación general de tierras y suelos
- 2.- planificación agrícola
- 3.- planificación no agrícola
- 4.- estudios técnicos
- 5.- técnicas de mitigación de degradación de suelos

---

LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:

- 1.- Andrade, R., (1986). "Los Estudios de Suelos en la Planificación General del Uso de la Tierra". CIDIAT, Merida, Venezuela.
- 2.- Davison, D.A., (1980). Soils and Land Use Planning. Longman, New York.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

- Batten, J.W. y J. Sullivan, (1977). Soils, Their Nature, Classes, Distribution, Uses and Care. University of Alabama Press, Alabama.
- Birkeland, P.W., (1984). Soils and Geomorphology. Oxford University Press, New York.

Blaikie, P.M., (1985). The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries. Longman, New York.

Buol, H. y M.C. Craken, (1973). Soils Genesis and Morphology. Iowa State University Press, Iowa.

Olson, G.W., (1972). "Engineering Interpretations for Uses of Soils in Developing Countries". Agronomy Mimeo 7E-14, Department of Agronomy. Cornell University, Ithaca, New York.

Olson, G.W., (1984). Field Guide to Soils and the Environment: Applications of Soils Surveys. Chapman y Hall, New York.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #11

---

### USO DE TIERRAS Y RIESGOS DE DEGRADACION DE SUELOS

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 250 palabras) discutiendo uno de los siguientes tópicos:

- a.- Degradación de suelos puede ocurrir solamente en suelos pobres o en áreas de pendientes acentuadas y de escasa cubierta forestal.
  
- b.- En la planificación de proyectos de desarrollo agrícola es esencial identificar primeramente la medida de capacidad de los suelos. Dado que tal medida es tan específica, el no realizarla podría resultar en esquemas inapropiados de uso de tierras, y eventualmente en una severa degradación de los suelos.

## PREGUNTAS DE EXAMEN:

---

- 1.- Explicar brevemente cuales son las principales características y propiedades de los suelos.
- 2.- Describir los principales tipos de degradación de suelos, explicando detalladamente las respectivas causas y técnicas de mitigación correspondientes.
- 3.- Definir los siguientes términos:
  - a.- suelo saturado
  - b.- salinidad y alcalinidad
  - c.- suelo laterítico
  - d.- horizontes
- 4.- Describir brevemente los principales elementos de un estudio detallado de suelos.
- 5.- Describir la aplicación de estudios edafológicos en la integración de información de riesgos naturales en la planificación del desarrollo.

---

FIN DE LA UNIDAD #11

## UNIDAD #12: RIESGOS GEOLOGICOS MULTIPLES Y MAPEO DE INFRAESTRUCTURA VITAL

**OBJETIVO:** Introducir el mapeo de riesgos aplicado a fenómenos geológicos, y el mapeo de infraestructura vital. Familiarizar a los participantes con los procedimientos y terminología básica. Proveer un entendimiento general de los aspectos técnicos y científicos del análisis cartográfico y de su aplicación en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 8 horas

-----

### CONTENIDO:

- 1.- Problemas y ventajas en el uso de técnicas de mapeo de riesgos múltiples
  - a.- información científica versus información de planificación
    - 1.- perspectiva de productores y usuarios
    - 2.- lenguaje científico y de planificación
    - 3.- mapas de un tema y de múltiples temas
  - b.- aplicaciones del mapeo de riesgos múltiples y de la infraestructura vital
    - 1.- planificación general de desarrollo urbano
    - 2.- planificación general de desarrollo rural y agrícola
    - 3.- formulación específica de proyectos de inversión
- 2.- Metodología para mapas diagnóstico de riesgos geológicos múltiples (Ver Anexo III.12.1)
  - a.- mapa diagnóstico de riesgos múltiples
    - 1.- concepto de riesgos múltiples
    - 2.- enfoque y alcance

- b.- mapa de macrozonificación geotécnica
  - 1.- mapa litológico
  - 2.- mapa geomorfológico
  - 3.- mapa hidrológico
  
- c.- mapa de microzonificación geotécnica
  - 1.- mapa clinométrico
  - 2.- mapa estructural
  - 3.- mapa de estabilidad geométrica y orientación de taludes
  
- d.- estudios de apoyo
  - 1.- suelos
  - 2.- clima
  - 3.- actividades humanas
  - 4.- estrategias actuales y propuestas de desarrollo espacial
  - 5.- otros
  
- 3.- Ejercicios de mapeo de infraestructura vital
  - a.- mapa de infraestructura vital
    - 1.- concepto de infraestructura vital
    - 2.- enfoque y alcance
  
  - b.- identificación de los elementos de la infraestructura vital
    - 1.- sistemas de transporte, energía y comunicación (infraestructura básica)
    - 2.- instalaciones médicas, educativas y de seguridad pública
    - 3.- cadenas de abastecimiento de alimentos
    - 4.- refugios de emergencia
    - 5.- otros
  
  - c.- evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura vital

- 1.- evaluación de eventos previos
  - 2.- sobreposición de mapas de riesgos múltiples y de infraestructura vital
  - 3.- evaluación estructural de edificios e instalaciones
- 

**EJERCICIO EN CLASE: (Ver Anexo III.12.2)**

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Feliziani, P.M. et al., (1985). "Estudio Geotécnico del Area Metropolitana de Caracas: Sector Central". Documento presentado en el VI Congreso Venezolano de Geología, Caracas, Sept.-Oct. 1985, (Ver Anexo III.12.1).
- 2.- California Department of Conservation, Division of Mines and Geology, (1982). Earthquake Planning Scenario For a Magnitude 8.3 Eathquake on The San Andres Fault in Southern California. Special Publication 60, State of California, Sacramento, California.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

- Puerto Rico Department of Natural Resources, (1974).** Sensitivity of Coastal Environments and Wildlife to Spilled Oil: Puerto Rico. A Coastal Atlas. San Juan, Puerto Rico.
- St. Helen, L., (1986).** "Natural Hazards Risk Assesment of Coastal Settlements in Saint Lucia, West Indies". OAS/DRD-Government of Saint Lucia.
- Matteuci, S.D., A. Colma y L. Pla, (1982).** "Desertification Maps of Falcon State, Venezuela," en Environmental Conservation, Vol. 9, No. 3, Autumn, the Netherlands.

## PREGUNTAS DE EXAMEN:

---

- 1.- Discutir la brecha que existe entre la información científica de fenómenos de riesgos naturales generalmente disponible y la información requerida por planificadores de desarrollo.
  
- 2.- Proveyendo ejemplos, enumerar las principales aplicaciones del mapeo de riesgos múltiples en la planificación del desarrollo integrado.
  
- 3.- Describir lo que usted considera una metodología adecuada para la preparación de un mapa diagnóstico de riesgos geológicos múltiples en una determinada área geográfica.
  
- 4.- Explicar el concepto de infraestructura vital, recalcando su importancia en la planificación del desarrollo y en la mitigación de riesgos naturales.
  
- 5.- Describir lo que usted considera una metodología adecuada para la preparación de un mapa de infraestructura vital en una determinada área geográfica.

---

FIN DE LA UNIDAD #12

## UNIDAD #13: FUENTES Y SISTEMAS DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES

**OBJETIVO:** Hacer un resumen de las fuentes de información de riesgos naturales presentadas en las unidades técnicas del curso. Revisar las diferentes técnicas y sistemas de obtención y procesamiento de información de riesgos naturales para su utilización en la planificación del desarrollo integrado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 5 horas

-----

### CONTENIDO:

- 1.- Eventos de riesgos naturales y el proceso de planificación del desarrollo
  - a.- Revisión de los elementos básicos de la misión preliminar, diagnóstico de desarrollo y formulación de estrategias, identificación y formulación de proyectos, y plan de acción.
    - 1.- objetivos
    - 2.- efectos en el patrón de desarrollo
    - 3.- uso de la información
  
- 2.- Organización de la información de acuerdo al tipo de riesgo y a su uso propuesto
  - a.- monitoreo de eventos y alertas: información para predicción y alertas de emergencia
  
  - b.- investigación del fenómeno: información para investigaciones científicas y técnicas
  
  - c.- información traducida: transformación de la información científica y técnica al formato y contenido necesario para la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad

- d.- información sintetizada: información cartográfica traducida para la macro y microzonificación de mapas de peligros y riesgos, y mapas de vulnerabilidad para la prevención de desastres y preparación para emergencias
- 3.- Aplicación de diferentes conjuntos de informaciones para producir productos útiles para el proceso de planificación del desarrollo integrado
- a.- asignación de prioridades (enfoque geográfico, uso de mapas, gráficos, tablas, etc., escala cartográfica, contenido, formato y nivel de detalle)
  - b.- reseña de la información y de las técnicas de los sensores remotos (aerofotografía, imágenes de radar, imágenes de satélite)
  - c.- revisión de sistemas y técnicas de mapeo computarizado y sistemas de información geográfica (GIS)
  - d.- definición del tipo de información traducida necesaria y de las técnicas apropiadas para su preparación
  - e.- uso de la información preparada en la correspondiente etapa del proceso de planificación del desarrollo integrado.
- 4.- Relación entre los diferentes conjuntos de información y las técnicas de mitigación
- a.- técnicas para modificar o reducir un evento
  - b.- técnicas para controlar o encauzar el curso físico de un evento
  - c.- técnicas para controlar o encauzar actividades de desarrollo para evitar el impacto de un evento
  - d.- técnicas para resistir el impacto de un evento
  - e.- técnicas para evacuar a la población y reducir al mínimo posible los daños materiales

## LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:

- 1.- Brown, R.D.Jr., y W.J. Kockelman, (1983). "Geologic Principles for Prudent Land Use, A Decision-Maker's Guide for the San Francisco Bay Region". Professional Paper 946, U.S.Geological Survey. Government Printing Office, Washington, D.C.
- 2.- Kockelman, W., (1983). "Examples of the Use of Geological and Seismological Information for Earthquake Hazard Reduction in Southern California". USGS Open File Report 83-82, USGS, Menlo Park, California.
- 3.- UNDRO, (1977). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 1. Aspectos Volcanológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.
- 4.- UNDRO, (1976). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 2. Aspectos Hidrológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.
- 5.- UNDRO, (1978). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 3. Aspectos Sismológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.
- 6.- UNDRO, (1978). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 4. Aspectos Meteorológicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.
- 7.- UNDRO, (1978). Prevención y Mitigación de Desastres, Vol. 5. Aspectos de Uso de la Tierra. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

## BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

Bibliografía adicional puede ser encontrada en los listados de las unidades 4, 5, 6, 7, 10, 11 y 12.

EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #13

CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

"DESCRIPCION Y USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES EN ESTUDIOS DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO"

INSTRUCCIONES: Completar la siguiente tabla con el título de un tipo de información específica (mapa, tabla, etc.)

ETAPA DE FORMULACION DE PROYECTOS

RIESGOS

MISION PRELIMINAR  
(EVENTOS)

IDENTIFICACION DEL  
PROYECTO  
(RIESGO)

FORMULACION DEL  
PROYECTO  
(VULNERABILIDAD)

86

1.- Riesgos Geológicos

Terremotos

· Erupciones Volcánicas

Tsunami

Derrumbes

2.- Riesgos Hidrológicos y  
Atmosféricos

Huracanes

Inundaciones

Sequía

Desertificación

Heladas

Fuegos (bosques, etc.)

## **PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir los cuatro tipos básicos de organización de información de acuerdo al tipo de riesgo y al uso propuesto.
  
- 2.- Describir las tres consideraciones principales a tener en cuenta en la aplicación de los diferentes conjuntos de información para producir productos útiles para el proceso de planificación del desarrollo integrado.
  
- 3.- Hacer una lista de las cinco técnicas principales de mitigación, proveyendo un ejemplo para cada caso.
  
- 4.- Describir las principales características y aplicaciones en la información de riesgos naturales de:
  - a.- aerofotografía
  - b.- imágenes de radar
  - c.- imágenes de satélite
  
- 5.- Describir las principales características y aplicaciones en la información de riesgos naturales de:
  - a.- sistemas de mapeo computarizado
  - b.- sistemas de información geográfica (GIS)

---

**FIN DE LA UNIDAD #13**

**UNIDAD #14: PRESENTACION DEL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO (PARTE II)**

**OBJETIVO:** Presentar a los participantes un análisis detallado de los problemas específicos de riesgos naturales que presenta el área del estudio de caso y de su impacto actual o potencial en términos sociales y económicos, y sobre la base de recursos naturales.

**TIEMPO ASIGNADO:** 1 hora

---

**CONTENIDO:**

A ser determinado de acuerdo al estudio de caso seleccionado para el curso.

---

**FIN DE LA UNIDAD #14**

## UNIDAD #15: PLANIFICACION ECONOMICA Y RIESGOS NATURALES

**OBJETIVO:** Introducir la sección de análisis económico del curso, incluyendo una explicación de su orientación básica y contenido. Discutir la relación que existe entre planificación de desarrollo y riesgos naturales, e introducir la perspectiva de análisis económico de los desastres naturales y sus consecuencias.

**TIEMPO ASIGNADO:** 2 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Diferenciar el enfoque científico del enfoque económico en el trato de los impactos de riesgos naturales
  - a.- enfoque científico
    - 1.- fenómeno natural
    - 2.- evaluación objetiva
  - b.- enfoque económico
    - 1.- identificación del balance de intercambio
    - 2.- evaluación socio-política
- 2.- Impacto de los riesgos naturales en la planificación del desarrollo económico
  - a.- planificación del desarrollo económico frente a planificación general de desarrollo.
  - b.- descripción del proceso de planificación del desarrollo económico (Ver Anexo III.15.1)
    - 1.- macroplanificación
    - 2.- microplanificación

- c.- determinación de política y "realidad" económica
    - 1.- herramientas generales de política
    - 2.- política de mitigación de riesgos naturales
  
  - d.- cadena de "planificación-implementación-resultados"
    - 1.- sin mitigación de riesgos naturales
    - 2.- con mitigación de riesgos naturales
- 3.- Análisis del balance de intercambio (Ver Anexo III.15.2)
- a.- magnitud de evento versus capacidad de sobrevivencia
    - 1.- ausencia de intereses humanos y/o económicos
    - 2.- presencia de intereses humanos y/o económicos
  
  - b.- problemas y ventajas en la implementación de medidas de mitigación de riesgos naturales
    - 1.- intereses económicos
    - 2.- intereses sociales y culturales
    - 3.- intereses políticos
    - 4.- conocimiento científico/técnico
    - 5.- restricciones financieras
    - 6.- otros
- 

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Todaro, M.P., (1981). Economic Development in the Third World. 2da edición. Longman, New York.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

Blitzer, C.D., et al., (1977). . Economy-Wide Models and Development Planning. Oxford University Press, Oxford, England.

Bendavid-Val, A., (1980). Local Economic Development Planning: From Goals to Projects. American Planning Association, Chicago, Illinois.

Dixon, J., et al., (1986). Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects. Asian Development Bank, Manila, Philippines.

Gant, G., (1979). Development Administration: Concepts, Goals, and Methods. University of Wisconsin Press, Madison. \_

Gilbert, A., Ed., (1983). Development Planning and Spatial Structure. John Wiley and Sons, New York.

## **PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir el proceso de planificación del desarrollo económico.
- 2.- Describir los principales herramientas políticas disponibles en el nivel de macroplanificación.
- 3.-Cuál es la relación que existe entre proyectos específicos de inversión y planificación del desarrollo económico? Cómo están conectados los proyectos de inversión y los riesgos naturales?
- 4.-Cuál es la relación entre la magnitud de un evento natural y el grado de destrucción (pérdidas/daños) que puede causar?
- 5.- Describir los principales problemas y ventajas de incorporar técnicas de mitigación de riesgos naturales en la planificación del desarrollo económico.

---

**FIN DE LA UNIDAD #15**

**UNIDAD #16: ANALISIS MULTICRITERIO Y PLANIFICACION DEL  
DESARROLLO INTEGRADO**

**OBJETIVO:** Introducir el concepto de análisis multicriterio y su aplicación potencial en la planificación del desarrollo integrado. Proveer a los participantes un entendimiento de los mecanismos del análisis multicriterio y mostrar como puede ser utilizado para incorporar consideraciones de riesgos naturales dentro del proceso de planificación en niveles de macro y microanálisis.

**TIEMPO ASIGNADO:** 4 horas

---

**CONTENIDO:**

1.- Planificación del desarrollo

a.- filosofías de planificación de desarrollo económico

- 1.- economías de mercado
- 2.- economías centralizadas

b.- niveles de planificación del desarrollo económico

- 1.- nacional
- 2.- sub-nacional (regional o sectorial)
- 3.- local (micro-regional o sub-sectorial)

c.- necesidad de definir criterios de inversión

- 1.- definición de objetivos
- 2.- definición de parámetros

d.- técnicas estandarizadas para la evaluación de inversiones

- 1.- financiera
- 2.- económica
- 3.- socio-económica
- 4.- desarrollo integrado

2.- Análisis multicriterio

a.- componentes de la técnica (Ver Anexo III.16.1)

- 1.- objetivos
- 2.- atributos
- 3.- coeficientes
- 4.- matrices y sub-matrices

b.- funcionamiento de la técnica

- 1.- unidades del común denominador
- 2.- utilización de la técnica
- 3.- aplicación de los resultados en los procesos de toma de decisiones y planificación del desarrollo

c.- problemas y ventajas de la técnica

- 1.- subjetividad en la selección de atributos
- 2.- subjetividad en la determinación de coeficientes
- 3.- aspectos cualitativos de la técnica de análisis
- 4.- otros

---

LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:

- 1.- Vira, C. y Y.Y. Haimés, (1983). Multiobjective Decision Making: Theory and Methodology. North Holland, New York.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:

Haimés, Y.Y., et al., (1978). Multiobjective Optimization in Water Resource Systems. E.S.P. Corp., New York.

Keeney, R.C. y H. Raiffa, (1976). Decision Analysis with Multiple Conflicting Objectives: Preferences and Value Trade-Offs. John Wiley and Sons, New York.

Edwards, W. y J.R. Newman, (1982). Multiattribute Evaluation. Sage Publications, Beverly Hills, California.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #16

---

### ANALISIS MULTICRITERIO Y PLANIFICACION DEL DESARROLLO INTEGRADO

Basado en el material presentado en clase, prepare una matriz simplificada de análisis multicriterio, i.e., defina una serie de objetivos y atributos para la incorporación de consideraciones de riesgos de inundación en el proceso de selección de proyectos de desarrollo agrícola. Su matriz de análisis debe ser de utilidad tanto para orientar la formulación de proyectos como para seleccionar proyectos ya formulados o alternativas de proyectos. A condición de que presente los supuestos correspondientes en términos de criterios y objetivos económicos, sociales, técnicos, políticos, y "ambientales", usted puede escoger basar su ejercicio en un determinado país o región con el cual esté familiarizado.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir brevemente las diferencias entre una economía de mercado y una economía centralizada desde el punto de vista de los mecanismos de planificación del desarrollo.
  
- 2.- Describir las técnicas tradicionales utilizadas para la evaluación de proyectos de inversión, indicando cuales técnicas son utilizadas en el sector público y cuales en el sector privado, respectivamente.
  
- 3.- Describir la técnica de análisis multicriterio especificando sus diferentes componentes.
  
- 4.- Describir los principales problemas y ventajas de la aplicación del análisis multicriterio.
  
- 5.- Explicar, dando un ejemplo específico, como es que usted utilizaría el análisis multicriterio para incorporar consideraciones de riesgos naturales en el análisis de un proyecto de inversión.

---

**FIN DE LA UNIDAD #16**

## UNIDAD #17: TEORIA GENERAL DE ANALISIS ECONOMICO

**OBJETIVO:** Introducir los principales métodos de evaluación de proyectos utilizados en el sector público y privado, y proveer a los participantes un entendimiento de sus conceptos, terminología y mecanismos básicos.

**TIEMPO ASIGNADO:** 5 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Fundamentos de la evaluación de proyectos
  - a.- antecedentes históricos
  - b.- principales corrientes en la evaluación de proyectos
    - 1.- análisis financiero
    - 2.- análisis económico
    - 3.- análisis socio-económico
- 2.- Estructura y componentes del ciclo de un proyecto
  - a.- fases del proyecto
    - 1.- identificación del proyecto
    - 2.- perfil del proyecto
    - 3.- prefactibilidad
    - 4.- factibilidad
    - 5.- implementación
    - 6.- operación y control
  - b.- elementos técnicos y económicos
    - 1.- estudio de mercado
    - 2.- determinación del tamaño y ubicación
    - 3.- ingeniería del proyecto
    - 4.- cálculo de la inversión
    - 5.- análisis del flujo de caja
    - 6.- evaluación financiera
    - 7.- organización e implementación

c.- tipos especiales de proyectos

- 1.- proyectos integrados (múltiples)
- 2.- proyectos de producción de servicios

3.- Tópicos principales en la evaluación de proyectos

a.- determinación de beneficios

- 1.- directos e indirectos
- 2.- cuantificables y no cuantificables
- 3.- problemas de doble contabilidad

b.- determinación de costos

- 1.- directos e indirectos
- 2.- cuantificables y no cuantificables
- 3.- problemas de doble contabilidad

c.- externalidades

- 1.- positivas
- 2.- negativas

d.- medidas y estándares de contabilidad

- 1.- tasa interna de retorno (TIR)
- 2.- valor actual neto (VAN)
- 3.- relación costo-beneficio
- 4.- otros

e.- aplicaciones de los precios "sombra" (precios de cuenta)

- 1.- insumos del proyecto (recursos naturales y de capital)
- 2.- producción del proyecto
- 3.- salarios
- 4.- impuestos y subsidios
- 5.- tipo de cambio y precios límite
- 6.- otros

f.- efectos de la distribución de ingresos

- 1.- criterio de bienestar
- 2.- impactos regionales/sectoriales
- 3.- impactos socio-económicos
- 4.- ahorro versus consumo

g.- evaluación de la incertidumbre

- 1.- conceptos generales
- 2.- elementos de incertidumbre en la estructura de un proyecto.
- 3.- toma de decisiones en condiciones de incertidumbre

---

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Squire, L. y H.G. Van der Tak, (1981). Economic Analysis of Projects. 4th printing. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

Gittinger, J.P., (1982). Economic Analysis of Agricultural Projects. 2a edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Little, I.M.D. y J.A. Mirrlees, (1974). Project Appraisal and Planning for the Developing Countries. Heinemann Educational Books, Maryland.

Ray, A., (1984). Cost-Benefit Analysis: Issues and Methodologies. The World Bank. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

UNIDO, (1978). Guide to Practical Project Appraisal. United Nations, New York.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #17

---

### TEORIA GENERAL DE ANALISIS ECONOMICO

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 250 palabras) discutiendo uno de los siguientes tópicos:

- a.- Las principales diferencias y similitudes entre los análisis financieros, económicos, y socio-económicos.
  
- b.- Los principales problemas que existen en su país para la identificación, formulación y preparación de proyectos de inversión en el sector público, y los problemas que usted puede identificar al tratar de incorporar consideraciones de riesgos naturales en tales proyectos.

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir los principales métodos que han sido desarrollados para la evaluación de proyectos, estableciendo claramente las diferencias y similitudes en términos de sus objetivos, criterios y procedimientos.
  
- 2.- Enumerar y describir la estructura y componentes del ciclo de un proyecto.
  
- 3.- Discutir los principales tópicos en la evaluación de proyectos de inversión.
  
- 4.- Describir las principales medidas y estándares de contabilidad utilizados en la evaluación de proyectos de inversión.
  
- 5.- Describir los principales elementos de incertidumbre que pueden ser encontrados en proyectos de inversión, y explicar como es que son normalmente tratados en la etapa evaluativa.

---

**FIN DE LA UNIDAD #17**

**UNIDAD #18: PRESENTACION DEL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO  
(PARTE III)**

**OBJETIVO:** Presentar un resumen de los datos financieros y económicos del(os) proyecto(s) de inversión del estudio de caso del curso. Proveer a los participantes los datos e información necesaria para la discusión y análisis en grupo.

**TIEMPO ASIGNADO:** 1 hora

---

**CONTENIDO:**

Por ser determinado de acuerdo al estudio de caso específico seleccionado para el curso.

---

**FIN DE LA UNIDAD #18**

## UNIDAD #19: RIESGOS NATURALES Y FORMULACION DE PROYECTOS

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes un entendimiento detallado del proceso de formulación de proyectos y de las diferentes maneras de incorporar dentro de este proceso consideraciones de riesgos naturales. Generar conciencia de la importancia de la formulación adecuada de proyectos dentro de la planificación del desarrollo económico.

**TIEMPO ASIGNADO:** 9 horas

---

### CONTENIDO:

#### 1.- Introducción

a.- alcance de la fase de formulación de proyectos

b.- importancia de la fase de formulación de un proyecto

1.- con respecto al proyecto específico

2.- con respecto a la planificación global del desarrollo

#### 2.- Estudios de mercado

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

1.- determinación de áreas de mercado

2.- análisis de la oferta y demanda del producto

3.- análisis de precios

4.- estrategias de comercialización

5.- áreas de mercado del proyecto

6.- otros

### 3.- Determinación del tamaño y localización

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

1.- demanda actual y esperada

2.- restricciones técnico-económicas para el tamaño de planta

3.- disponibilidad temporal y geográfica de insumos

4.- costo temporal y geográfico de insumos

5.- políticas de desarrollo regional

6.- proximidad a los mercados

7.- transporte y comunicación

8.- otros

### 4.- Ingeniería del proyecto

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

1.- selección de la tecnología de producción

2.- especificación de equipos y localización de éstos en las plantas

3.- diseño y ubicación de edificios y estructuras

4.- flexibilidad en el proceso de producción

5.- programa de operaciones

6.- otros

### 5.- Cálculos de inversión

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

- 1.- inversión de capital
- 2.- equipo y edificios
- 3.- tierra y recursos naturales
- 4.- ingeniería y administración
- 5.- implementación
- 6.- otros

6.- Análisis de flujo de caja

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

- 1.- insumos y otros materiales
- 2.- energía y combustibles
- 3.- seguro e impuestos
- 4.- depletación de recursos naturales
- 5.- otros

7.- Evaluación financiera

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

- 1.- fuentes de financiamiento
- 2.- condiciones de financiación
- 3.- otros

**B.- Organización e implementación**

a.- descripción general

b.- prácticas tradicionales

c.- aspectos que deben incluir consideraciones de riesgos naturales

- 1.- disposiciones legales
- 2.- instalación y operación
- 3.- otros

---

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Melnick, J., (1978). Manual de Proyectos de Desarrollo Económico. United Nations, México D.F., México.
- 2.- UNDRR, (1979). Prevención y Mitigación de Desastres. Vol. 7. Aspectos Económicos. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

- Cohan, H., (1975). "Introducción al Tema Proyectos". Apuntes de Clase (Mimeo #48). IICA, Montevideo, Uruguay.
- Dasgupta, P. et al., (1972). Guidelines for Project Evaluation. United Nations, New York.

FAO - World Bank Cooperative Programme, (1977). Guidelines for the Preparation of Agricultural Investment Projects. FAO, Rome.

Miragem, S., et al., (1982). Guía para la Elaboración de Proyectos de Desarrollo Agropecuario. IICA, San José, Costa Rica.

UNDRO, (1980). Prevención y Mitigación de Desastres. Vol. 9. Aspectos Legales. Naciones Unidas, Ginebra, Suiza.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #19

---

### RIESGOS NATURALES Y FORMULACION DE PROYECTOS

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo (de aproximadamente 250 palabras) discutiendo uno de los siguientes tópicos:

- a.- Los principales elementos de un estudio de mercado relacionado con un proyecto de desarrollo agrícola para la producción de un producto esencial de exportación o de consumo nacional, en el cual usted explícitamente incorporaría consideraciones de riesgos naturales. (Comience especificando el proyecto que va a considerar.)
  
- b.- Los principales elementos de un estudio de localización y tamaño relacionado con un proyecto integrado de "central hidroeléctrica - sistema de irrigación", en el cual usted explícitamente incorporaría consideraciones de riesgos naturales. (Comience especificando el proyecto que va a considerar.)
  
- c.- Los principales elementos del estudio de ingeniería de un proyecto relacionado con un proyecto industrial de capital intensivo, en el cual usted explícitamente incorporaría consideraciones de riesgos naturales. (Comience especificando el proyecto que va a considerar.)

**PREGUNTAS DE EXAMEN:**

---

- 1.- Describir los principales elementos del proceso de formulación de proyectos, dando ejemplos de sus componentes.
  
- 2.- Describir los principales componentes de un estudio de mercado que debe incorporar consideraciones de riesgos naturales. Explicar brevemente, para cada caso, como es que usted realizaría esto.
  
- 3.- Describir los principales componentes del estudio de localización y tamaño de un proyecto de inversión que debe incorporar consideraciones de riesgos naturales. Explicar brevemente, para cada caso, como es que usted realizaría esto.
  
- 4.- Describir los principales componentes de un estudio de ingeniería que debe incorporar consideraciones de riesgos naturales. Explicar brevemente, para cada caso, como es que usted realizaría esto.
  
- 5.- Explicar en que componentes de los cálculos de inversión de un proyecto deben ser considerados los riesgos naturales. Asegúrese de justificar su respuesta.

---

**FIN DE LA UNIDAD #19**

## UNIDAD #20: REVISION DE LA TEORIA DE PROBABILIDAD

**OBJETIVO:** Revisar los conceptos básicos de estadística necesitados para trabajar con datos probabilísticos en el proceso de evaluación de proyectos.

**TIEMPO ASIGNADO:** 3 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Naturaleza probabilística de los riesgos naturales
  - a.- modelos de eventos moderados
  - b.- modelos de eventos extremos
  - c.- riesgos de gestación rápida vs. riesgos de gestación lenta
- 2.- Teoría general de probabilidad
  - a.- probabilidad
  - b.- variables aleatorias
  - c.- probabilidad acumulada
  - d.- funciones de densidad de probabilidad
- 3.- Representación de distribuciones de probabilidad
  - a.- representación general
  - b.- representación general para valores extremos

- c.- distribución teórica para valores extremos
  - d.- derivación de la distribución de probabilidad
  - e.- distribución de tres puntos
  - f.- uso de información probabilística en la evaluación de proyectos
- 

**EJERCICIO TAREA: (Ver Anexo III.20.1)**

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- Irvin, G., (1978). Modern Cost-Benefit Methods: An Introduction to Financial, Economic, and Social Appraisal of Development Projects, (Capítulo III). Harper and Row Publishers, Inc., London, England.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

- Billingsley, P., (1986). Probability and Measure. 2da. Edición. John Wiley and Sons, New York.
- Hamett, D. y J.L. Murphy, (1980). Introductory Statistical Analysis. 2da. Edición. Addison Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts.
- Larson, H.J., (1974). Introduction to Probability Theory and Statistical Inference. 2da Edición. John Wiley and Sons, New York.

## PREGUNTAS DE EXAMEN:

---

- 1.- Explicar porque la mayoría de los riesgos naturales son de naturaleza probabilística.
- 2.- Usando como ejemplo riesgos de inundación y riesgos sísmicos, discutir la incorporación y evaluación de los riesgos naturales en la evaluación de proyectos bajo un punto de vista probabilístico.
- 3.- Definir los siguientes términos:
  - a.- distribución normal
  - b.- variable aleatoria
  - c.- distribución de tres puntos
  - d.- función de probabilidad acumulada
- 4.- Describir las principales formas de representación de una distribución de probabilidad, proveyendo una breve explicación de sus características principales.
- 5.- Explicar cuando es necesario o deseable derivar una distribución de probabilidad "subjetiva", y describir el proceso mediante el cual se puede realizar esta derivación.

---

FIN DE LA UNIDAD #20

**UNIDAD #21: CHARLA-INFORME SOBRE EL VIAJE TECNICO DE CAMPO II**

**OBJETIVO:** Informar a los participantes sobre el programa y contenido técnico del viaje de campo, incluyendo un análisis detallado del contexto geográfico y localización de los lugares a ser visitados, fenómenos de riesgos naturales que se esperan observar y la información técnica correspondiente.

**TIEMPO ASIGNADO:** 2 horas

---

**CONTENIDO:**

Por ser determinado de acuerdo al estudio de caso específico seleccionado para el curso.

---

**FIN DE LA UNIDAD #21**

**UNIDAD #22: VIAJE TECNICO DE CAMPO II**

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes la oportunidad de visitar un área con problemas múltiples y de gran escala de riesgos naturales, y evaluar el grado de asimilación de del material del curso ya presentado.

**TIEMPO ASIGNADO:** 36 horas

---

**CONTENIDO:**

Por ser determinado de acuerdo al viaje de campo específico que es seleccionado para el curso.

---

**EJERCICIO TAREA:** Preparación de informes individuales sobre el viaje de campo, debiendo contener un cuadro cronológico de los lugares visitados, principales fenómenos de riesgos observados, y observaciones relacionadas con la planificación de proyectos de desarrollo económico y social, y técnicas deseables y observadas de mitigación.

---

**FIN DE LA UNIDAD #22**

## UNIDAD #23: RIESGOS NATURALES Y EVALUACION DE PROYECTOS

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes un entendimiento detallado de las distintas técnicas para la incorporación de consideraciones de riesgos naturales en el proceso de evaluación económica de proyectos de inversión.

**TIEMPO ASIGNADO:** 9 horas

---

### CONTENIDO:

- 1.- Riesgos e incertidumbres asociados con los riesgos naturales
  - a.- el tema de aversión al riesgo
    - 1.- comportamiento individual
    - 2.- comportamiento del gobierno
    - 3.- comportamiento de las instituciones de préstamo
  - b.- evaluación económica de los riesgos naturales
    - 1.- impacto de un evento
    - 2.- probabilidad de ocurrencia
    - 3.- vulnerabilidad
- 2.- Métodos para incorporar, bajo condiciones de información limitada, consideraciones de riesgos naturales en la evaluación de proyectos.
  - a.- período de corte
    - 1.- descripción
    - 2.- aplicación
    - 3.- información necesaria
    - 4.- problemas y ventajas

- b.- ajustes en la tasa de descuento
  - 1.- descripción
  - 2.- aplicación
  - 3.- información necesaria
  - 4.- problemas y ventajas
  
- c.- maxi-min (teoría de juegos)
  - 1.- descripción
  - 2.- aplicación
  - 3.- información necesaria
  - 4.- problemas y ventajas
  
- d.- mini-max (teoría de juegos)
  - 1.- descripción
  - 2.- aplicación
  - 3.- información necesaria
  - 4.- problemas y ventajas
  
- e.- análisis de sensibilidad
  - 1.- descripción
  - 2.- aplicación
  - 3.- información necesaria
  - 4.- problemas y ventajas
  
- 2.- Métodos para incorporar consideraciones de riesgos naturales en la evaluación de proyectos con información probabilística
  - a.- análisis de variancia media
    - 1.- descripción
    - 2.- aplicación
    - 3.- información necesaria
    - 4.- problemas y ventajas
  
  - b.- análisis de "seguridad primero"
    - 1.- descripción
    - 2.- aplicación
    - 3.- información necesaria
    - 4.- problemas y ventajas

c.- modelo "Monte Carlo" y otros métodos especiales

- 1.- descripción
- 2.- aplicación
- 3.- información necesaria
- 4.- problemas y ventajas

---

**LECTURAS RECOMENDADAS PARA EL INSTRUCTOR:**

- 1.- **Departamento de Desarrollo Regional, (1986).** "El Uso de Información sobre Desastres Naturales en el Análisis Económico de Proyectos en el Sector Agrícola." Organización de Estados Americanos Washington, D.C. (Ver Anexo III.23.1)
- 2.- **Pouliquen, L.Y., (1979).** Risk in Project Appraisal. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

**BIBLIOGRAFIA ADICIONAL SUGERIDA:**

- Anderson, J.R. et al., (1979).** Agricultural Decision Analysis. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Anderson, L.G., y R.F. Settle, (1977).** Benefit-Cost Analysis: A Practical Guide. Lexington, Mass. D.C., Heath.
- Baum, W.C., (July 1980).** "Risk and Sensitivity Analysis." The World Bank Central Projects, Washington, D.C.
- Pandey, S., (March 1983).** "Incorporating Risk in Project Appraisal: A Case Study of a Nepalese Irrigation Project." A/D/C - APRDSC, Research Paper Series #18, Kathmandu, Nepal.
- Reutlinger, S., (1979).** Techniques for Project Appraisal Under Uncertainty. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

## EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #23

---

### RIESGOS NATURALES Y LA EVALUACION DE PROYECTOS

Basado en el material presentado en clase, prepare dos breves ensayos (cada uno de aproximadamente 150 palabras) discutiendo dos de los siguientes tópicos:

- a.- La actitud tradicional de las agencias del gobierno e instituciones bancarias con respecto a consideraciones de riesgo en el proceso de selección de proyectos de inversión, y su opinión acerca de cómo es que se debería tratar en estas agencias o instituciones a los riesgos e incertidumbres asociados con los riesgos naturales.
  
- b.- Los principales problemas y ventajas de los métodos periodo de corte, ajustes en las tasas de descuento, maxi-min, mini-max, y análisis de sensibilidad, para considerar a los riesgos naturales en la evaluación de proyectos de inversión del sector público.
  
- c.- Los principales problemas y ventajas de los métodos de análisis de variancia media, "seguridad primero", y del modelo Monte Carlo, para considerar a los riesgos naturales en la evaluación de proyectos de inversión del sector público.

## PREGUNTAS DE EXAMEN:

---

- 1.- Explicar cuales son las actitudes tradicionales de individuos, gobierno e instituciones de préstamo con relación a los riesgos e incertidumbres relacionados con los riesgos naturales.
- 2.- Cuáles son los tres tipos básicos de información que se necesita para evaluar económicamente a los riesgos naturales?
- 3.- Describir, proporcionando ejemplos prácticos, los métodos revisados en clase para incorporar riesgos naturales en la evaluación de proyectos bajo condiciones de información limitada.
- 4.- Describir, proporcionando ejemplos prácticos, los métodos revisados en clase para incorporar riesgos naturales en la evaluación de proyectos con información probabilística.
- 5.- Explicar porque o porque no el tradicionalmente utilizado "análisis de media esperada" es útil para la contabilización de riesgos naturales en la evaluación de proyectos de inversión.

---

FIN DE LA UNIDAD #23

## **UNIDAD #24: TALLER DEL ESTUDIO DE CASO**

**OBJETIVO:** Proveer a los participantes la oportunidad de participar en grupos de trabajo multidisciplinarios en problemas prácticos de riesgos naturales. Exponer a los participantes a las principales dificultades prácticas implicadas en la incorporación de riesgos naturales en la planificación del desarrollo. Proveer a los participantes e instructores la oportunidad de utilizar los conocimientos asimilados durante el curso.

**TIEMPO ASIGNADO:** 15 horas

---

### **OBJETIVOS TECNICOS DEL TALLER:**

Los grupos de trabajo deberán analizar el área del estudio de caso, los problemas de riesgos naturales que presenta y las características del(os) proyecto(s) de inversión propuesto(s). Igualmente, estos grupos deberán preparar un informe que incluya:

- a.- una descripción detallada de las características generales del área del estudio de caso;
- b.- una descripción de los riesgos naturales que afectan al área del estudio de caso;
- c.- una descripción de los impactos esperados de eventos de riesgos naturales en la vida humana y actividad económica actual y futura;
- d.- un informe detallado de los impactos esperados en el(os) proyecto(s) de inversión específico(s) que está(n) siendo considerado(s); y,
- e.- un conjunto de recomendaciones para la implementación de métodos de análisis económico que incorpore técnicas de mitigación de riesgos naturales en la formulación de proyectos de inversión.

---

**FIN DE LA UNIDAD #24**

## RESUMEN DE LOS ANEXOS A LA PARTE III (\*)

---

- III.2.1.- Separata sobre el Círculo Vicioso de los Desastres
  - III.2.2.- Separata sobre Riesgos Naturales y la Planificación del Desarrollo Integrado
  - III.2.3.- Separata sobre Riesgos Naturales y la Planificación de Desarrollo Integrado
  - III.3.1.- Separata sobre el Concepto de Ecosistemas
  - III.3.2.- Separata sobre Bienes y Servicios Naturales
  - III.3.3.- Separata sobre Riesgos Naturales
  - III.3.4.- Separata sobre Impactos Ambientales
  - III.3.5.- Ejercicio Tarea de la Unidad #3
  - III.4.1.- Separata sobre Riesgos Hidrológicos y Atmosféricos
  - III.5.1.- Separata sobre Riesgos de Inundación
  - III.5.2.- Separata sobre Riesgos de Inundación
  - III.9.1.- Modelo de Programa para el Viaje Técnico de Campo I
  - III.10.1.- Ejercicio en Clase de la Unidad #10
  - III.12.1.- Separata sobre Mapeo de Riesgos Geológicos
  - III.12.2.- Ejercicio en Clase de la Unidad #12
  - III.15.1.- Separata sobre el Proceso de Planificación Económica
  - III.15.2.- Separata sobre el Análisis del Balance de Intercambio de los Riesgos Naturales
  - III.16.1.- Separata sobre Análisis Multicriterio
  - III.20.1.- Ejercicio Tarea de la Unidad #20
  - III.23.1.- Separata sobre Riesgos Naturales y Evaluación de Proyectos
-

**Nota: (\*) Referirse al VOLUMEN II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO**

La numeración de los anexos corresponde a la sección específica con la que están relacionados y, por lo tanto, la numeración utilizada no es necesariamente consecutiva.

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL  
ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales  
y Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe

CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

V O L U M E N    I I

A N E X O S    D E L    M A N U A L    D E L    C U R S O

---

El Proyecto Piloto de Riesgos Naturales del Departamento de Desarrollo Regional recibe apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, a través de la Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero (USAID/OFDA). Este manual está basado en los dos cursos piloto presentados por el proyecto en Mérida, Venezuela, durante 1986 con la colaboración del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT).

**CURSO SOBRE EL USO DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

**VOLUMEN II: INDICE**

---

	<b>página</b>
Indice .....	i
Introducción .....	iii

**ANEXOS A LA PARTE I**

- I.4.1.- Modelo de Folleto de los Cursos Piloto
- I.6.1.- Modelo de Formato para el Presupuesto del Curso

**ANEXOS A LA PARTE II**

- II.1.1.- Modelo del Certificado de Aprobación del Curso
- II.1.2.- Modelo del Certificado de Participación en el Curso
- II.2.1.- Cuestionarios de Evaluación del Curso

**ANEXOS A LA PARTE III**

- III.2.1.- Separata sobre el Circulo Vicioso de los Desastres
  - III.2.2.- Separata sobre Riesgos Naturales y la Planificación del Desarrollo Integrado
  - III.2.3.- Separata sobre Riesgos Naturales y la Planificación del Desarrollo Integrado
  - III.3.1.- Separata sobre el Concepto de Ecosistemas
  - III.3.2.- Separata sobre Bienes y Servicios Naturales
  - III.3.3.- Separata sobre Riesgos Naturales
-

**VOLUMEN II: INDICE (Cont.)**

---

- III.3.4.- Separata sobre Impactos Ambientales
  - III.3.5.- Ejercicio Tarea de la Unidad #3
  - III.4.1.- Separata sobre Riesgos Hidrológicos y Atmosféricos
  - III.5.1.- Separata sobre Riesgos de Inundación
  - III.5.2.- Separata sobre Riesgos de Inundación
  - III.9.1.- Modelo del Programa del Viaje Técnico de Campo I
  - III.10.1.- Ejercicio en Clase de la Unidad #10
  - III.12.1.- Separata sobre Mapeo de Riesgos Geológicos
  - III.12.2.- Ejercicio en Clase de la Unidad #12
  - III.15.1.- Separata sobre el Proceso de Planificación Económica
  - III.15.2.- Separata sobre el Análisis del Balance de Intercambio de los Riesgos Naturales
  - III.16.1.- Separata sobre Análisis Multicriterio
  - III.20.1.- Ejercicio Tarea de la Unidad #20
  - III.23.1.- Separata sobre Riesgos Naturales y la Evaluación de Proyectos
-

## INTRODUCCION

Volumen II: ANEXOS DEL MANUAL DEL CURSO tiene la intención de servir como documento guía para facilitar la preparación y presentación del curso. El material que se presenta en este documento fue utilizado en los cursos pilotos presentados en Mérida, Venezuela, en 1986, o fue subsecuentemente añadido para complementar al manual del curso. En ambos casos, el material responde a la orientación y objetivos originales del curso y, por lo tanto, se espera que sea revisado para futuros ofrecimientos del curso. De la misma manera, se alienta a los instructores a modificar, suprimir y/o aumentar material de acuerdo con sus métodos de enseñanza.

Al utilizar este documento, debe prestarse atención al hecho de que la numeración de los anexos corresponde a la sección específica del VOLUMEN I con la que están relacionados y, por lo tanto, la numeración utilizada no es necesariamente consecutiva.

A N E X O S   D E   L A   P A R T E   I

ANEXO I.4.1.- MODELO DEL FOLLETO DE LOS CURSOS PILOTO

OEA/DDR - CIDIAT

CURSO SOBRE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Septiembre 1 - 26, 1986, Mérida, Venezuela

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA PREPARACION DE LA APLICACION

1. Revise el conjunto de documentos anexos y asegúrese de tener:
  - a. Descriptivo del Curso;
  - b. Formulario de solicitud de beca (Formulario OEA 98);
  - c. ANEXO ESPECIAL del formulario de solicitud de beca;  
(ultima pagina adjunta al formulario OEA 98);
  - d. Guía para la preparación de los Estudios de Caso; y,
  - e. 2 Sobres preparados para envío de documentos al DDR y al CIDIAT.

Si alguno de estos documentos no se encuentra dentro del material recibido, diríjase a la Oficina de la OEA, o a la persona de quien recibió la documentación inicial, y solicite una copia del artículo faltante.

2. Proceda a llenar el Formulario OEA 98 y el Anexo Especial, asegurándose de completar ambos. Mantenga presente que las secciones 12 y 13 y el Anexo Especial son requisitos fundamentales para la consideración de las candidaturas al curso.
3. Diríjase a la Oficina de la OEA en su respectivo país y obtenga de esa las instrucciones específicas que han establecido su gobierno y la OEA para el procesamiento de aplicaciones para becas. Asegúrese de cumplir correctamente las instrucciones que reciba.
4. En paralelo a la presentación de su aplicación según las instrucciones específicas que reciba de la Oficina de la OEA, envíe una copia completa de su aplicación, junto con una copia de su curriculum vitae, directamente al Departamento de Desarrollo Regional (DDR) y otra al CIDIAT utilizando los sobres preparados adjuntos al set de formularios e instrucciones. Observe que estas copias deberán ser enviadas al DDR y al CIDIAT antes del 15 de junio de 1986.

	<u>Number of Children Died</u>	
	<u>0 (N=123)</u>	<u>3 or more (N=71)</u>
Interested in contraception	16%	5%
Not interested in contraception	84%	95%

It is premature to predict whether perceptions of villagers about child survivability are changing substantially enough to have a significant impact upon the number of children desired. In a situation such as in Afghanistan where 38% of women sampled have had more than 3 children die and several respondents had as many as 10 children die, there may be a considerable time lag before actual fertility patterns change in correspondence with feelings of the chances of a child surviving to adulthood. It is a subject requiring continuing study.

All respondents were asked what in their opinion was the most needed health improvement in their village. TABLE 25 compiles their most frequent responses.

<u>Most Needed Improvement</u>	<u>Percent of Mentions (N=1241)</u>
Medicines	30.5
Doctor	24.4
Hospital	10.5
Improved Sanitation	8.9
Better Food	7.5
Transportation and Roads	2.6

TABLE 25 - Most Needed Health Improvements  
(Most Frequent Responses Only)

This information is useful because it shows that villagers are more concerned with having improved access to medicines than they are in better health facilities or physicians. This was also seen in TABLE 22 which showed fewer people satisfied with pharmacies and dokhans than most other health services available.

Access to medicines may be limited by costs as much as by the distances to pharmacies or the supply of medicines stocked. As shown earlier, medicines are the single most expensive item in the health budget of rural Afghans, both on an annual and a per visit basis. The priority given to having access to medicines may be a very favorable factor

naturales, "Proyecto Piloto en América Latina y el Caribe para la Evaluación de Riesgos Naturales y Medidas de Mitigación Contra Desastres". A través de dicho Proyecto, el DDR ha venido desarrollando actividades en diferentes países de la región y cumpliendo con el objetivo de, primero, recopilar y generar información sobre riesgos naturales y su mitigación, y segundo, asistir en el entrenamiento de profesionales interamericanos en técnicas de identificación y evaluación de riesgos naturales y en medidas de mitigación contra desastres.

#### ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL CURSO

El Curso sobre Evaluación de Riesgos Naturales para la Preparación de Proyectos de Inversión constituye una de las actividades del "Proyecto Piloto en América Latina y el Caribe para la Evaluación de Riesgos Naturales y Medidas de Mitigación Contra Desastres" del DDR, en colaboración con el CIDIAT. La iniciativa para la realización del curso surgió a partir de la constatación de la necesidad que existe en proveer entrenamiento sobre el tema a planificadores del desarrollo en los Estados miembros que, no siendo especialistas en riesgos naturales, tienen la responsabilidad de realizar evaluaciones y tomar decisiones sobre la implementación de proyectos de inversión y aprovechamiento de recursos naturales. En este contexto, el curso propuesto es el segundo de dos cursos experimentales que serán dictados antes de que este pase a ser ofrecido por el CIDIAT en forma regular. En esta segunda fase de desarrollo el curso espera alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Entrenar a planificadores de diversos sectores económicos y de servicios de los Estados Miembros en los fundamentos básicos de la evaluación de riesgos naturales como parte integrante de la preparación de proyectos de inversión;
- b) Refinar y probar el "programa de curso" establecido anteriormente, para ser incorporado a la lista de cursos de planificación del desarrollo que son ofrecidos periódicamente en centros académicos de posgrado y de adiestramiento a nivel profesional en América Latina; y,
- c) Seleccionar y preparar un grupo de profesionales latinoamericanos para desempeñarse como instructores regulares del mismo.

#### ESQUEMA Y CONTENIDO DEL CURSO

Este segundo curso experimental sobre el tema tendrá una duración de cuatro (4) semanas y será realizado entre el 1ro. y el 26 de septiembre de 1986, en la Sede del CIDIAT, en la ciudad de Mérida, Venezuela. El curso se desarrollará en torno a cinco actividades principales, que son:

- a. La preparación y uso de información sobre riesgos naturales en las fases de evaluación de los recursos naturales y de identificación de la estrategia de acción en los procesos de planificación del desarrollo integrado;

- b. La definición y selección de información sobre riesgos naturales para uso en la fase de idea o "perfil" de la formulación de proyectos de inversión;
- c. El estudio de técnicas para la incorporación de los desastres naturales y de medidas de mitigación en las fases de identificación, prefactibilidad y de factibilidad de la formulación de proyectos de inversión; y,
- d. La revisión y discusión de los "Estudio de Caso" a ser presentados por los participantes del curso sobre experiencias en sus respectivos países en el manejo de riesgos naturales en el contexto del desarrollo integrado.
- e. La realización de ejercicios prácticos en sala sobre las diferentes unidades temáticas tratadas y dos excursiones técnicas al campo.

El curso será dictado en español, siendo las clases ordenadas en sesiones de mañana y tarde, sumando aproximadamente seis (6) horas de asistencia diaria.

#### PARTICIPANTES Y REQUISITOS

El curso tendrá un límite máximo de 25 participantes a ser seleccionados entre profesionales del sector público y de organismos autónomos responsables por decisiones de planificación que afectan inversiones en el sector público. La aceptación de candidaturas al curso estará sujeta a la presentación oficial de la aplicación a la OEA -- debidamente completada y endosada por la institución de la cual el candidato forma parte -- a través de los respectivos canales formales establecidos en cada país, y, en paralelo, al envío de copias de la aplicación presentada al DDR y al CIDIAT. Las copias del DDR y al CIDIAT deberán ser enviadas antes del 15 de junio de 1986, con una copia reciente de su curriculum vitae y, si fuere el caso, copia de cualquier documento o publicación que haya realizado en los últimos cinco años sobre evaluación de proyectos o manejo de desastres.

Las aplicaciones que fueren recibidas después de la fecha indicada serán consideradas sobre la base de disponibilidad de cupo en el curso. El DDR comunicará directamente a los candidatos sobre el resultado del proceso de selección antes del 15 de julio de 1986. Los participantes seleccionados recibirán una beca de Bs. 825.00 (Bolívares) por semana que cubrirá los gastos de subsistencia por el período de duración del curso, un pasaje de ida y regreso a sus lugares de origen y seguro médico y hospitalario. Los candidatos seleccionados deberán estar concientes de que el estipendio asignado tiene por objeto cubrir los gastos básicos de subsistencia (hospedaje, alimentación y transporte) y, por lo tanto, no contempla otras actividades personales y/o extracurriculares.

122'

Los participantes a ser seleccionados tendrán, en su mayoría, por lo menos siete (7) años de experiencia profesional y, teniendo experiencia directa en evaluación de proyectos de inversión, deberán ocupar en el presente cargos técnicos de medio o alto nivel en los departamentos o unidades de planificación o preparación de proyectos dentro de sus respectivas instituciones. Al mismo tiempo, todos los candidatos seleccionados deberán preparar y presentar en sala un Estudio de Caso sobre uno de los siguientes temas:

- a. La evaluación de riesgos naturales como parte de la formulación de proyectos de inversión;
- b. La formulación de proyectos de inversión, incluyendo la selección y evaluación de medidas de mitigación; o,
- c. La ocurrencia de un desastre natural, la evaluación de medidas de mitigación pos-desastre, y la formulación de un programa de reconstrucción.

Las presentaciones en sala de los estudios de caso tendrán una duración máxima de 30 minutos y serán objeto de evaluación. Los documentos escritos deberán tener una extensión no menor de 1500 palabras, debiendo ser resumidos en la presentación del estudio. El componente principal de los documentos deberá ser las conclusiones y recomendaciones respectivas. El documento escrito deberá ser entregado en forma final al momento de inscripción al inicio del curso (lunes 1ro. de septiembre, 1986).

Para efectos de evaluación, y adicionalmente a la presentación en sala del estudio de caso, cada participante deberá presentar un examen escrito semanal, realizar ejercicios en sala y de casa y preparar informes sobre las dos excursiones técnicas que serán realizadas durante el curso.

Todo material que no sea reproducible en fotocopiadora o heliografía (mapas, planos no transparentes, etc.), y que deban ser repartidos, deberá ser traído listo por el respectivo participante (30 copias).

Para efecto de recibir un CERTIFICADO DE APROBACION del Curso, los participantes deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Asistencia a un mínimo de 90% de las horas de clase;
- b. Cumplimiento satisfactorio de todos los trabajos asignados durante el Curso, los exámenes semanales y la presentación del Estudio de Caso correspondiente; y,
- c. Obtención de un promedio final de, por lo menos, 15 puntos sobre un total de 20 (75%).

Nota: Los participantes que habiendo cumplido con los requisitos de asistencia y presentación de trabajos y exámenes, obtengan un promedio final inferior a 15 puntos pero mayor que 10 podrán recibir un CERTIFICADO DE ASISTENCIA al Curso.

137

INFORMACIONES ADICIONALES

Los interesados en obtener informaciones adicionales sobre el curso podrán dirigirse a:

Sr. Stephen Bender, Jefe de Proyecto  
Departamento de Desarrollo Regional - DDR,  
Organización de los Estados Americanos - OEA  
1889 F Street, N.W., Washington, D.C. 20006, EEUU  
Tel: (202) 789-3005 / 789-3006  
Telex: 440 118 OAS UI

Sr. Roger Amisial, Coordinador Interamericano  
CIDIAT  
Apartado Postal 219  
Mérida, Venezuela  
Tel: (074) 441-461  
Telex: CIDIATVE 74014

8873P  
4.11.86

CURSO SOBRE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES  
PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

GUIA PARA LA PREPARACION Y PRESENTACION DE LOS "ESTUDIOS DE CASO"

A. INSTRUCCIONES GENERALES

Como parte integrante de los requisitos al "Curso sobre Evaluación de Riesgos Naturales para la Preparación de Proyectos de Inversión" los candidatos seleccionados deberán preparar y presentar en sala un Estudio de Caso sobre uno de los siguientes temas:

- a) La evaluación de riesgos naturales como parte de la formulación de proyectos de inversión;
- b) La formulación de proyectos de inversión, incluyendo la selección y evaluación de medidas de mitigación; o,
- c) La ocurrencia de un desastre natural, la evaluación de medidas de mitigación pos-desastre, y la formulación de un programa de reconstrucción.

Dicho Estudio de Caso deberá tener una extensión no menor de 1500 palabras y deberá ser entregado en forma final al momento de inscripción al inicio del curso (lunes lro. de septiembre, 1986). Las presentaciones en sala de los Estudios de Caso tendrán una duración máxima de 30 minutos y serán objeto de evaluación.

B. CONTENIDO

Los Estudios de Caso deberán, en lo posible, constar de seis (6) secciones ordenadas. Estas son: I) Síntesis; II) Introducción; III) Antecedentes; IV) Discusión; V) Conclusiones y recomendaciones; y, VI) Apéndices. La sección de Conclusiones y Recomendaciones deberá ser tratada como siendo la más importante del documento. Las seis secciones deberán contener, respectivamente, suficiente información sobre los siguientes aspectos:

- I. Síntesis:                   Resumen de 10 a 15 líneas del documento.
- II. Introducción:           1. Presentación del problema (Estudio de Caso).  
                                  (1 página)  
                                  2. Contexto geográfico.  
                                  3. Contexto económico y social.  
                                  4. Descripción del tipo de riesgo natural estudiado.

- III. Antecedentes:  
(1 página)
1. Descripción de la información existente sobre el tipo de riesgo natural considerado. Para el tema C, presentar la información de qué se disponía antes de la ocurrencia del desastre.
  2. Información que fué generada en el proceso de análisis sobre el tipo de riesgo natural considerado. Para el tema C, la información generada en el análisis pos-desastre.
  3. Las metodologías empleadas en la preparación de los informes técnicos, mapas de análisis, documentos de formulación de proyectos, y otros.
- IV. Discusión:  
(2 páginas)
1. Análisis crítico de los procedimientos y metodologías empleadas en la generación de la información pre-desastre o, para el tema C, pos-desastre.
  2. Análisis crítico del proceso de revisión y evaluación de la información pre-desastre o, para el tema C, pos-desastre.
  3. Análisis crítico del proceso de implementación de las medidas de mitigación pre-desastre o, para el tema C, pos-desastre.
  4. Análisis crítico de la acción institucional, de la capacidad técnica existente, y de la información disponible, de modo general como también con relación a los tres puntos anteriores (IV: 1, 2 y 3).
- V. Conclusiones y Recomendaciones:  
(2 páginas)
1. Posibles esquemas técnicos y operativos para la prevención de los problemas encontrados en el proceso del estudio del riesgo natural considerado y de la selección e implementación de las medidas de mitigación pre-desastre, o, para el tema C, pos-desastre.
  2. Organización institucional para la generación y diseminación de información sobre riesgos naturales y medidas de mitigación.
  3. Relaciones existentes entre programas de mitigación contra desastres y los procesos de planificación nacional, regional y local.
  4. Areas críticas de generación de información sobre riesgos naturales y medidas de mitigación.

- VI. Apéndices:
1. Bibliografía.
  2. Anexos.

C. FORMATO DE PRESENTACION

Los "Estudios de Caso" deberán ser presentados de acuerdo al siguiente formato:

- a. Papel "Bond" blanco de máquina tamaño carta (21.5cm. X 28.0cm.; 8 1/2' X 11'), para texto, cuadros y figuras.
- b. Trabajos mecanografiados a máquina o impresora de computador (no siendo tipo "Draft"), con cinta negra.
- c. Espacio doble por un solo lado, páginas numeradas e índice de contenido, si fuere el caso, incluir lista de tablas y figuras.
- d. Márgenes aproximados: izquierdo 2.5cm., derecho 2.5cm., y largo de pagina 53 líneas.

Todo material que no sea reproducib'le en fotocopiadora o heliografía (mapas, planos no transparentes, etc.), y que debán ser repartidos, deberá ser traído listo por el respectivo participante (30 copias).

Los participantes que para efecto de la presentación de sus Estudios de Caso requieran de equipos de audio-visual, como ser de proyector de diapositivas, retro-proyector, rotafolios de hoja grande, maquina de video cassette (VHS o BETA) u otro equipo, deberán indicar tal necesidad al entregar sus respectivos "Estudios de Caso".

**ANEXO I.6.1.- MODELO DE FORMATO PARA EL PRESUPUESTO DEL CURSO**

ANEXO I.6.1.- MODELO DE PRESUPUESTO PARA EL CURSO

Item	Organización Auspiciadora	Organización(es) Co-Auspiciadora(s)	Total
<b>1.- Participantes</b>			
1.1.- Gastos de viaje y de terminal	-----	-----	-----
1.2.- Pensión de subsistencia	-----	-----	-----
1.3.- Seguro médico	-----	-----	-----
1.4.- Asignación para fotocopias	-----	-----	-----
1.5.- Asignación para franqueo postal	-----	-----	-----
1.6.- Sub-total	-----	-----	-----
<b>2.- Instructores Contratados</b>			
2.1.- Honorarios	-----	-----	-----
2.2.- Gastos de viaje y de terminal	-----	-----	-----
2.3.- Viáticos	-----	-----	-----
2.4.- Otros	-----	-----	-----
2.5.- Sub-total	-----	-----	-----
<b>3.- Centro de Capacitación</b>			
3.1.- Costos Administrativos	-----	-----	-----
3.2.- Instructores	-----	-----	-----
3.3.- Apoyo secretarial	-----	-----	-----
3.4.- Utilización de instalaciones	-----	-----	-----
3.5.- Adquisición del material básico del curso	-----	-----	-----
3.6.- Alquiler de equipos	-----	-----	-----
3.7.- Fotocopias	-----	-----	-----
3.8.- Teléfono y télex	-----	-----	-----
3.9.- Franqueo postal	-----	-----	-----
3.10.- Transporte local	-----	-----	-----
3.11.- Anuncios y promoción del curso	-----	-----	-----
3.12.- Publicación del resumen del curso	-----	-----	-----
3.13.- Entretenimientos	-----	-----	-----
3.14.- Otros	-----	-----	-----
3.15.- Sub-total	-----	-----	-----

ANEXO I.6.1.- MODELO DE PRESUPUESTO PARA EL CURSO (Cont.)

Item	Organización Auspiciadora	Organizacion(es) Co-Auspiciadora(s)	Total
4.- Viajes de Campo			
4.1.- Transporte	-----	-----	-----
4.2.- Alimentación	-----	-----	-----
4.3.- Hospedaje	-----	-----	-----
4.4.- Derechos y permisos	-----	-----	-----
4.5.- Otros	-----	-----	-----
4.6. Sub total	-----	-----	-----
5.- Total	-----	-----	-----

Notas:

A N E X O S   D E   L A   P A R T E   I I

**ANEXO II.1.1.- MODELO DEL CERTIFICADO DE APROBACION DEL CURSO**



**EL CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS**

**PROGRAMA INTERAMERICANO**

ACTIVIDAD DEL GOBIERNO DE VENEZUELA, LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y EL  
PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL DE LA ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

**OTORGA ESTE CERTIFICADO DE APROBACION A**

**POR SU PARTICIPACION EN EL CURSO DE**

**EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA  
PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

*Dictado en Mérida, Venezuela, desde el 17 de Febrero al 14 de Marzo de 1986. Constó de 76 horas efectivas de clase y 58 horas de trabajos prácticos y de campo.*

*El curso es parte integrante del componente de entrenamiento del Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe, del Departamento de Desarrollo Regional de la Organización de los Estados Americanos, OEA/DDR, que cuenta con el apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo, Oficina de Asistencia en caso de Desastres, USAID/OFDA.*

**DR. PEDRO RINCON GUTIERREZ**

RECTOR

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**DR. ROGER AMISIAL**  
COORDINADOR INTERNACIONAL  
PROGRAMA INTER-AMERICANO CIDIAT-OEA



**ING. TOMAS A. BANDES**  
DIRECTOR CIDIAT

**ANEXO II.1.2.- MODELO DEL CERTIFICADO DE PARTICIPACION EN EL  
CURSO**



**EL CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS**

**PROGRAMA INTERAMERICANO**

ACTIVIDAD DEL GOBIERNO DE VENEZUELA, LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES Y EL  
PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL DE LA ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS

OTORGA ESTE CERTIFICADO DE PARTICIPACION A

**POR SU PARTICIPACION EN EL CURSO DE  
EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA LA  
PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION**

*Dictado en Mérida, Venezuela, desde el 17 de Febrero al 14 de Marzo de 1986. Constó de 76 horas efectivas de clase y 58 horas de trabajos prácticos y de campo.*

*El curso es parte integrante del componente de entrenamiento del Proyecto Piloto para la Evaluación de Riesgos Naturales y Mitigación de Desastres en América Latina y el Caribe, del Departamento de Desarrollo Regional de la Organización de los Estados Americanos, OEA/DDR, que cuenta con el apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo, Oficina de Asistencia en caso de Desastres, USAID/OFDA.*

**DR. PEDRO RINCON GUTIERREZ**  
RECTOR  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**DR. ROGER AMISIAL**  
COORDINADOR INTERNACIONAL  
PROGRAMA INTER-AMERICANO CIDIAT-OEA



**ING. TOMAS A. BANDES**  
DIRECTOR CIDIAT

**ANEXO II.2.1.- CUESTIONARIOS DE EVALUACION DEL CURSO**

\*\*\*\*\* PRIMERA EVALUACION DEL CURSO \*\*\*\*\*

INSTRUCCIONES: LLENE LOS ESPACIOS ASIGNANDO NOTAS DEL 1 AL 5 UTILIZANDO LA SIGUIENTE ESCALA:

1 - POBRE            2 - POR DEBAJO DEL PROMEDIO    3 - PROMEDIO  
4 - BUENO            5 - EXCELENTE

** UNIDADES DE LA PRIMERA Y SEGUNDA SEMANA **	INSTRUCTOR/ LIDER	RELEVANCIA DEL TEMA	APTITUD DEL INSTRUCTOR
INTRODUCCION AL CURSO	(escriba el nombre)		
LOS RIESGOS NATURALES Y EL PROCESO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO INTEGRADO	" " "		
RIESGOS NATURALES Y MANEJO AMBIENTAL	" " "		
RIESGOS HIDROLOGICOS Y ATMOSFERICOS	" " "		
RIESGOS DE INUNDACION	" " "		
RIESGOS SISMICOS Y VOLCANICOS	" " "		
PRESENTACION DEL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO (I)	" " "		
VIAJE TECNICO DE CAMPO I	" " "		
RIESGOS DE MOVIMIENTO EN MASAS	" " "		
USO DE TIERRAS Y DEGRADACION DE SUELOS	" " "		
RIESGOS GEOLOGICOS MULTIPLES Y MAPEO DE INFRAESTRUCTURA VITAL	" " "		
SISTEMAS Y FUENTES DE INFORMACION DE RIESGOS NATURALES	" " "		
PRESENTACION DEL ESTUDIO DE CASO DEL CURSO (II)	" " "		

COMENTARIOS GENERALES:

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----

-----



\*\*\*\* EVALUACION FINAL DEL CURSO \*\*\*\*

*** CRITERIO DE EVALUACION GENERAL ***	CODIGO	NOTA
11. Coordinacion del curso:		
a. Efectividad de los lideres	1	
b. Asistencia a los participantes	2	
12. Metodos de ensenanza		
a. Clases formales	3	
b. Conversaciones generales	4	
c. Viajes tecnicos de campo	5	
d. Peliculas / videos	6	
e. Estudios de caso individuales	7	
f. Taller del estudio de caso	8	
g. Ejercicios en clase	9	
h. Ejercicios tarea	10	
13. Cantidad de informacion presentada	11	
14. Calidad de la informacion presentada	12	
15. Cantidad de recursos materiales y bibliografia:	13	
16. Calidad de recursos materiales y bibliografia	14	
17. Horario de trabajo del curso:	15	
18. Cantidad y cualidad del equipo audiovisual utilizado	16	

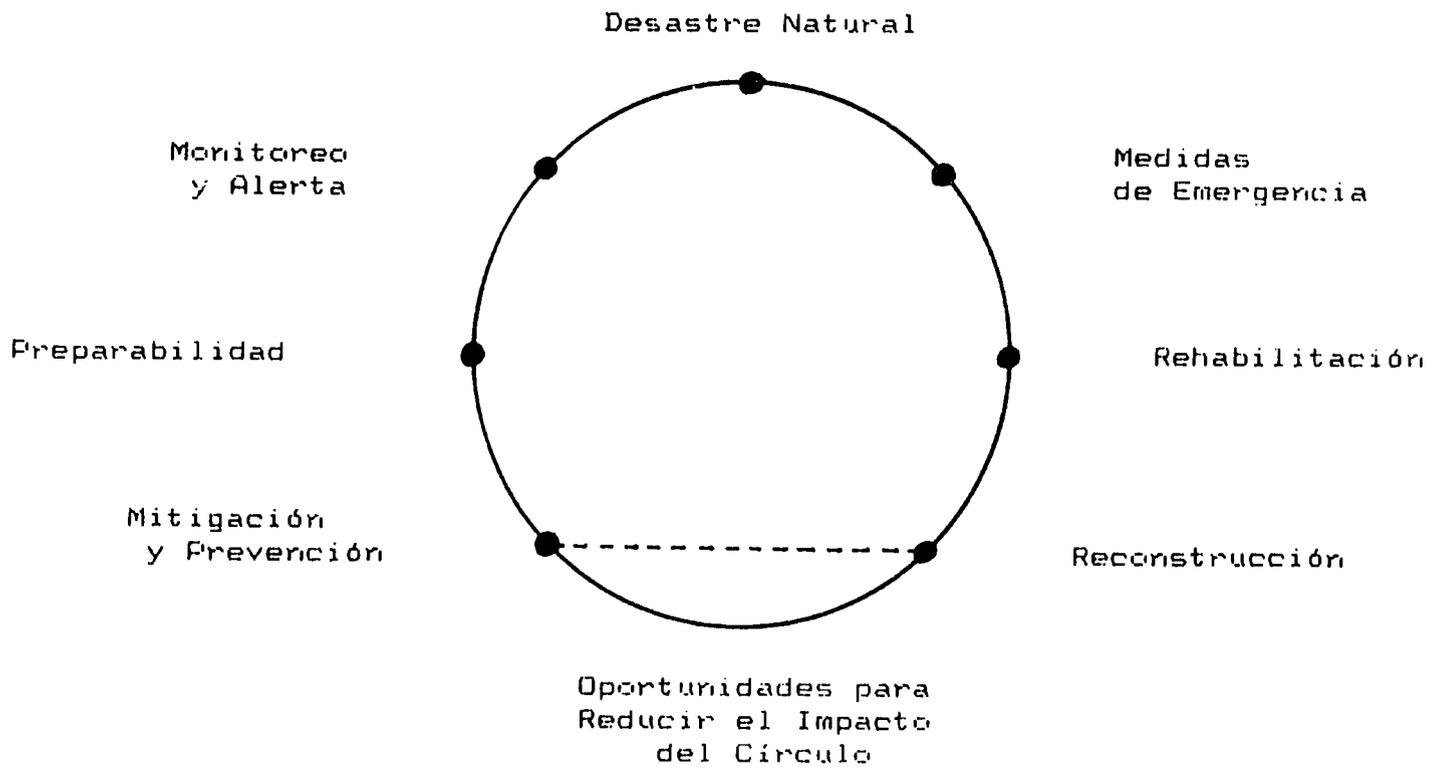
*** CRITERIO DE EVALUACION GENERAL ***	CODIGO	NOTA
19. El balance de los componentes del curso entre:		
a. Sesiones teoricas y practicas	17	
b. Trabajo individual y en grupo	18	
110. Condiciones de estadia y trabajo		
a. Ambiente de trabajo	19	
b. Acomodaciones	20	
c. Comidas	21	
111. Numero de participantes en el curso:	22	
112. Balance de los participantes segun:		
a. Campos profesionales	23	
b. Niveles de experiencia de trabajo	24	
c. Paises (o regiones)	25	
113. Evaluacion del desempeno personal en el curso:		
a. Asimilacion del material expuesto	26	
b. Contribucion al curso	27	
c. Participacion en clase	28	
d. Participacion en los viajes de campo	29	
e. Participacion en los grupos de trabajo	30	

A N E X O S   D E   L A   P A R T E   I I I

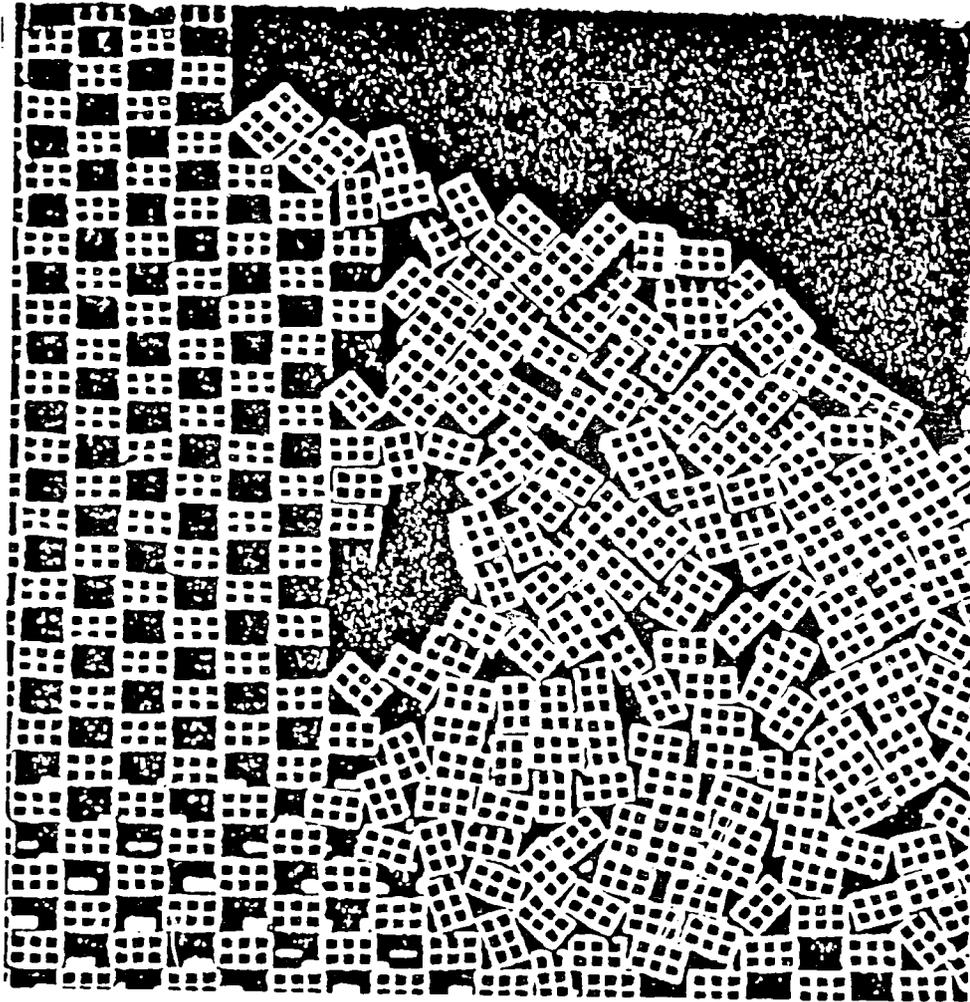
ANEXO III.2.1.- SEPARATA SOBRE EL CIRCULO VICIOSO DE LOS DESASTRES

ANEXO III.2.1

EL CIRCULO VICIOSO DE LOS DESASTRES



ANEXO III.2.2.- SEPARATA SOBRE RIESGOS NATURALES Y PLANIFICACION  
DEL DESARROLLO INTEGRADO



PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON DISASTER MITIGATION  
PROGRAM IMPLEMENTATION  
OCHO RIOS, JAMAICA, NOVEMBER 12-16, 1984

CENTER FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT PLANNING AND BUILDING, COLLEGE OF ARCHITECTURE AND URBAN STUDIES,  
VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE AND STATE UNIVERSITY

DISASTER MITIGATION AS PART OF  
INTEGRATED REGIONAL DEVELOPMENT PLANNING

Stephen O. Brander

Department of Regional Development  
Organization of American States\*

PART I  
INTRODUCTION

In the past, disaster management in Lesser Developed Countries (LDCs) has concentrated on reacting to the damage caused by natural phenomena. The reduction of the vulnerability levels of production facilities, infrastructure, and human settlements to natural hazard risks was frequently not explored. As a consequence, the need for massive local and foreign assistance for post disaster relief and reconstruction has increased dramatically as ever larger segments of LDCs' population—particularly the poor—and ever greater portions of their productive capacity are affected each year by disasters. While disaster prevention is widely recognized as the most efficient and effective means of reducing damage and loss of life, mitigation measures have proved extremely difficult to implement. Mitigation implementation ought to be part of development activities and the development planning process must include natural hazard risk assessment and mitigation measure identification if significant reductions in the damage caused by natural phenomena are to be achieved.

1.1 The OAS/Department of Regional  
Development Natural Hazards Pilot Project.

The Organization of American States through its Department of Regional Development (OAS/DRD), with the support of the United States Agency for International Development and

its Office of Foreign Disaster Assistance (USALD/OFDA), has undertaken an initiative to incorporate natural hazard risk assessment and mitigation measure identification into the integrated regional development planning process through the "Natural Hazard Risk Assessment and Disaster Mitigation Pilot Project in Latin America and the Caribbean Basin" (NHP).

With the intention of modifying development activities so that potential disaster can be avoided, the NHP seeks to:

- (1) assess natural hazard risk as part of natural resource evaluation and development strategy formulation;
- (2) identify and formulate mitigation measures for developmental investment projects;
- (3) improve information interchange; and
- (4) train planning technicians and decision makers in risk assessment and disaster mitigation techniques.

The NHP is bringing to the disaster management area a decidedly focused approach, as will be quickly observed in this case study. It is an effort in researching, field testing and implementing disaster mitigation measures through integrating appropriate technical information into real technical assistance activities. The NHP, recognizing the special role that integrated regional development planning plays in LDCs, is attempting to expand that role in the short term using the resources at hand while collaborating in drawing up an agenda for intermediate and long term mitigation research and implementation activities.

\*The views expressed in this case study are those of the author, and do not necessarily represent those of the Organization of American States.)

## 1.2 The Three Pilot Country Integrated Regional Development Planning Studies

To reach these objectives, the NHP is acting as a technical component in three ongoing integrated regional development planning studies already underway where the national government has requested OAS/DRD technical assistance. The countries are Honduras, Paraguay and Saint Lucia. In Honduras, the planning study covers the Caribbean Departments of Las Islas de Bahía and Atlántida with an emphasis on restructuring the agricultural production sector and developing the fishing and tourism industries. In Paraguay, the study covers the Paraguayan Chaco and focuses on structuring agricultural, industrial and colonization activities. In St. Lucia, the study covers the entire island and focuses on natural resource management, land use planning and settlement development.

These three planning studies offer a rich diversity of geographical settings, natural resource endowment, and population density, as well as a mix and predominance of different natural hazards—earthquakes, volcanoes, hurricanes, major flood events and incipient desertification. The experiences gained through these three planning studies as well as knowledge of planning activities and disaster mitigation implementation issues in other OAS Member States form the basis for this case study.

### PART 2

## MITIGATION AND THE INTEGRATED REGIONAL DEVELOPMENT PLANNING PROCESS

### 2.1 The Stages of the Planning Process

The OAS/DRD development planning process is comprised of four stages: The Preliminary Mission, Execution: Phase I and II, and the Implementation Phase (see Figure 1).

The purpose of the Preliminary Mission is to collect available information, diagnose problems and potentials, and define a preliminary set of objectives for the planning study. This preliminary diagnosis involves creating a profile of the

natural resources base and the economic development potential, and identifying in a preliminary manner those areas most apt for sustaining development activity. In Phase I a detailed analysis of development potentials and problems with emphasis on natural resource management issues is prepared. From this detailed analysis, a multisectoral development strategy is proposed and a series of sectoral investment ideas are formulated for government review. Based on its decision, Phase II is undertaken to prepare detailed studies of packages of investment projects, usually at the prefeasibility stage, and an action plan. The role of the production sectors, support infrastructure, and human settlements is defined for each package of projects. The final stage deals with the implementation of investment projects. During this stage, support is given to final project design preparation and institutional, financial and technical activities to implement the projects.

### 2.2 Risk Assessment and Mitigation Measure Information Needs

To address mitigation needs, specific information must be incorporated into the various stages of the regional development planning process. This information can be divided into four groupings.

- (1) *Natural phenomena:* As part of natural resource investigation, the presence and effect of natural phenomena on the goods and services that natural resources provide must be determined.
- (2) *Natural risk assessment:* As part of natural resource evaluation, risk assessment information qualifies the impact natural phenomena have on natural resource potential and possible development activities.
- (3) *Post disaster investigations:* Following the occurrence of natural events which result in disaster, be they major or not, post-disaster investigations further describe the qualitative and quantitative aspects of natural hazards, often supplanting the lack of historical observation and scientific research.

- (4) *Lifeline network identification and vulnerability analysis:* Lifeline networks for production facilities, infrastructure networks and support systems to settlements define those critical segments or components which should have the lowest damage vulnerability or which should be recognized as priority elements for rehabilitation following a disaster.

In accordance with these groupings, the NHP has identified key information pieces that are required for effective mitigation to take place through the planning process (see Figure 2):

- (a) In the Preliminary Mission, information concerning natural phenomena, the presence or absence of hazards, and post-disaster damage evaluation of the study area should be collected. The presence of hazards will indicate the need for further qualitative assessment as it affects natural resource management and economic development potential.
- (b) In Phase I an assessment of the risks that natural hazards present to the study area should be prepared. Existing critical segments or portions of production facilities, infrastructure and settlements in high risk areas should be identified through examining risk and lifeline network maps. The vulnerability of those segments or portions should also be determined. The development strategy is affected by the presence of hazards, and hazard mitigation is a consideration in the identification of sectoral development projects.
- (c) In Phase II specific mitigation measures for selected investment projects should be determined as well as vulnerable lifeline network elements for disaster preparedness activities. The presence of hazards should affect specific site selection, project engineering design and economic feasibility of development investment projects.
- (d) In the Implementation Phase, the monitoring of mitigation implementation and disaster preparedness

activities, provides information for evaluation of development studies in execution and the formulation of new development studies and disaster management activities.

The information pertaining to these four stages is presently generated by three principal networks: international and national, natural phenomena research and monitoring centers and universities, disaster management entities, and multisectoral and sectoral planning agencies and operational secretariats and ministries. The source of financial support, staff training, subject areas of responsibility, and role in mitigation program implementation of these networks varies greatly from country to country, as does their interrelationship. The situation can be generally characterized, however, by an emerging disaster management program, resource constraints in the area of natural phenomena research and monitoring, and a planning process that is under tremendous pressure to design and implement economic development programs in the absence of natural hazard risk information.

### 2.3 Information Provided by and to Disaster Management Programs

Most national disaster management programs are beginning to establish linkages with research and monitoring activities, and development planning programs. These linkages attempt to cover the four above-mentioned information groupings. The role played by disaster management programs varies from country to country and in respect to each of the groupings.

The generation of natural phenomena and risk assessment information has been and is primarily an activity carried out by research and monitoring centers and universities as well as by operational entities such as the ministries of agriculture, transportation, public works, and defense. Disaster management programs are pointing out the need for inter-institutional coordination in the selection of subjects to be carried out, and the collection, dissemination and use of the information generated. When presented with a need for further natural

resource information, development planning studies are fulfilling a role not unlike the one just described, and by doing so, they support the efforts of the incipient mitigation program.

Following a catastrophic event, disaster management programs usually take the lead in generating damage assessments and relief need analysis, supported by sectoral studies for funding and executing rehabilitation activities. These individual investigations can be quite detailed, and when considered as a group, they are quite comprehensive. Overall analysis of the disaster and its impact are sometimes undertaken by research groups and universities. But often their usefulness in formulating reconstruction programs in the context of development planning is overlooked. Moreover, development planning studies, lacking a comprehensive view of the results of the disaster, may not consider sectoral reports and the implications of rehabilitation efforts.

As far as identifying lifeline networks, little has been done in this area by any group although disaster management programs recognize its importance. Likewise, assessing the vulnerability of the networks to natural hazards is rarely done given the lack of risk assessment information availability.

#### 2.4 General Impact to Date of Natural Disasters on Mitigation Program Implementation

It would have to be said that the principal driving force behind mitigation program implementation has been the increased incidence of damage caused by natural hazards and the occurrence of major natural events in Latin America and the Caribbean in the past twenty-five years. The impact of these occurrences has stimulated support, particularly from international funding sources, for basic natural phenomena study and risk assessment and some ill-fated event prediction efforts. Increased support, both national and international, has been given to disaster management activities.

The primary focus of these activities has been the creation of a national disaster relief organization, and the assignment of specific responsibilities for disaster preparedness, relief and rehabilitation actions.

The greatest impact on national, regional and local development planning processes has been the formulation of reconstruction programs following major disasters. The degree to which these programs have been integrated into existing planning processes varies considerably from country to country and occurrence to occurrence. The most typical response has been the creation of a reconstruction planning process in parallel with existing planning processes. Reconstruction programs are often supported by major international technical assistance and funding programs, and the preference has been to implement reconstruction programs outside of the mainstream of development activities in the hopes of expediting execution and avoiding existing bureaucratic delays.

The result of this dual development planning approach has often led to sectoral reconstruction efforts taking place without an assessment of the post-disaster reality of the particular affected area. The natural event may have altered substantially the conformation of the natural resource potential, if by nothing other than making clearly evident the natural hazard risk and the vulnerability of pre-disaster development activities. The resultant damage from the event has almost always necessitated a reevaluation of existing development policies and sectoral projects. In many cases, such policies and projects are no longer appropriate to the needs of the area, nor do they coincide with the best use of its natural resources. Reconstructing damaged production facilities, infrastructure and settlements without formulating a comprehensive development strategy based on the post-disaster situation has often led to missed opportunities for incorporating disaster mitigation measures and recognizing the influence natural hazard risks have on development planning decisions.

## PART 8

### EXPERIENCES TO DATE OF THE NATURAL HAZARDS PROJECT

To date, NHP has participated with the OAS/DRD planning studies serving as pilot projects in the three countries in the preliminary mission and natural resources evaluation stages. While the actual timing of the NHP activities has varied, several general observations can be made from the experiences gained thus far. These experiences have allowed the NHP to further refine the orientation and content of programmed technical activities for its future activities as well as influence those of the planning studies.

#### 8.1 Initial Information Collection and Analysis

It should be noted again that the OAS/DRD technical assistance activities are taking place in the context of the individual country's development planning process. As such, natural hazard risk assessment and mitigation measure identification activities are taking place in parallel with the two other main activity areas related to natural hazards: disaster management and basic research concerning natural phenomena. The presence of NHP activities has promoted a recognition of these three areas of activities and has set in motion, to varying degrees, a dialogue between the participants of the three areas.

The majority of the activities carried out by the NHP to date are related to the preliminary mission stage, that is, the collection of existing information concerning natural hazards, associated risk assessment information, identification of existing mitigation measures, and the review of specific catastrophic natural hazard events. In addition to this information, which focuses on the study area (national or sub-national), the NHP has also inventoried international programs and projects related to natural hazard risk assessment which are, or may be of use to the individual country given the type of integrated regional development planning study that is being undertaken.

The types of information collected to date cover

geological and meteorological events including earthquakes, volcanoes, hurricanes, floods and drought. The origin of this information is from diverse sources since in most cases there does not exist a designated entity with the responsibility to collect and analyze natural phenomena, risk, and post-disaster evaluation information. Thus, visits were made to sectoral development agencies, universities and research centers, national disaster relief offices, and international development, financing, and relief agencies to collect available information.

The information collected also varied in detail and scale. In the case of Paraguay and St. Lucia, base maps and natural resource information had been prepared as part of work previously undertaken by the OAS/DRD and the national counterpart. Thematic maps at a common scale covering precipitation, geology, soil classification, vegetation, land capability and land use were prepared by the OAS/DRD project team drawing on previously completed natural resource studies and project field work. In the case of Honduras, the preparation of these maps is programmed as part of the activities to be carried out during the initial stages of the planning study. In all three cases, this natural resource information will form the basic reference for subsequent natural hazard risk analysis.

Other types of information collected included maps and studies covering specific natural event occurrences, location of geologic faults and volcanoes, and deforestation, as well as inventories of agencies assigning responsibility for disaster relief activities. International programs covering agroclimate forecasting, seismic monitoring networks and tsunami research were also identified.

In no case were there found already-prepared individual or aggregate natural hazards risk maps or lifeline network maps. For example, in Honduras there is a lack of historical information, monitoring equipment, and technical data to determine possible hurricane surge tide levels and seismic risk. For St. Lucia, information is lacking to identify significant differ-

ences in hurricane risk for different areas of the island. In Paraguay, basic flood plain definition information is lacking.

### 3.2 Use of Available Information by the Development Planning Process

The development planning process used by the OAS/DRD in its technical assistance activities in each of the pilot countries is, in general, expanding the focus of the existing process in that country. This is manifested in two important ways. The OAS/DRD development planning process is generating an understanding of the natural resource base upon which economically sustainable development activities should be identified. The NHP, in turn, is introducing into this process an evaluation of natural events and the risks, as well as the benefits, they present in order to have a better understanding of that resource base. Second, the process will generate a group or package of sectoral development investment projects which are interrelated. These projects are explained in terms of their use of the natural resource base and justified by their relationship to each other in space and in time. Thus these projects should contain those mitigation measures necessary to assure that the vulnerability of those projects is within social and economic parameters acceptable to the country.

The natural resource and hazard risk information available, while limited at the present time, can influence the development strategy proposed by the development planning study and the corresponding investment projects that are prepared for eventual financing and execution. The NHP is assisting the planning team in reviewing the available information so that the maximum use of its risk assessment information can be achieved.

To begin with, the NHP is identifying areas for natural phenomena research and risk assessment for use during the execution of the planning study and as part of longer term investigations. Particular emphasis is being placed on:

- (1) Reviewing post-disaster damage reports and interviewing sectoral agencies and local populations about vulnerable areas

and reoccurring repair and reconstruction needs of particular portions or segments of production facilities, infrastructure and settlements;

- (2) Preparing initial single hazard risk assessment maps based on existing information while realizing that additional information will be needed to refine such maps;
- (3) Preparing lifeline network maps for the production, infrastructure, and service sectors; and
- (4) Making an initial determination of the most vulnerable portions of those lifelines to be identified as risks and the susceptibility of those critical portions to mitigation measures within the context of on-going development planning activities.

The available natural resource and risk assessment information has also permitted a determination, albeit at a very preliminary level, of the effect of existing natural hazards on possible development strategies for the planning areas. Such a determination has led the NHP to propose increased investigation of alternative cropping and irrigation patterns, soil conservation and reforestation techniques, farm to market road patterns, and new settlement location and existing settlement expansion programs. These programs have been identified previously as possible development activities given the natural resource potential and proposed public and private sector programs. Thus sectoral development planners such as water resource, agricultural, transportation and agricultural economic specialists have become aware in the resource evaluation stage that natural hazards may pose constraints to certain development activities and that mitigation measures will have to be part of overall development project design.

A third use of the available information is a further examination of the information itself to identify additional risk assessment information contained within it and to determine methodological development needs. For example, the methods used in preparing precipitation, geological, soil classification and land capability

maps are being reexamined to determine the specific natural hazard risk assessment content of the maps produced.

On the basis of this examination and the general lack of particular risk assessment information available, several areas for development of methods have been identified. These areas were selected for their compatibility with traditional natural resource information collection and evaluation; their perceived cost effectiveness; and the ability to develop, test and introduce the methods into the three planning studies, thus affecting the development planning process in the short term. These areas are:

- (1) *Flood plain mapping:* Additional remote sensing information will be used with available post-disaster evaluation studies and topographic information to prepare preliminary flood plain maps.
- (2) *Landslide area identification:* Additional remote sensing information will be used with existing soil classification and geologic maps to identify landslide prone areas.
- (3) *Incipient desertification mapping:* Additional remote sensing information with mapped precipitation, soil classification, water resource, vegetation and land use information will be utilized to identify the impact of cyclical and prolonged periods of drought, land use change and incipient desertification conditions.
- (4) *Land use capability mapping:* Traditional methods for land use capability mapping will be examined for possible modification to more fully and clearly describe the constraints and opportunities that natural events present when defining different levels of possible agricultural production involving intensity of natural resource use and labor and capital investments.

The role individual specialists from the national counterpart technical teams, the OAS/DRD staff and natural hazard management consultants are playing should be noted at this point. Their initiative in questioning existing risk assessment methodologies and proposing new areas for

investigation is critical to the development of the NHP. Their approach is pragmatic and firmly rooted in a desire to incorporate to the extent possible, risk assessment information in the natural resource evaluation and development strategy formulation stages.

### 3.3 Relationship of the Three OAS/DRD Planning Studies to National Mitigation Programs

The institutional, technical and financial support for the NHP at this time is due to the growing realization of the economic and social costs of natural disasters to development activities in the OAS Member States. The interest in this subject reached a level of critical concern in 1983 after reviewing the destruction caused by the flooding, drought and earthquake events in several countries. These events made more apparent than ever the need for preventive measures to lessen the vulnerability of large and small scale development activities.

Because of the circumstances, the NHP, which is primarily focused on prevention measures through the development planning process, has become a clearing house for varying types of disaster management activity information, requests and dissemination. The three OAS/DRD planning studies are assisting in the identification of resources and dissemination of information concerning research programs, training opportunities and disaster management publications while the individual national networks responsible for disaster management are organizing and strengthening their own efforts.

In respect to the overall activities being carried out by the OAS/DRD planning studies, national institutions and individual professionals who form part of the national counterpart are also the key players in the country's evolving national disaster management network. This is particularly true of the national planning agencies which often serve as the lead counterpart agency to the OAS/DRD planning study. The involved professionals, while working primarily in development planning activities, have also been named as participants in commissions and

working groups to address disaster preparedness and disaster mitigation issues at the national, regional and local level. The planning study itself and the specific NHP activities are providing information to, and requesting information from, planning agencies and sectoral development entities, thus demonstrating in a practical, operational sense, the needed linkages between development planning and disaster management.

#### 2.6 Programmed Activities of the NHP in the Three Planning Studies

To reiterate, the NHP has dual roles of developing methods for natural hazard risk assessment and mitigation measure selection in the development planning process and providing technical information to the three ongoing OAS/DRD planning studies that are serving as pilot projects to test those methods.

A variety of activities have been programmed, each usually containing methods development and field testing/planning study of technical product components.

Some activities related to the natural resources evaluation and development strategy formulation stages have already been mentioned. These are flood plain mapping, landslide area identification, incipient desertification identification and land use capability determination. Throughout the development and testing of methods for these subject areas, the use of remote sensing information, and computer analysis and map printing will be examined.

These two elements are of particular interest because of their perceived cost effectiveness. As a target, it has been posed by the NHP that natural hazard risk assessment thematic maps such as those of flood plain definition can be generated at a cost of US 4 cents to 20 cents per square kilometer of area examined. If such costs can be achieved, one can realistically assume that such thematic maps can be included in the standard set of natural resource evaluation maps produced for development planning studies.

In addition to these thematic maps, methods for

preparing a composite natural hazard risk assessment map will also be developed. Such a map will obviously draw heavily on the thematic maps as well as the synthesis land capability map. Another activity will include development of a methodology for preparing an initial lifetime network map. This map will include identification of critical production areas, infrastructure segments, and settlement facilities. All of these foregoing maps will contribute to the natural resource evaluation, development strategy formulation and investment project identification stages of the development planning process.

For the project formulation stage, methods will be examined for including the cost of possible natural disasters and the cost and benefits of mitigation measure in the justification of specific sectoral development investment projects. Special emphasis will be given to non structural mitigation measures. It is hoped that increased damage information, particularly to the agricultural sector, will be available at that time to further justify the introduction of appropriate mitigation measures.

In addition to these activities, the NHP will continue to serve as best it can as a clearing house for information related to the development planning process and disaster management. The NHP has been promoting and will continue to identify and collaborate in the design and implementation of training courses aimed at introducing planning professionals and policy makers to the need and mechanisms for introducing natural hazard risk assessment and mitigation measure identification into larger scale development planning activities. A proposal for regional courses for South America, Central America, and the eastern Caribbean is in preparation. Near the end of the NHP, a workshop will be held to present and discuss the developed method and examples of technical information provided to the three pilot projects. This information will constitute a natural hazard risk assessment primer for development planners and will be prepared for international dissemination in English and Spanish. An initial version of the primer containing an orientation to basic natural hazard risk assessment techniques and

information needs will be distributed on a limited basis. Development planners receiving this initial version will be encouraged to comment on its contents and incorporate its findings into the respective development planning processes.

## PART 4

### CONCLUSIONS

As can be determined from the preceding discussion, the NHP has before it the completion of the majority of its activities. The experiences to date, however, provide some insights into the problems and opportunities for including disaster mitigation in the development planning process. By definition, disaster mitigation programs which are part of such a process stand the best chance of implementation. Economically sustainable development is the basic activity of the public and private sectors alike. To the degree that their planning decisions and the implementation of their development investment projects embody disaster mitigation measures, prevention of death and destruction will be enhanced, and the quality of life and the distribution of the benefits from development activities will be the highest obtainable.

#### 4.1 Institutional Organization of Risk Assessment and Mitigation Measures Information

The NHP is attempting to work with the resources at hand—the development planning process, scientific research endeavors and incipient disaster management groups in a bottom up approach, learning by doing to effect change within the involved organizations. The development planning process is not formally charged with comprehensive disaster mitigation responsibilities. It must, however, expand its role. Beyond reacting to the challenges presented by post-disaster reconstruction situations the development planning process must act effectively in the area of disaster prevention. To do so, development planners must become completely familiar with the different elements of disaster mitigation, particularly in the way in which natural hazard risk assessment and

mitigation measure identification should influence development activities.

The development planning process, particularly as carried out by the OAS/DRD, has to be extremely pragmatic given temporal, financial and technical constraints. The NHP and the three planning studies serving as pilot projects are highly focused on preparing development investment projects for the highest potential areas of the planning area. As such, they seek and prepare information directly related to those areas. This implies a challenge to scientific investigation and disaster management groups to prepare, on a priority basis, information which is most directly applicable to making better planning decisions.

The NHP, in collaboration with these two groups, is attempting to identify information as to the vulnerability of existing and proposed development activities. Where such information does not exist, it seeks natural hazard risk information, and lacking this, it looks for descriptions of natural events that help define the natural resources of the country. The NHP activities described above focus on the need for increased information at all three of these levels. In carrying out these activities, it is requesting specific information from the other two groups. This creates an agenda for further investigation and evaluation without creating or imposing an organizational structure for natural science investigation or disaster preparedness, an issue which is outside the scope of the NHP and the planning studies. By creating the need and opportunity to generate this information, it is forging concrete, operational linkages which will produce results while strengthening the national institutional structures of all three groups.

#### 4.2 Relationship of Mitigation Programs to National, Regional, and Local Development Planning Processes

The first issue is one of geographical focus. The NHP is involved in a planning process that is directed at the national and regional scales and it seeks information at the corresponding level.

Natural hazard risk and development activity vulnerability information collected to date varies widely in geographical focus. Post-disaster studies may indicate areas where no, or extremely limited, development activities should take place regardless of the natural resource potential. More general natural phenomena and hazard studies identify potentially hazardous areas, but may lack adequate definition to evaluate existing or proposed development activities. In general, what is needed is further study of those most promising areas in terms of their natural resource potential in order to understand the limitations and opportunities the related natural events pose.

The second issue concerns the context and content of development policies, programs and projects. Development planning processes, in general, are more highly evolved and have more influence than disaster management processes at the present time in the three pilot countries, or elsewhere in Latin America and the Caribbean. Notwithstanding the risks posed by natural hazards, national governments will continue to make decisions concerning major investment projects with or without appropriate risk assessment and mitigation measure information. The NHP recognizes this situation and is attempting, through the planning studies, to make disaster mitigation part of policy, program and project issues.

At a policy level, it is requested that the national counterpart strengthen efforts to include disaster prevention as a development policy issue. This is in recognition of the vulnerability of existing development activities, development capital needs, dependency on international investments, and disaster relief assistance, and anticipated increased risk assessment requirements from international lending and insurance institutions. At the development program level, the NHP will be discussing with sectoral agencies the impact of disaster-related damage and repair costs on yearly operating budgets and specific development programs. Besides identifying contingency funds for disaster relief and rehabilitation needs, the identification of prevention criteria and their cost, and the form of implementation will also

be discussed. At the project level, the appropriate national counterpart institutions will be encouraged to include mitigation measures as part of project design and to identify those segments or portions of their development activities which are most vulnerable to natural hazards so that disaster preparedness actions may anticipate the location, type, and magnitude of possible damage.

A third issue is the identification of specific information that should be provided to and from the development planning process. Planning studies will continue to collaborate in the preparation of natural resource description and evaluation. They will also participate in initial natural hazard identification and risk assessment, hoping that these resource evaluation activities become on-going activities shared by sectoral development agencies and research entities. The NHP will collaborate in the preparation of initial lifeline network maps and vulnerability analysis, again hoping that this process will become an on-going activity. This information will be particularly valuable to disaster preparedness and relief activities.

On the basis of this diagnostic information, the development planning process will be more able to inform research institutions and disaster management groups as to the types and locations of natural hazard risks and the resulting vulnerability of production facilities, infrastructure networks and settlements. Obviously not all development activities can be freed from vulnerability. In some cases the social, economic and political costs involved in substantially reducing vulnerability to existing or proposed development activities will be too great to bear. In such cases, disaster preparedness activities must take the lead in mitigating against loss of life and property. But in the majority of cases, it is hoped that the mitigation measures built into the design of individual development projects will carry the brunt of mitigation responsibility.

In preparing such projects, the planning studies will use available non-structural and structural mitigation techniques including land use zoning, performance standards, building codes, material

specifications, and taxation and insurance programs. When these are absent or inappropriate, the planning studies will collaborate in their creation or modification to fit national, regional and local needs. The cost of mitigation measures will also be included in the economic analysis of the projects at the prefeasibility stage.

#### 4.3 Critical Areas for Information Generation

In summary, these are specific elements of basic planning documentation that should more clearly highlight natural hazard risks and development activity vulnerability to guide the identification, formulation, and implementation of mitigation measures in development projects. The NHP, through the planning studies serving as pilot projects, is attempting to prepare such documentation in collaboration with the national counterparts drawn from the countries' development planning groups and with linkages to natural science research and disaster management groups. Some necessary natural hazard risk assessment activities such as comprehensive seismic mapping, and tsunami and hurricane surge tide investigation are outside the scope of

the NHP because of historical information, technical, financial and time considerations.

Other critical areas of information, however, can be investigated. To the extent possible natural science investigation efforts and disaster management activities, together with planning study efforts, are to be focused on the following areas:

- (a) Natural event occurrence definition, and review and synthesis of existing natural resource and natural hazard information;
- (b) Flood plain, landslide, and incipient desertification identification and risk assessment;
- (c) Lifeline network mapping on a sector by sector basis;
- (d) Review and synthesis of existing post-disaster damage assessment, including local interviews and oral histories;
- (e) Initial lifeline network vulnerability mapping;
- (f) Review and synthesis of existing structural and non-structural mitigation programs; and
- (g) Modification of land capability mapping methodologies to more clearly manifest natural hazard information.

DAS/DRD NATURAL HAZARDS PROJECT  
SYNTHESIS OF THE DRD DEVELOPMENT PLANNING PROCESS

COMPONENTS	STUDY DESIGN	STUDY EXECUTION		IMPLEMENTATION OF RECOMMENDATIONS
		PHASE I DEVELOPMENT DIAGNOSIS	PHASE II PROJECT FORMULATION AND PREPARATION OF ACTION PLAN	
Activities:	Receipt and analysis of request for cooperation Preliminary Mission - pre-diagnosis - preparation of cooperation agreement	Diagnosis of region - sectoral analysis - spatial analysis - institutional analysis - environmental analysis - synthesis: needs, problems, potentials, constraints Relation to national plans, strategies, priorities Development strategies - formulation and analysis of alternatives - identification of project ideas	Project formulation (profile or prefeasibility) and evaluation - production sectors (agriculture, forestry, agroindustry, industry, fishing, mining) - support services (marketing, credit, extension) - social development (housing, education, labor training, health) - infrastructure (energy, transportation, communications) - urban services - natural resources management Action plan preparation - formulation of packages of projects - policies for priority areas and sectors - enabling and incentive actions - investment timetable - evaluation of funding sources - institutional development and training - promotion	Assistance for specific programs and projects Assistance in incorporating proposed investments into national budget Advisory services for private sector actions Support to executing agencies Support in inter-institutional coordination
Products:	Signed cooperation agreement - definition of products of study - financial commitments of participants - preliminary workplan	Interim Report (Phase I Report) - diagnosis of region - preliminary development strategy - identified projects	Final Report - development strategy - action plan - formulated projects - supporting actions	Government execution of - feasibility and final design studies - implementation of projects - changes in legislation and regulations Improved operational capability of institutions
Time Frame:	3 to 6 months	9 to 12 months	12 to 18 months	Variable

156

FIGURE 2

DAS/DRD NATURAL HAZARDS PROJECT

GENERAL COMMENTS ON THE RELATIONSHIP OF NATURAL HAZARDS EVENTS AND DEVELOPMENT PLANNING PROCESS COMPONENTS

		EARTHQUAKE	VOLCANO	HARBOR FLOOD EVENT	HURRICANE	DROUGHT
Preliminary Mission	Objectives:	Collection of information to establish the presence of hazards in the integrated regional development study area and the limits of risks posed.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazards indicates the need for further qualitative and quantitative assessment as they affect natural resource and economic development potential.				
Development Diagnosis, Strategy Formulation, and Project Identification	Objectives:	For those hazards present in the study area, assessment of the risk (risk hazard map) and identification of existing critical segments or elements of production facilities, infrastructure and settlements (lifeline network map).				
		Inclusion of risk and vulnerability aspects in defining development potential and strategy (for example, flood plain, landslide area, incipient desertification identification, and land capability maps).				
		Identification of alternative non-structural and structural mitigation measures in initial development project identification.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazard will affect the formulation of the development strategy and the type and location of investment projects and suggest modification of the lifeline network.			Presence of hazard will affect overall strategy formulation and hazard mitigation should dominate identification of production sector projects, particularly agriculture.	
Action Plan Preparation and Project Formulation	Objectives:	Determination of specific mitigation measures for selected investment projects and determination of critical lifeline network elements for disaster preparedness activities.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazard will affect the action plan for project implementation and the specific site selection of investment projects at the local level, project engineering design and economic feasibility.				
Implementation	Objectives:	Follow-through on implementation of mitigation measures and disaster preparedness.				
	Affect on development patterns:	Monitoring of natural phenomena for early warning against possible damage, and formulation of future risk assessment and disaster preparedness activities.				

ANEXO III.2.3.- SEPARATA SOBRE RIESGOS NATURALES Y PLANIFICACION  
DEL DESARROLLO INTEGRADO



ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS  
ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS  
ORGANISATION DES ETATS AMERICAINS  
ORGANIZATION OF AMERICAN STATES

---

17th Street and Constitution Avenue, NW Washington, DC 20006

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HOUSING AND

URBAN DEVELOPMENT

AFTER NATURAL DISASTERS: MITIGATING FUTURE LOSSES

WORKSHOP: POST-DISASTER PLANNING FOR ECONOMIC DEVELOPMENT

TOPIC: NATURAL HAZARD ASSESSMENT IN INTEGRATED  
REGIONAL DEVELOPMENT

October, 1985

(2)

STEPHEN O. BENDER

Project Chief

Natural Hazards Risk Assessment and Disaster Mitigation  
Pilot Project in Latin America and  
the Caribbean Basin

(The views expressed in this paper are those of the author and do not necessarily represent the views of the General Secretariat of the Organization of American States)

## Introduction:

Disaster mitigation programs which are part of an integrated development planning process stand the best chance of implementation. Economically sustainable development is the basic activity of the public and private sectors alike in developing countries. To the degree that their planning decisions and the execution of their investment projects embody disaster mitigation measures, prevention of death and destruction will be enhanced.

In the past, disaster management in Lesser Developed Countries (LDCs) has concentrated on reacting to the damage caused by natural phenomena. The reduction of the vulnerability levels of production facilities, infrastructure, and human settlements to natural hazard risks were frequently not explored. As a consequence, the need for massive local and foreign assistance for post-disaster relief and reconstruction has increased dramatically as ever larger segments of LDCs' population - particularly the poor - and ever greater portions of their productive capacity are affected each year by disasters. While disaster prevention is widely recognized as the most efficient and effective means of reducing damage and loss of life, mitigation measures have proved extremely difficult to implement. Mitigation implementation ought to be part of development activities and the development planning process must include natural hazard risk assessment and mitigation measure identification if significant reductions in the damage caused by natural phenomena are to be achieved.

Description:

The Organization of American States through its Department of Regional Development (OAS/DRD), with the support of the United States Agency for International Development and its Office of Foreign Disaster Assistance (USAID/OFDA), has undertaken an initiative to incorporate natural hazard risk assessment and mitigation measure identification into the integrated regional development planning process through the "Natural Hazard Risk Assessment and Disaster Mitigation Pilot Project in Latin America and the Caribbean Basin" (NHP).

With the intention of modifying development activities so that potential disasters can be avoided, the NHP seeks to:

1. Assess natural hazard risk as part of natural resource evaluation and development strategy formulation;
2. Identify and formulate mitigation measures for development investment projects;
3. Improve information interchange, and;
4. Inform planning technicians and decision makers about risk assessment and disaster mitigation techniques.

The NHP is bringing to the disaster management area a decidedly focused approach. It is an effort in researching, field testing and implementing disaster mitigation measures through integrating appropriate technical information into real technical assistance activities. The NHP,

recognizing the special role that integrated regional development planning plays in LDCs, is attempting to expand that role in the short term using the resources at hand while collaborating in drawing up an agenda for intermediate and long term mitigation research and implementation activities.

This approach is particularly relevant in post-disaster situations where tremendous pressures are brought to bear on local, national and international agencies to replace, preferably on the same site, destroyed facilities. All too quickly the lack of adequate natural event, hazard and risk assessment information, and its incorporation into the development planning process, become evident. In some instances, the disaster and the resulting reconstruction program dictates a reassessment of national or regional physical and economic plans and programs, such as in the case of Nicaragua. In other situations, regional and local plans and programs have to be reformulated to accommodate newly recognized disaster vulnerability, such as in case of Guatemala, Honduras, Peru, the Paraguay River Basin and several Caribbean Islands. In still other situations, the disaster, as devastating as it might be, is still overshadowed by pre-existing development problems, such as in the case of Mexico City.

#### Analysis of the Technique:

To address the disaster mitigation issue, specific information must be incorporated into the various stages of the integrated development

planning study, including a study carried out in a reconstruction context (see Figure 1). This information can be divided into four groupings.

1. Natural Events: As part of the natural resource investigation, the presence and effect of natural phenomena on the goods and services that natural resources provide must be determined.
2. Natural Hazard Assessment: As part of natural resource evaluation, hazard and risk assessment information qualifies the impact natural events have on possible development activities.
3. Post Disaster Investigations: Following the occurrence of natural events which result in disasters, be they major or not, post-disaster investigations further describe the qualitative and quantitative aspects of natural hazards, often supplanting the lack of historical observations and scientific research.
4. Lifeline Network Identification and Vulnerability Analysis: Lifeline networks for production facilities, infrastructure networks and support systems to settlements define those critical segments or components which should have the lowest damage vulnerability or which should be recognized as priority elements for rehabilitation following a disaster.

In accordance with these groupings, the NHP has identified key formation pieces that are required for effective mitigation to take place through the planning process (see Figure 2):

- a. In the Preliminary Mission, information concerning natural phenomena, the presence or absence of hazards, and post-disaster damage evaluation of the study area should be collected. The presence of hazards will indicate the need for further qualitative assessment as it affects natural resource management and economic development potential.
- b. In Phase I an assessment of the risks that natural hazards present to the study area should be prepared. Existing critical segments or portions of production facilities, infrastructure and settlements in high risk areas should be identified through examining risk and lifeline network maps. The vulnerability of those segments or portions should also be determined. The development strategy is affected by the presence of hazards, and hazard mitigation is a consideration in the identification of sectoral development projects.
- c. In Phase II specific mitigation measures for selected investment projects should be determined as well as vulnerable lifeline network elements for disaster preparedness activities. The

presence of hazards should affect specific site selection, project engineering design and economic feasibility of development investment projects.

- d. In the Implementation Phase, the monitoring of mitigation implementation and disaster preparedness activities provides information for evaluation of development studies in execution and the formulation of new development studies and disaster management activities.

The information pertaining to these four stages is presently generated by three principal networks: international and national phenomena research and monitoring centers and universities, disaster management entities, and multisectoral and sectoral planning agencies and operational secretaries and ministries. The source of financial support, staff training, subject areas of responsibility, and the role in mitigation program implementation of these networks varies greatly from country to country, as does their interrelationship. The situation can be generally characterized, however, by an emerging disaster management programs, resource constraints in the area of natural phenomena research and monitoring, and a planning process that is under tremendous pressure to design and implement economic development programs in the absence of natural hazard information.

Essential Recommendations:

Based on the experiences to date of the NHP, particularly those where field testing of natural hazard and risk assessment, mapping, and project formulation methods have taken place, the following recommendations can be made. They are divided into two categories, those with an institutional and those with a technical focus.

A. Institutional Focus:

1. Give preference to existing planning and executing agencies for post-disaster damage evaluation, risk assessment, and reconstruction project formulation and implementation.
2. Insist on participation from all affected sectors in the above mentioned activities.
3. Define realistic budgets and ensure that approved reconstruction projects complement one another.
4. Insist that natural hazard risk assessment and mitigation measure selection are part of the planning process at the policy, program and project levels.
5. When necessary, insist that adequate risk assessment and mitigation selection technical assistance, including personnel training, is made available through reconstruction activities.
6. Ensure that disaster preparedness officials are made aware of the vulnerability levels of existing and proposed economic production, support infrastructure and human settlement projects.

The formulation of reconstruction programs following major disasters has had the greatest impact on national, regional and local development planning processes. The degree to which these programs have been integrated into existing planning processes varies considerably from country to country and occurrence to occurrence. The most typical response has been the creation of a reconstruction planning process in parallel with existing planning processes. Reconstruction programs are often supported by major international technical assistance and funding programs, and the preference has been to implement reconstruction programs outside of the mainstream of development activities in the hopes of expediting execution and avoiding existing bureaucratic delays.

The result of this dual development planning approach has often lead to sectoral reconstruction efforts taking place without an assessment of the overall post-disaster situation of the particular affected area. The natural event may have altered substantially the conformation of the natural resource potential, if by nothing other than making clearly evident the natural hazard risk and the vulnerability of pre-disaster development activities. The resultant damage from the event has almost always necessitated a re-evaluation of existing development policies and sectoral projects. In many cases, such policies and projects are no longer appropriate to the needs of the area, nor coincide with the best use of its natural resources. Reconstructing damaged production facilities, infrastructure and settlements without formulating a comprehensive development strategy based on the post-disaster situation

has often lead to missed opportunities for incorporating disaster mitigation measures and recognizing the influence natural hazard risks have on development planning decisions.

In preparing policies and programs, realist budgets should be drawn up which will permit an integrated package of reconstruction projects to be executed. This necessitates appropriating scare funds among sectors and programming sectoral activities to complement one another, a difficult task even in non-post-disaster circumstances.

At a policy level, reconstruction programs should strengthen efforts to include disaster prevention as a development policy issue. This is in recognition of the vulnerability of existing development activities, development capital needs, dependency on international investments and disaster relief assistance, and anticipated increased risk assessment requirements from international lending and insurance institutions. At the development program level, sectoral agencies should examine the impact of disaster-related damage and repair costs on yearly operating budgets and specific development programs. Besides identifying contingency funds for disaster relief and rehabilitation needs, the identification of prevention criteria and their cost, and the form of implementation should also be discussed. At the project level, the appropriate national institutions should be encouraged to include mitigation measures as part of projects design and to identify those segments or portions of their

development activities which are most vulnerable to natural hazards so that disaster preparedness actions may anticipate the location, type, and magnitude of possible damage.

The role individual specialists from national technical agencies will play is of utmost importance. Additional orientation and training in using existing risk assessment methodologies and proposing new areas for investigation are critical to reconstruction development programs. Thus, international technical cooperation should include a personnel training component so that their approach is pragmatic and firmly rooted in incorporating to the extent possible natural hazard and risk assessment information in the natural resource evaluation, and development and project formulation stages.

Finally, the information contained in lifeline maps identifying the critical components of infrastructural and production networks should be shared with sectoral and disaster preparedness agencies to ensure that those responsible for maintaining those networks in working order and those responsible for responding to an emergency situation are aware of the relative vulnerability of each of the networks' components.

B. Technical Focus:

1. Immediately prepare multisectoral damage assessment and reconstruction needs inventories and syntheses of same.

2. Define the precise geographical area for reconstruction activities and assign priorities.
3. Collect all available natural resource and natural hazard analytical information and assess the impact of the disaster on national, regional and local development policies, programs and projects.
4. Include natural hazard risk assessment and mitigation measure information in all sectoral reconstruction project formulation.
5. Insist that subsequent scientific research and disaster preparedness activities are focused on the geographical areas encompassing priority public and private sector investments.

Development planning processes, in general, are more highly evolved and have more influence than disaster management processes at the present time in Latin America and the Caribbean. Notwithstanding the risks posed by natural hazards, national governments continue to make decisions concerning major investment projects with or without appropriate hazard assessment and mitigation measure information. Thus, post-disaster studies should recognize this situation and attempt to make disaster mitigation part of policy, program and project issues during reconstruction.

Following a catastrophic event, disaster management programs usually take the lead in generating damage assessments and relief need analysis, supported by sectoral studies for funding rehabilitation activities. These individual investigations can be quite detailed. But often their usefulness in formulating reconstruction programs in the context of integrated development planning can be limited if comprehensive conclusions are not drawn. Development planning studies must contain a comprehensive view of the impact of the disaster drawn from sectoral reports in order to define a precise geographical area for reconstruction activities and assign priorities based on modified predisaster needs.

Post-disaster studies should include timely multisectoral damage assessments; reconstruction needs inventories, and identify areas where no or extremely limited development activities should take place regardless of the natural resource potential. Previously available general natural phenomena and hazard studies may identify potentially hazardous areas, but often lack adequate definition to evaluate existing or proposed development activities. Needed then is further study of those most promising areas in terms of their natural resource potential and the limitations and opportunities the related natural events pose.

Such studies may lead to increased investigation of alternative cropping and irrigation patterns, soil conservation and reforestation techniques, farm to market road patterns, and new settlement location and existing settlement expansion programs. These programs may have been identified previously as possible development activities given the natural resource potential and proposed public and private sector programs. Thus, sectoral development planners such as water resource, agricultural, transportation and agricultural economic specialists must become aware in the resource evaluation stage that natural hazards may pose constraints to certain development activities and that mitigation measures will have to be part of overall development project design.

In preparing reconstructions projects, planning studies should use available non-structural and structural mitigation techniques including

land use zoning, performance criteria, building codes, material specifications, and taxation and insurance programs. When absent or inappropriate, the planning team should collaborate in their creation or modification to fit national, regional and local needs. The cost of mitigation measures should also be included in the economic analysis of the projects at the prefeasibility stage.

Research Priorities and Needs:

To the extent possible scientific investigation, disaster management, and reconstruction planning activities should be focused on the following areas:

1. Natural event occurrence, and review and synthesis of existing natural resource and natural hazard information;
2. Increased flood plain, landslide, and incipient desertification hazard assessment;
3. Lifeline network mapping on a sector by sector basis;
4. Review and synthesis of existing post-disaster damage assessment, including local interviews and oral histories;
5. Initial lifeline network vulnerability mapping;
6. Review and synthesis of existing structural and non-structural mitigation programs, and;
7. Modification of land capability mapping methodologies to more clearly manifest natural hazard information.

In carrying out these activities, an agenda for further investigation and evaluation is created without altering the existing organizational

structure for natural science investigation and disaster preparedness. By creating the need and opportunity to generate this information, these activities forge concrete, operational linkages which will produce results while strengthening the national institutional structures of all involved agencies.

176

FIGURE 1

OAS/DRD NATURAL HAZARDS PROJECT  
SYNTHESIS OF THE DRD DEVELOPMENT PLANNING PROCESS

COMPONENTS	STUDY DESIGN	STUDY EXECUTION		IMPLEMENTATION OF RECOMMENDATIONS
		PHASE I DEVELOPMENT DIAGNOSIS	PHASE II PROJECT FORMULATION AND PREPARATION OF ACTION PLAN	
<b>Activities:</b>	<p>Receipt and analysis of request for cooperation</p> <p>Preliminary Mission</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pre-diagnosis</li> <li>- preparation of cooperation agreement</li> </ul>	<p>Diagnosis of region</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sectoral analysis</li> <li>- spatial analysis</li> <li>- institutional analysis</li> <li>- environmental analysis</li> <li>- synthesis: needs, problems, potentials, constraints</li> </ul> <p>Relation to national plans, strategies, priorities</p> <p>Development strategies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulation and analysis of alternatives</li> <li>- identification of project ideas</li> </ul>	<p>Project formulation (profile or prefeasibility) and evaluation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- production sectors (agriculture, forestry, agroindustry, industry, fishing, mining)</li> <li>- support services (marketing, credit, extension)</li> <li>- social development (housing, education, labor training, health)</li> <li>- infrastructure (energy, transportation, communications)</li> <li>- urban services</li> <li>- natural resource management</li> </ul> <p>Action plan preparation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulation of packages of projects</li> <li>- policies for priority areas and sectors</li> <li>- enabling and incentive actions</li> <li>- investment timetable</li> <li>- evaluation of funding sources</li> <li>- institutional development and training</li> <li>- promotion</li> </ul>	<p>Assistance for specific programs and projects</p> <p>Assistance in incorporating proposed investments into national budget</p> <p>Advisory services for private sector actions</p> <p>Support to executing agencies</p> <p>Support in inter-institutional coordination</p>
<b>Products:</b>	<p>Signed cooperation agreement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- definition of products of study</li> <li>- financial commitments of participants</li> <li>- preliminary workplan</li> </ul>	<p>Interim Report (Phase I Report)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diagnosis of region</li> <li>- preliminary development strategy</li> <li>- identified projects</li> </ul>	<p>Final Report</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- development strategy</li> <li>- action plan</li> <li>- formulated projects</li> <li>- supporting actions</li> </ul>	<p>Government execution of</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- feasibility and final design studies</li> <li>- implementation of projects</li> <li>- changes in legislation and regulations</li> </ul> <p>Improved operational capability of institutions</p>
<b>Time Frames:</b>	3 to 6 months	9 to 12 months	12 to 18 months	Variable

FIGURE 2

OAS/DRD NATURAL HAZARDS PROJECT

GENERAL COMMENTS ON THE RELATIONSHIP OF NATURAL HAZARDS EVENTS AND  
DEVELOPMENT PLANNING PROCESS COMPONENTS

		EARTHQUAKE	VOLCANO	MAJOR FLOOD EVENT	HURRICANE	DROUGHT
Preliminary Mission	Objectives:	Collection of information to establish the presence of hazards in the integrated regional development study area and the limits of risks posed.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazards indicates the need for further qualitative and quantitative assessment as they affect natural resource and economic development potential.				
Development Diagnosis, Strategy Formulation, and Project Identification	Objectives:	For those hazards present in the study area, assessment of the risk (risk hazard map) and identification of existing critical segments or elements of production facilities, infrastructure and settlements (lifetime network map).				
		Inclusion of risk and vulnerability aspects in defining development potential and strategy (for example, flood plain, landslide area, incipient desertification identification, and land capability maps).				
		Identification of alternative non-structural and structural mitigation measures in initial development project identification.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazard will affect the formulation of the development strategy and the type and location of investment projects and suggest modification of the lifeline network.				
		Presence of hazard will affect overall strategy formulation and hazard mitigation should dominate identification of production sector projects, particularly agriculture.				
Action Plan Preparation and Project Formulation	Objectives:	Determination of specific mitigation measures for selected investment projects and determination of critical lifeline network elements for disaster preparedness activities.				
	Affect on development patterns:	Presence of hazard will affect the action plan for project implementation and the specific site selection of investment projects at the local level, project engineering design and economic feasibility.				
Implementation	Objectives:	Follow-through on implementation of mitigation measures and disaster preparedness.				
	Affect on development patterns:	Monitoring of natural phenomena for early warning against possible damage, and formulation of future risk assessment and disaster preparedness activities.				

ANEXO III.3.1.- SEPARATA SOBRE EL CONCEPTO DE ECOSISTEMAS

# MAN AND THE ENVIRONMENT

An introduction to human ecology and evolution

Arthur S. Bougehey

Department of Population and Environmental  
Biology, University of Toronto



ANEXO III.3.2.- SEPARATA SOBRE BIENES Y SERVICIOS NATURALES

## BIENES Y SERVICIOS NATURALES

### BIENES/PRODUCTOS

- 1.- Agua potable (superficial y subterránea)
- 2.- Agua industrial (superficial y subterránea)
- 3.- Agua para irrigación (superficial y subterránea)
- 4.- Madera aserrada y para pasta
- 5.- Lena
- 6.- Materiales de construcción hechos de madera (postes, vigas, etc.)
- 7.- Plantas ornamentales (interiores, jardines, secas)
- 8.- Fibras vegetales (soga, telas)
- 9.- Plantas medicinales
- 10.- Alimentos para consumo humano (frutas, gomas, miel, savia, tallos, semillas, nueces, hojas)
- 11.- Alimentos para consumo animal
- 12.- Alimentos animales para consumo humano (pescado, aves, etc.)
- 13.- Plantas acuáticas para consumo humano
- 14.- Condimentos (especias, sal, bicarbonato de sodio)
- 15.- Sustancias químicas vegetales (tintura, tintas, ceras, látex, resinas, tanino, jarabes, drogas, etc.)
- 16.- Fertilizantes (minerales, harina de pescado, guano, otros)
- 17.- Materiales acuáticos preciosos/semipreciosos (perlas, coral, conchas, madreperla)
- 18.- Materiales para trabajo artesanal (rocas, madera para tallar, fibras para cestería, etc.)
- 19.- Metales (bauxita, minerales, terrones de oro nativo, etc.)
- 20.- Metales no-metálicos (asbestos, arcilla, calizas, etc.)
- 21.- Materiales de construcción (arenas, arcillas, escoria, cementos, ripio, rocas, mármol, etc.)
- 22.- Nutrientes minerales (fosforo)
- 23.- Tinturas y vidrios minerales
- 24.- Piel, cueros, pellejos
- 25.- Otros materiales animales (huesos, plumas, colmillos, dientes, garras, mariposas)
- 26.- Otros materiales vegetales (semillas, vainas)
- 27.- Peces vivos (ornamentales, domésticos)
- 28.- Animales vivos para zoológicos y para uso doméstico
- 29.- Animales vivos para realizar trabajos designados por el hombre
- 30.- Animales vivos para investigación
- 31.- Combustibles fósiles (petróleo crudo, gas natural, carbón)
- 32.- Otros combustibles (turba, otras materias orgánicas, estiércol, biomasa)
- 33.- Forraje de ganado

### OPERACIONES, MANTENIMIENTO, ADAPTACION Y EVOLUCION DEL ECOSISTEMA

- 1.- Ciclo de nutrientes
- 2.- Almacenaje de nutrientes
- 3.- Distribución de nutrientes (inundaciones, transporte de polvo y sedimentos, etc.)
- 4.- Fotosíntesis-respiración
- 5.- Adaptación

- 6.- Auto-regulación
- 7.- Ensayo y diseño de competición (control de población, evolución)
- 8.- Ciclo de minerales
- 9.- Hábitat para animales, insectos, y otras formas de vida locales terrestres, aéreas y acuáticas (alimentación, crianza, vivero, cobertura, transporte, educación y entrenamiento)

### BIENES Y SERVICIOS NO TANGIBLES

- 1.- Cortaviento
- 2.- Sombra
- 3.- Uso recreacional del agua (natación, boga, patinaje en hielo y en agua, deslizamiento en tabla)
- 4.- Uso recreacional de la tierra (excursionismo, exploraciones, montañismo)
- 5.- Uso recreacional del aire (volar, planear, paracaidismo)
- 6.- Uso recreacional de animales (caza y pesca deportiva, colección de insectos)
- 7.- Uso recreacional del ecosistema (paseos de observación, turismo)
- 8.- Turismo científico (exploraciones)
- 9.- Desarrollo y reserva de valores
- 10.- Desarrollo y reserva espiritual
- 11.- Valor histórico
- 12.- Valor cultural
- 13.- Sistemas tempranos de avisos (cambios en tiempo y clima)
- 14.- Modificación de la humedad
- 15.- Modificación de la temperatura
- 16.- Modificación de la luz
- 17.- Filtración de rayos ultravioleta y otros
- 18.- Almacenamiento de información de formas de vida adaptables (genética)
- 19.- Protección de la cultura y costumbres indígenas

### SERVICIOS ECONOMICOS NO MONETARIOS

- 1.- Fuentes de energía (eólica, solar, hidráulica, geotérmica, biomasa, mareas)
- 2.- Dilución de contaminantes
- 3.- Descomposición de contaminantes (oxidación, evaporación, disolución)
- 4.- Transporte de contaminantes (viento, agua, consumo animal, dilución eólica y acuática de contaminantes)
- 5.- Control de erosión
- 6.- Control de sedimentos
- 7.- Control de inundaciones
- 8.- Recarga de aguas subterráneas
- 9.- Espacio para ocupaciones urbanas, industriales y agrícolas, caminos, canales, aeropuertos
- 10.- Almacenaje de desechos y contaminantes
- 11.- Soporte físico para estructuras
- 12.- Control y protección del clima
- 13.- Control y protección de enfermedades

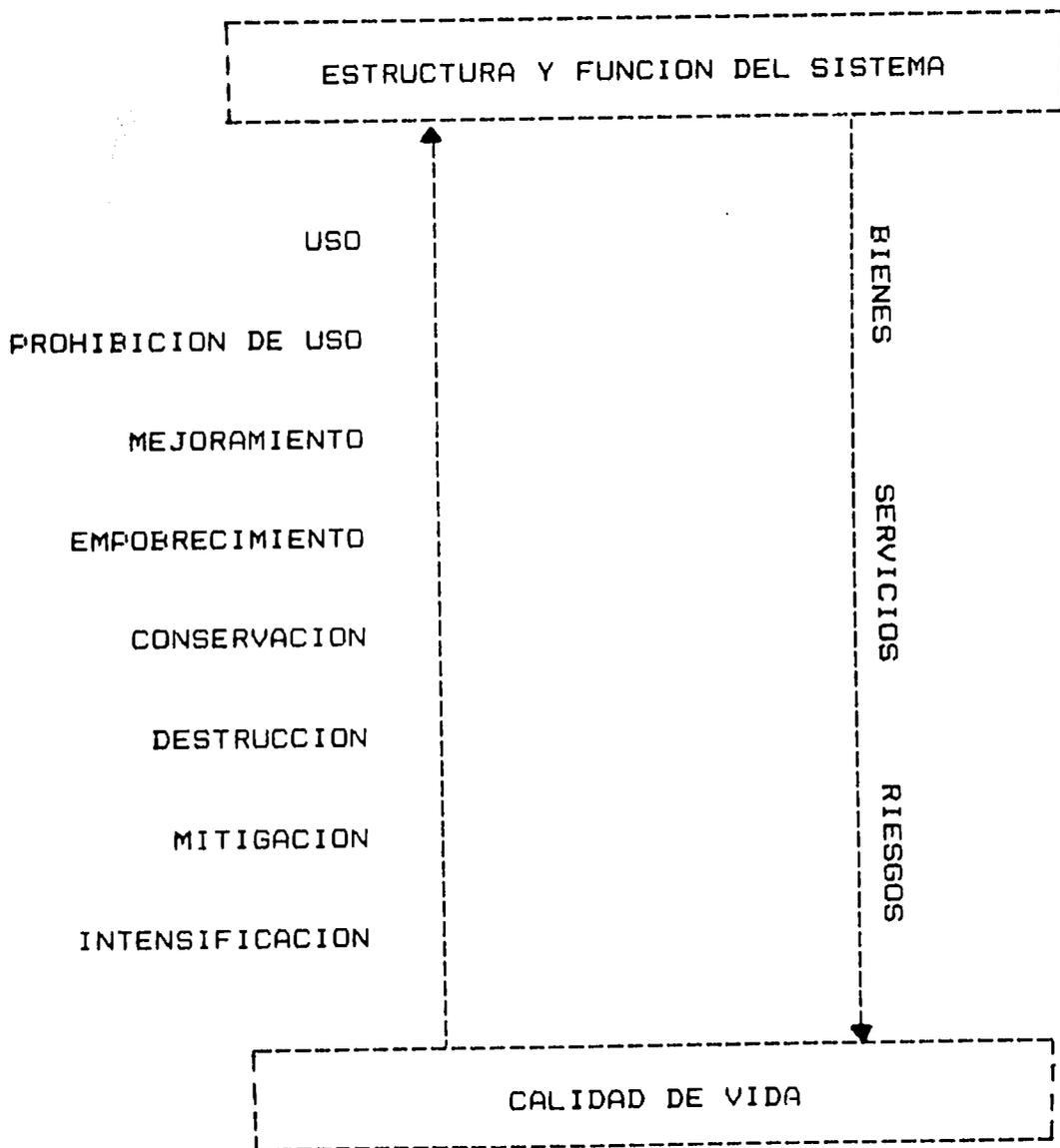
**ANEXO III.3.3. - SEPARATA SOBRE RIESGOS NATURALES**

### ANEXO III.3.3.- SEPARATA SOBRE RIESGOS NATURALES

#### LISTA DE RIESGOS NATURALES

- 1.- Plagas y enfermedades (virus, bacterias, tremátodos, parásitos, hongos, etc.)
- 2.- Inundaciones naturales
- 3.- Avalanchas (tierra, nieve, hielo), deslizamientos, inundaciones de lodo, etc.)
- 4.- Viento (tornados, huracanes, ciclones, tormentas de polvo)
- 5.- Erosión y sedimentación natural
- 6.- Temperaturas extremas (duración, intensidad)
- 7.- Humedades extremas (duración, intensidad)
- 8.- Sequía
- 9.- Nieve
- 10.- Hielo
- 11.- Granizo
- 12.- Niebla, neblina
- 13.- Helada
- 14.- Radiación solar
- 15.- Relámpagos
- 16.- Fuego
- 17.- Tóxicos químicos, concentración de gases
- 18.- Radiación nuclear
- 19.- Terremotos
- 20.- Vegetación nociva (plantas venenosas, especies "invasoras")
- 21.- Animales venenosos (serpientes, insectos)
- 22.- Predadores
- 23.- Volcanes
- 24.- Maremotos (tsunamis)

ANEXO III.3.4.- SEPARATA SOBRE IMPACTOS AMBIENTALES



ANEXO III.3.5.- EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #3

### **ANEXO III.3.5.- EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #3**

#### **RIESGOS NATURALES Y MANEJO AMBIENTAL**

Basado en el material presentado en clase, prepare un breve ensayo discutiendo el texto adjunto. Asegúrese de distinguir la terminología utilizada en el texto y de analizar el significado de lo que el texto presenta en el marco de las discusiones realizadas en el aula sobre el tema.

#### **NOTA AL INSTRUCTOR:**

El objetivo de este ejercicio es el de hacer a los participantes analizar un pasaje típico de la literatura sobre manejo ambiental para que ellos mismos identifiquen el uso equivocado de términos tales como "ambiente," "ambientalmente exitoso...," "experto ambiental," etc.

**M** ¿Cuáles son los fundamentos básicos para considerar el medio ambiente como factor imprescindible en la formulación de una política de desarrollo?

**O** Habría que partir del planteamiento de que los procesos de desarrollo transforman ilimitadamente la naturaleza. Hemos definido el desarrollo como un proceso de transformación del medio ambiente natural en medio construido, artificializado.

Para nosotros desarrollo no sólo es la especialización del trabajo, sino también de la naturaleza, es decir el uso del medio ambiente.

En la literatura económica se afirma que a través de las especializaciones del trabajo, la tecnología y el capital, se aumenta la productividad; pero se deja de lado la otra parte del problema, dado que en ese proceso también se está especializando el uso del suelo, los bosques, los cultivos, etc.

En ese proceso de especialización y de transformación, al extraer del medio natural materias primas, recursos naturales, energía, etc. se alteran los ecosistemas por una parte. Por otra parte, al descargar sobre los ecosistemas los residuos generados del proceso de transformación, nuevamente puede haber una alteración.

Partiendo de la concepción expresada anteriormente, es que nosotros decimos que hay problemas económicos del desarrollo que podrían tener una mejor solución si es que se tomara en cuenta la dimensión ambiental. Y hay problemas ambientales que se podrían resolver mejor si se tomara en cuenta la dimensión económica del proceso de desarrollo.

**M** ¿Podría darnos un ejemplo donde se toman en cuenta ambas dimensiones?

**O** Imaginemos un proyecto de construcción de terrazas en áreas de erosión. Es un proyecto de conservación de la naturaleza pero que genera empleo y mejora la productividad del suelo y por consiguiente mejora las condiciones de vida.

Con este enfoque nos alejamos de las dos posiciones típicas: la economista o desarrollista, que menosprecia el

medio ambiente y la posición conservacionista que desvaloriza el desarrollo. Ninguna de las dos opciones es lógica ni sostenible. En cambio, sí son sostenibles proyectos que cumplan objetivos económicos y que simultáneamente preserven, amplíen o eviten que se deteriore el medio ambiente. Al fin y al cabo, el ambiente es nuestro capital social fundamental, sobre el cual se construye todo lo demás.

**M** Más allá de las discusiones entre esas dos corrientes, ¿qué logros se han alcanzado?

**O** Creo que se ha logrado un avance bastante grande. Por ejemplo el documento de Estrategia Mundial de la Conservación de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) recoge muchas de estas ideas. Por otra parte, creo que los conservacionistas latinoamericanos también han asumido una posición más racional en cuanto a la necesidad de usar los recursos.

Creo que es entre los economistas, ingenieros, arquitectos, donde todavía no observamos cambios, y por consiguiente es extremadamente difícil lograr su colaboración.

El caso que me produce más desazón es el de los economistas. Desgraciadamente en la economía convencional moderna, el objeto del análisis económico se ha trasladado estrictamente a la problemática de los flujos y los equilibrios de corto plazo, abandonándose la preocupación por los patrimonios.

Al hacer eso, se ha dejado de lado definitivamente la mayor parte de las variables y los factores que tienen que ver con el desarrollo.

Imagínese qué pasaría con una empresa donde el gerente trabajara exclusivamente en función de la información que le proporciona el estado de ingresos y gastos y no el balance activo y pasivo. Pues eso es lo que están haciendo muchos profesionales con la economía nacional.

**M** ¿Es viable plantear en todos los casos la mediación de la rentabilidad de la variable ambiental en los proyectos de desarrollo?

O No, yo creo que ese es un instrumento que tiene utilidad parcial. Se puede usar por ejemplo, para comparar los proyectos distintos y ver cuál de ellos tiene mayor o menor rentabilidad social y ambiental.

La cuestión es muy compleja, porque en lo ambiental hay procesos que tienen sus efectos positivos o negativos a muy largo plazo; y entonces si usas tasas de interés relativamente altas, esos beneficios resultan totalmente descontados.

Lo que me parece que está haciendo mucha falta son estimaciones cuantitativas del patrimonio de capital, del patrimonio natural, del patrimonio construido e incluso del patrimonio humano.

O Hay que buscar coincidencias entre intereses socio-económicos y ambientales. Una de las características de la crisis es el desempleo. Me parece que una de las preocupaciones que debían tener las unidades de política económica en combinación con las que se ocupan de los problemas de conservación de recursos, es la de buscar proyectos en los cuales la conservación de un recurso o el mejoramiento de las condiciones ambientales de vida de sectores pobres, coincidan con proyectos que den empleo o aprovechen capacidades ociosas o transformen los desperdicios en energía o productos reciclados. Aquí están una enorme gama de posibilidades de proyectos como los de reforestación, de drenaje de canales, de protección de riberas de ríos, de aprovechamiento de basura, entre otros.

M ¿A qué sectores debemos priorizar cuando nos referimos a esfuerzos de motivación o convencimiento sobre los problemas ambientales?

O Una prioridad corresponde a la educación de aquellos especialistas profesionales que son los que elaboran, implementan y evalúan los proyectos.

Estos indicadores nos ayudarán a tener idea hasta qué punto el incremento del ingreso se da o no a costa de la destrucción del patrimonio.

En el Perú tuvieron durante un cierto periodo, un extraordinario incremento de la producción e ingresos de corto plazo derivados de la extracción de harina de pescado y eso se confundía con desarrollo. Lo que pasaba era que se estaba cambiando producción por destrucción del activo. Al final, qué es lo que queda? Sería interesante comparar el stock de pesca que se tenía en aquella época con estadísticas actuales.

M En momentos de crisis como las que vive América Latina, ¿qué se puede hacer realmente, para mejorar las actuales condiciones ambientales?

ANEXO III.4.1.- SEPARATA SOBRE RIESGOS HIDROLOGICOS Y  
ATMOSFERICOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELEFONO 35-2035 - APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

## RIESGOS METEOROLOGICOS Y DESERTIFICACION

Carlos López Ocaña

CURSO INTERNACIONAL DE "EVALUACION DE RIESGOS  
NATURALES PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS DE  
INVERSION".

OEA/CIDIAT. FEBRERO 17-22, 1986

MERIDA, VENEZUELA.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELEFONO 35-2035 - APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

## RIESGOS METEOROLOGICOS Y DESERTIFICACION .

Prof. Dr. Carlos López Ocaña<sup>1</sup>

- I. RIESGOS METEOROLOGICOS
  - A. Origen de los riesgos meteorológicos
  - B. Características de los riesgos meteorológicos
    1. Las inundaciones
    2. Las sequías
    3. Las heladas
    4. Los vientos
  - C. Información disponible y planificación
    1. Medidas de protección
    2. Utilización de la información en la planificación
- II. EL FENOMENO "EL NIÑO"
  - A. Consideraciones generales
  - B. Naturaleza del Fenómeno
  - C. Efectos del Fenómeno
  - D. Información necesaria para la planificación

<sup>1</sup> Ing. Agr., M.S., Ph.D. Director del Centro de Investigaciones de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-2035-APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

### III. DESERTIFICACION

#### A. Definición del Problema

#### B. Metodología para la identificación y evaluación de la desertificación.

1. Información necesaria
2. Indicadores de la desertificación
3. Evaluación de la desertificación
4. Vigilancia de la desertificación

#### C. Elaboración y uso de mapas de desertificación en la planificación del desarrollo.

1. Criterios para elaborar mapas de desertificación
2. Mapeo por computador

#### D. Prevención y Control de la desertificación .



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-2035-APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

### 1. RIESGOS METEOROLÓGICOS

(RESUMEN)

#### A. Origen de los riesgos meteorológicos

Los riesgos meteorológicos se generan de las anomalías en la distribución e intensidad de los recursos naturales hídricos y energéticos atmosféricos, oceánicos y continentales. Las dimensiones espaciales y temporales de los riesgos meteorológicos tienen particular importancia por los efectos negativos que pueden producir en los asentamientos y actividades humanas involucrados.

A nivel continental, los riesgos que el recurso hídrico puede generar son las inundaciones y las sequías. El recurso energético natural puede generar riesgos de heladas, golpes de calor, vientos fuertes y calmas.

#### B. Características de los riesgos meteorológicos

##### 1. Las inundaciones

##### a. Consideraciones generales

En el contexto de riesgo, las inundaciones son significativas cuando se dan en áreas geográficas que en forma estacional normal no están sujetas al proceso, como es el caso de regiones hiperáridas, semiáridas y subhúmedas\*.

##### b. Causas

Las inundaciones se pueden dar por la persistencia anormal de células ciclónicas o de baja presión atmosférica, que generan incrementos anormales, por precipitación, del recurso hídrico en los cursos de agua, causes secos o por lluvias torrenciales anormales " in situ " como es el caso del fenómeno



El Niño en el Pacífico. Las inundaciones también se pueden originar por altas temperaturas del aire o actividad tectónica en masas montañosas con hielo y/o lagunas.

c. Consecuencias

La fisiografía o configuración del relieve de la corteza terrestre juega un rol fundamental en los efectos erosivos, destructores y de acumulación que puede generar el agua caída en exceso en la región. Ella causa devastación o deterioro de ambientes tanto rurales como urbanos, impactando catastróficamente en las diferentes actividades humanas.

2. Las Sequías

a. Consideraciones generales

La sequía es un riesgo, cuando se da en regiones geográficas semiáridas, subhúmedas y húmedas que normalmente no están sujetas al déficit hídrico en el suelo y subterráneo, en forma sostenida involucrando la estación de crecimiento.

La sequía no es un riesgo en regiones hiperáridas ni áridas, en donde en forma natural la precipitación pluvial es nula o muy escasa. Si lo es, si el recurso hídrico (ríos, torrentes, manantiales y acuíferos) que genera el agua de bebida, la agricultura y toda clase de actividades humanas, disminuye sensible y anormalmente en la región.



b. Causas

Las sequías se generan por persistencia de células atmosféricas de alta presión (células autociclónicas), que provocan subsidencia por falta de afluencia de masas atmosféricas húmedas en la región.

c. Consecuencias

La sequía puede tener connotación socioeconómica aún en regiones hiperáridas y áridas, si no se recargan normalmente los cursos de escorrentías superficiales, manantiales y acuíferos que soportan las actividades humanas de esa región.

En las zonas semiáridas, subhúmedas y húmedas las sequías persistentes en la estación de crecimiento biológico pueden tener efectos deletorios, ocasionando pérdida de producción silvoagropecuaria, incendios forestales y falta de recursos hídricos, entre otros.

3. Las heladas

a. Consideraciones generales

La baja disponibilidad de energía en términos de radiación neta para los cultivos, se traduce en temperaturas por debajo de mínimas críticas que pueden soportar las plantas, ocasionando daños por frío.

b. Causas

Distinguiendo heladas agronómicas de las meteorológicas en función de la temperatura, las primeras tienen temperatura de referencia sobre 0°C y las segundas, 0°C.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-2035-APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

-4-

Las bajas repentinas de temperatura que causan heladas, pueden deberse a una fuerte pérdida de radiación de la superficie terrestre con atmósferas delgadas y cielos despejados, particularmente drásticas en invierno. (helada por irradiación). También pueden deberse a desplazamiento de frentes de aire frío en movimiento lateral (heladas advectivas), por drenaje de aire frío de cumbres nevadas a valles, especialmente después de las horas de sol (heladas por drenaje de aire frío), o pueden ser mixtas.

c. Consecuencias

El daño causado por heladas, pueden ser mínimo si se trata sólo de la congelación del rocío, formándose escarcha en las madrugadas (helada blanca). La helada puede ser muy perjudicial si la irradiación, advección, drenaje de aire frío o mixtas que la genera es intensa, matando a los cultivos no tolerantes (helada negra).

En relación al manejo de cultivos en una región propensa a heladas, el agricultor establece su calendario de labores culturales, acomodando el ciclo de vida de sus cultivos en los períodos libres de heladas y con disponibilidad de recurso hídrico. Aún así, se pueden presentar heladas tempranas; es decir, al final del período del cultivo o heladas tardías, al inicio del período vegetativo. Ambas causan pérdidas y desavastecimiento local del producto agrícola.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-2035-APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

-5-

4. Los Vientos

a. Consideraciones generales

La atmósfera pegada a la superficie terrestre como fluido que es, toma la forma del relieve terrestre y se mueve entre dos puntos: sobre él en función de diferencias térmicas y de presión del aire, así como de la topografía del terreno.

El viento definido como aire en movimiento puede ser de baja o alta velocidad, frío a caliente, húmedo o seco, breve o persistente y hasta catastrófico en sus efectos.

b. Causas

Los vientos se generan por diferencias térmicas y a la postre diferencias en presión atmosférica entre dos puntos de una región geográfica. Tienen importancia socioeconómica directa los vientos que se dan en la tropósfera, pegados a la superficie terrestre.

Las formas y contenidos superficiales del relieve terrestre modifican la expresión del viento. Así, el viento aumenta su velocidad en las quebradas, valles y cañones y aumenta su humedad cuando pasa sobre cuerpos de agua y formaciones vegetales.

c. Consecuencias

Los vientos según su velocidad, temperatura y contenido de humedad, pueden causar desde procesos evapotranspirativos y sensaciones térmicas triviales, hasta catástrofes de amplia cobertura regional como en el caso de huracanes y fenómenos similares.



-6-

C. Información disponible y planificación

1. Medidas de protección

Las medidas de protección contra los riesgos meteorológicos pueden ser pasivas si tienden a evitar el fenómeno meteorológico, o activas si tienden a reducir el efecto del mismo.

a. Medidas pasivas

Se toman por ejemplo en el momento de la planificación de la campaña agrícola por venir, en base a una evaluación exhaustiva de los factores agroclimáticos. Así se puede sembrar cultivos susceptibles a heladas en lugares sin heladas o en los períodos libres de heladas. Se puede también atrazar la siembra para evitar heladas tempranas o adelantar la cosecha para evitar heladas tardías. Conociendo el balance hídrico de la zona y los requerimientos de agua de un cultivo se puede evitar los efectos de sequías estacionales.

b. Medidas activas

Se pueden tomar meses, días, horas antes y/o durante la ocurrencia del fenómeno meteorológico.

En la actividad agrícola por ejemplo, es necesario contar con equipos, fuentes de energía, agua y sistemas de riego, que se utilicen sólo si la actividad agrícola es rentable.

En el caso de las inundaciones las medidas activas de protección pueden incluir: ordenamiento y manejo de racional de cuencas, protección de cauces <sup>con</sup> infraestructura física y cinturones forestales, ubicación de centros poblados e infraestructuras de servicio fuera de cauces naturales.



-7-

Dependiendo de su naturaleza el control efectivo de heladas se puede llevar a cabo con: calentadores, ventiladores, riego por inundación o aspersión, cinturones forestales.

Se puede disminuir el daño ocasionado por sequías: mejorando la eficiencia del riego, manejando la napa freática, empleando prácticas culturales apropiadas y con cinturones forestales, entre otras medidas.

2. Utilización de la información en la planificación

En base a pronósticos meteorológicos e hidrológicos se puede realizar una planificación a corto plazo, y en base a estudios climatológicos, de análisis de series históricas de datos y mapas de isolíneas generadas de ellas, se puede realizar una planificación a largo plazo.

El empleo de la información brindada por los satélites meteorológicos y red de radiosondas, además de la ofrecida por las estaciones meteorológicas terrestres y estaciones marinas, permite una adecuada planificación tanto a corto como a largo plazo, del desarrollo regional, con menores riesgos meteorológicos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-7035 - APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

## II. EL FENOMENO EL NIÑO

(RESUMEN)

### A. Consideraciones generales

En un video-cassette de 52 minutos de duración se presentan las causas y consecuencias del fenómeno El Niño, 1982-1983, con especial referencia al Perú y Ecuador. Así mismo se dan recomendaciones para comprender mejor la naturaleza reiterativa del fenómeno, tener mejor capacidad de pronóstico, disminuir los riesgos, mitigar los daños, aprovechar racionalmente los recursos generados e instruir a las poblaciones humanas susceptibles de ser víctimas del proceso.

### B. Naturaleza del Fenómeno

Se presenta el Fenómeno como una profunda alteración energética del binomio océano-atmósfera en el Pacífico Ecuatorial, que trae como consecuencia la inversión de la Célula de Walker, alteración de la termoclina, debilitamiento de los vientos Alisios del hemisferio sur, desplazamiento hacia el sur de la zona de convergencia Intertropical, elevación considerable de la temperatura del mar en las proximidades de las costas del Pacífico Sur, inestabilidad atmosférica sobre las mismas y lluvias torrenciales anormales sobre el lado occidental de América del Sur.

### C. Efectos del Fenómeno

Se explica también la repercusión del Fenómeno a nivel planetario global, con sequías anormales en el lado oriental del Pacífico Sur, sobre Indonesia, Filipinas y Australia y lluvias torrenciales y vientos huracanados en América del Norte.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-7035 - APDO. 456 - LA MOLINA LIMA PERU

-9-

Se hace un análisis de los profundos cambios ecológicos acaecidos a nivel oceánico y continental, detallando las alteraciones del medio físico y de las cadenas alimentarias naturales.

Se dan referencias de la reiteración del Fenómeno desde épocas pre-colombinas, con sus secuelas de devastación y hambruna descritas por escrito a partir Siglo XVI.

### D. Información necesaria para la planificación

Finalmente, se explican los modelos que se están diseñando, gracias al avance Tecnológico y a la concurrencia de información meteorológica y climatológica a nivel global, para comprender mejor el Fenómeno, que cada cierto número de décadas produce alteraciones físico-ambientales y biológicas temporales tan profundas en nuestro planeta, dejando paradójicamente por un lado huellas catastróficas para las poblaciones que sufren sus efectos inmediatos, y por otro generando recursos naturales.



### III. DESERTIFICACION

#### (RESUMEN)

#### A. Definición del Problema

La desertificación es la disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra, la que finalmente puede llegar a condiciones desérticas. Este proceso se refiere básicamente al empobrecimiento de medios áridos, semiáridos y subhúmedos, por el sobreuso de sus recursos.

#### B. Metodología para la identificación y evaluación de la desertificación

##### 1. Información necesaria

El diagnóstico de la desertificación se puede hacer ya sea comparando el estado del mismo ecosistema a través del tiempo, o comparando en un mismo ecosistema dos territorios al mismo tiempo. En cualquiera de los dos métodos es necesario tener información sobre a) indicadores b) componentes de la evaluación de un sistema de vigilancia ambiental.

##### 2. Indicadores de la desertificación

Se considera indicador, un fenómeno físico, una especie, una comunidad biótica, un criterio social, o una combinación de ellos tan bien asociados a condiciones ambientales particulares que su presencia o manifestación indican la existencia de esas condiciones. Los indicadores pueden ser físicos (profundidad efectiva del suelo, materia orgánica, costras, tormentas de polvo, tormentas de arena, salinización, alcalinización, profundidad y calidad del agua subterránea, cuerpos de agua, estado del sistema de drenaje y albedo), biológico-agrícolas (cobertura vegetal, biomasa aérea, producción



. II

vegetal, frecuencia y distribución de especies vegetales claves, fauna clave, población animal, estructura y composición de animales domésticos y producción animal y sociales (cambios en la agricultura de regadío y de secano, pastoralismo, minería, tala para leña y carbón, turismo, asentamientos nuevos y expansión de los existentes, asentamientos diversificados y asentamientos abandonados, población humana, nutrición, salud, conflicto, migración, marginación, redistribución, cultivos comerciales versus cultivos de subsistencia.

##### Selección de indicadores

El costo, el tiempo, las facilidades para el muestreo, y las condiciones geográficas y demográficas deben ser considerados por el planificador para la selección de indicadores. Se sugiere los indicadores arriba subrayados por su utilidad y facilidad de vigilancia.

##### 3. Evaluación de la desertificación

Los componentes para la evaluación de la desertificación son:

- Proceso: Qué tipo de deterioro está ocurriendo: erosión, tala, sobrepastoreo, contaminación, sequía.
- Tasa: Cuán rápido está ocurriendo: muy rápido, rápido, moderado, lento.
- Extensión: Cuál es la amplitud del proceso: muy extenso, extenso, mediano, reducido.
- Efecto en la productividad: muy fuerte, fuerte, moderado, débil.
- Rol de la estructura social: efectos en la agricultura, ganadería, forestaría, pesquería, industria, minería.



f. Riesgo :Cuál es el peligro de ocurrencia de desertificación: muy alto, alto, moderado, bajo.

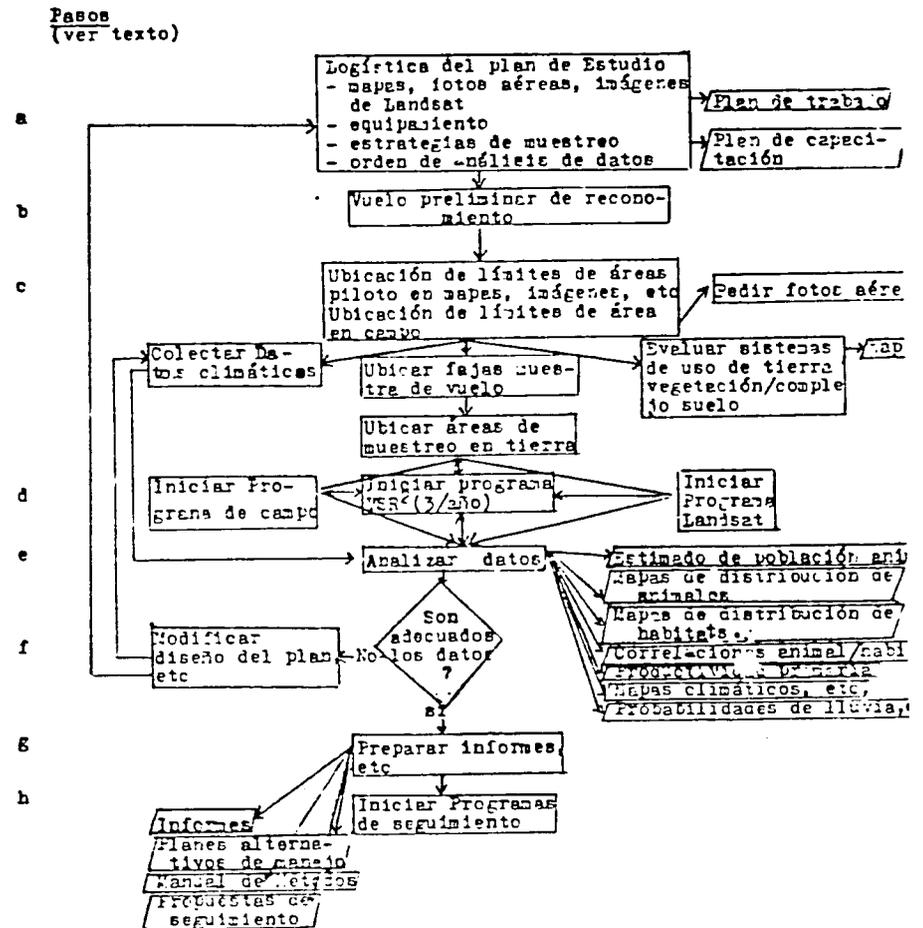
4. Vigilancia de la desertificación

La vigilancia se refiere a la colección sistemática y periódica de información a través del tiempo en la región proclive a la desertificación. Tiene que ver básicamente con los cambios en la vegetación, el ganado y la población humana. Es recomendable emplear la Unidad de Monitoreo Ecológico (UME) desarrollado por el Sistema Global de Monitoreo Ambiental (GEMS), de las Naciones Unidas.

La Fig. 1 presenta el flujo de información a través de una UME, la organización del plan de trabajo y algunos resultados que pueden esperarse. Comprende los siguientes pasos:

- a. Planear el alcance del proyecto
b. Ejecutar las estratificación inicial a partir de un vuelo de reconocimiento del área.
c. Fijar en forma preliminar los límites operativos de las subáreas.
d. Iniciar la colección de datos desde la tierra, el aire y el espacio.
e. Analizar los datos y producir los resultados preliminares.
f. Revisar la profundidad y alcance de la información obtenida.
g. Preparar las informaciones para las unidades de Operación (Administración y Planificación).
h. Iniciar los programas de seguimiento.

Fig. 1. Flujo de información a través de una Unidad de Monitoreo Ecológico (UME), conjuntamente con la organización del plan de trabajo de la UME y algunos de los resultados que pueden esperarse.



1. Fuente: UNEP. Desertification Control Bull. No. 6 April 1982
2. Vuelos Sistemáticos de Reconocimiento



Tabla 2. Escalas sugeridas para mapas de desertificación, para procesos de planificación del desarrollo regional.

Estado del PDR <sup>2</sup>	Tipo de estudio	Escalas				
		Mapa de desertificación	Clima y Escala	Criterios		
				Fisiografía	Suelos	Uso actual de la tierra
Mapa de toda el área de estudio en la escala disponible						
Diseño del estudio	Referencia					
Fase I - Diagnóstico - Estrategia - Identificación de proyectos	Exploratorio	1: 500,000 o 1: 1,000,000	1: 200,000 o 1: 500,000	1: 100,000 o menor	1: 100,000 o mayor	1: 100,000 o menor
Fase II (proyecto) - Estrategia de desarrollo - Plan de acción - Proyección formulada - Acción de apoyo	Desarrollado o Sistemático	1: 100,000 o 1: 250,000	1: 100,000 o 1: 200,000	1: 50,000 o mayor	1: 50,000 o mayor	1: 50,000 o mayor

1. Escalas de "Criterios", tomadas de: ONERN. Normas Generales para el Estudio de Recursos Naturales. Lima, Perú 1978
2. Proceso de Planificación del Desarrollo Regional -
3. Escala para Capacidad de Uso en la Fase II.
4. Bosques y pastizales



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

TELÉFONO 35-7035 - APDO 456 - LA MOLINA LIMA PERU

- 4 -

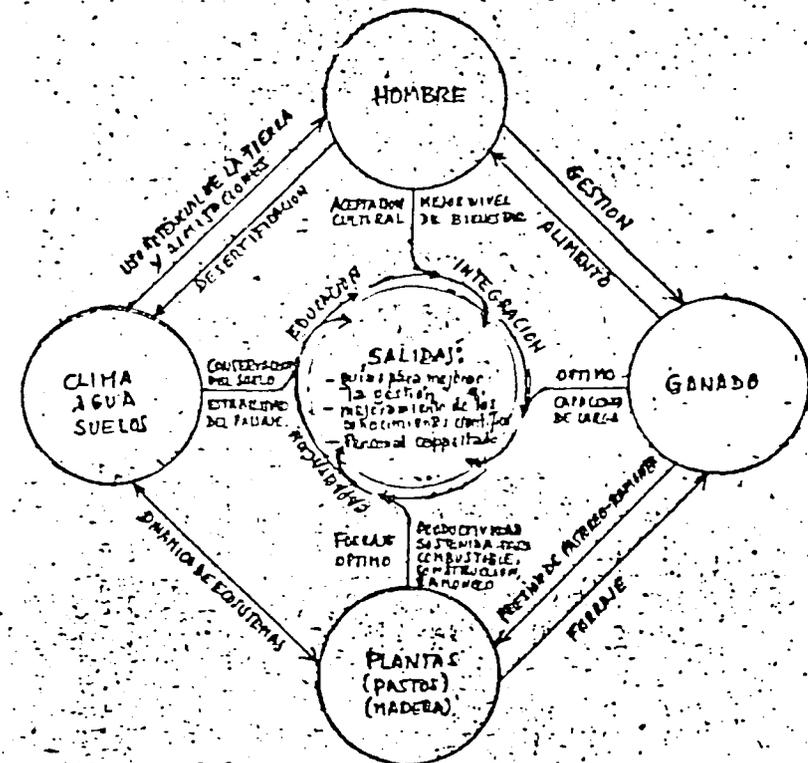
áridas que en húmedas. En base al cálculo del albedo de cada pixel de la imagen de satélite, se determinan los cambios en albedo entre imágenes sucesivas como una forma de mantener cambios en la calidad de la tierra, especialmente comparando épocas secas con húmedas.,  
Esta tecnología está aún en su fase experimental.

#### D. Prevención y Control de la desertificación

Para prevenir procesos de desertificación se debe implementar una apropiada planificación del uso de la tierra en función de su mejor opción.

La Fig. 3 presenta un modelo idealizado del mejoramiento del uso de la tierra. Prevenir y revertir procesos de desertificación es muy difícil en las regiones pobres en recursos. Es necesario conjurar acciones tecnológicas, políticas y sociales en programas de desarrollo regional integral, en el marco de un compromiso nacional prioritario.

Fig.3. El alcance integrado de IPAL para mejorar el uso de la tierra (anti-desértificación).



1. Lusigi, N.J. y G. Glaser. Desertificación y Nomadismo: Enfoque Piloto en Africa Oriental. La Naturaleza y sus Recursos. Vol. 17, No. 4 enero-marzo de 1964.

ANEXO III.5.1.- SEPARATA SOBRE RIESGOS DE INUNDACION

# RIESGOS DE INUNDACIONES

## CAPITULO II

### RECONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

#### Introducción

Generalmente las planicies no reciben inundaciones en épocas bien definidas por lo que en ellas se producen asentamientos humanos. Estos son debidos a los múltiples atractivos que ofrecen como suelos muy ricos para su explotación y gran disponibilidad de agua para satisfacer las demandas de los desarrollos humanos.

En las épocas de crecidas dichos asentamientos están sujetos a los riesgos que se deducen de las inundaciones siendo agravados cuando se tienen eventos extremos produciéndose desastres.

Los asentamientos humanos están compuestos generalmente por distintos grupos o sectores que tienen diferentes formas de visualizar el problema de las inundaciones debido a que sus objetivos son diferentes. También siempre es fundamental la interacción de dichos grupos como medio de poder evaluar posibles medidas de mitigación minimizando posibles conflictos entre ellos.

Para la cuenca del río Escalante, zona de ilustración de la metodología, se ha realizado un diagnóstico relativo al problema de las inundaciones. Se analizan en primer lugar las características físicas de la zona, las características socio-ecológicas identificando así los diferentes grupos humanos, una estimación de los efectos y daños debidos a inundaciones y la identificación de los grupos que en la zona tendrían preponderancia en la lucha contra las inundaciones con sus objetivos y medios de acción.

La cuenca está ubicada dentro de la zona Sur del Lago de Maracaibo, s.s.l.m., realizándose el estudio específico en el parte medio y baja.

La Zona Sur del Lago de Maracaibo cubre una extensión de 7.970 km<sup>2</sup>, ubicada dentro de la zona COPLANAR 1B2, 1B3 y 1B4 correspondiente a la sub región 1B, comprende desde la margen derecha del río Mucujupe hasta el río Zulia y Catatumbo, Figura 1.

Políticamente, la s.s.l.m., está comprendida dentro de los distritos Colón, del Estado Zulia; Alberto Adriani y Andrés Bello, del Estado Mírida; y Jauregui y Panamericana, del Estado Táchira.

Puede verse en la Figura 2 los límites correspondientes al Decreto 557 del Ejecutivo Nacional, establecido en noviembre de 1974 (Barrios, 1985).

El paisaje de planicie abarca unos 6.300 km<sup>2</sup> y los paisajes de piedemonte y montaña unos 1.670 km<sup>2</sup>. La línea de transición está demarcada básicamente por la carretera Panamericana que une El Vigía con La Fría.

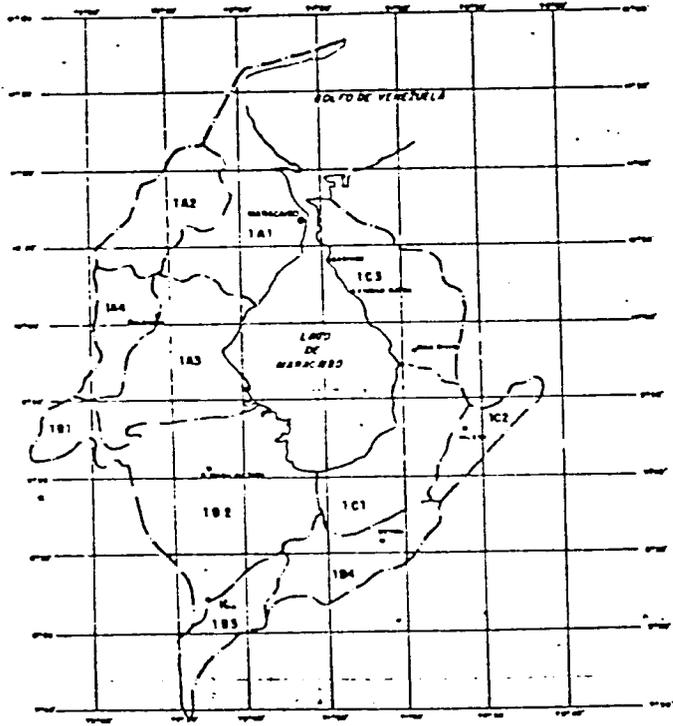
#### Características físicas

##### Ubicación geográfica

La cuenca en estudio está ubicada geográficamente dentro de la Zona Sur del Lago de Maracaibo entre los paralelos 8° 10' al Sur y 10° 00' al Norte y meridianos 71° 35' al Este y 72° 25' al Oeste.

Dentro de ella se adoptó como área crítica y de estudios básicos, donde se ilustra la metodología, la comprendida entre las coordenadas 996 al Norte, según planos elaborados por TRANARG (1971) a escala 1:25.000, coordenadas 951 al Sur y 146.000 m al Este y 184.000 m al Oeste. Esta área corresponde a la susceptible de recibir las grandes inundaciones y abarca en total 1.443 km<sup>2</sup>. Véase la Figura 3.

La cuenca del Escalante se divide según Stagno (1970) en tres grandes unidades fisiográficas correspondientes a tres situaciones de evolución geológica



REGION N° 1 COPLANARE  
 Límite de sub-región  
 IA Occidental  
 IB Sur  
 IC Oriental

Figura 1. MARNR (1978a)

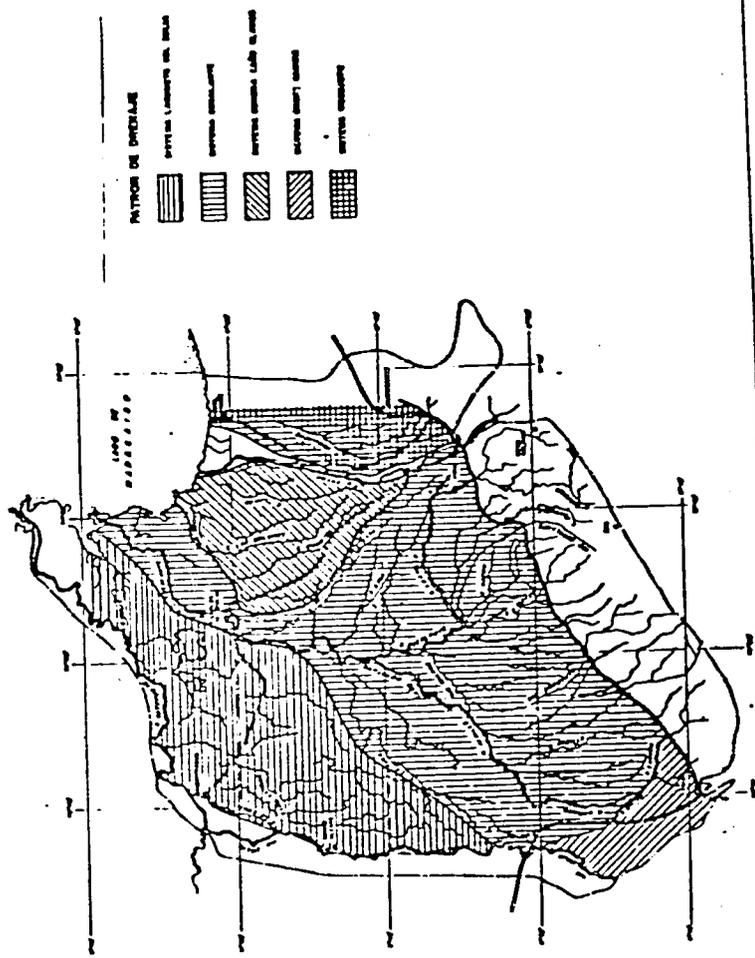


Figura 5. Patrón de drenaje. Zona Sur del Lago de Maracaibo.  
 Fuente: MARNR (1978a).

### Vivienda

En 1971 se tienen 24.325 viviendas familiares habitadas por 151.063 personas, es decir 6,2 hab/viv. El 52 % del total están en la categoría de rancho, vivienda improvisada y local utilizado como vivienda.

### Importancia económica

El área es de gran importancia para el país por su producción pecuaria, principalmente por la leche cruda. Ella representa cerca del 75% del total producido en la zona Sur del Lago de Maracaibo y el 50% del Estado Zulia. En el año 1982 representa el 32,4% de la producción a nivel nacional (Barríos, 1985).

De acuerdo al uso potencial de las tierras, la producción pecuaria puede incrementarse notablemente si la densidad de población de ganado llega de 2 vacas/ha pasto a 4 vacas/ha pasto debido a obras de drenaje.

Por otro lado la producción agrícola puede mejorar la eficiencia de uso de los suelos si los cultivos se establecen, con un cambio de uso, en los mejores suelos.

### Estimación de los efectos por inundaciones

La estimación de los efectos puede realizarse a través de una caracterización de las inundaciones y de los elementos que están sujetos a ellas. Las inundaciones son caracterizadas a través de su severidad que en general es específica para cada zona. Y los elementos sujetos a riesgos que corresponden a los asentamientos humanos se caracterizan a través de su vulnerabilidad.

En la planicie del río Escalante se ha tenido tres grandes inundaciones en las últimas décadas. Ellas corresponden a las ocurridas en los años 1972, 1975 y 1982 y de las cuales se pudo contar con informaciones básicas como

planos de manchas de inundación e informes sobre los daños y acciones realizadas por los diferentes grupos relativos a medidas de emergencia.

Se destaca que la mejor información y más detallada corresponde a la de 1972, año en el cual se dispuso de planos a escala 1:100000 y con un procedimiento de encuestas dividido en acuerdo a los distintos elementos afectados y tipos de desarrollo, tanto para el área rural como urbana.

En las tres inundaciones se han tenido algunas acciones de emergencia llevadas a cabo por diferentes grupos. En el área rural se practican, principalmente, evacuación de ganados y equipos por los propios ganaderos y se establecen defensas auxiliares para los cultivos. En el área urbana, principalmente en las ciudades de Santa Bárbara y San Carlos, se establecen defensas auxiliares y evacuación de personas y bienes muebles. Estas acciones se llevan a cabo básicamente por entes públicos como Defensa Civil, MARNR y otros.

En la Tabla 17 puede verse la estimación de los daños y costos de evacuación para las inundaciones en la parte baja y media de la cuenca del río Escalante correspondientes a diferentes períodos de retorno.

### Identificación de objetivos de los grupos

Los distintos sectores o grupos que forman parte del problema de las inundaciones deben ser identificados a fin de obtener los objetivos y estrategias de cada uno de ellos. En los casos de desastres los diversos efectos adquieren preponderancia y en general los objetivos dejan de ser puramente económicos, además cada sector se pronuncia para defender sus intereses creando se ciertos conflictos. Otro aspecto fundamental a considerar es el peso e interacción de cada uno de ellos sobre los demás.

En la zona Sur del Lago de Maracaibo han sido identificados cuatro grupos que pueden tener acción en el problema de las inundaciones.

Tabla 17 Daños y costos de evacuación. Situación actual

L.R. (mas)	COSTAL (c3/s)	DAÑOS (Ps)	EVACUACION (Ps)
2.	291.00	73778424.0	2217488.0
5.	376.00	131216839.0	4189248.5
10.	472.00	264235629.0	9379146.0
20.	544.00	318447824.0	11211564.0
50.	637.00	347212354.0	13331824.0
100.	707.00	369318410.0	14447484.0
200.	776.00	387282940.0	15675310.0
500.	868.00	407643500.0	16914820.0
1000.	937.00	424239250.0	18013544.0
2000.	1007.00	438171870.0	18824972.0
5000.	1090.00	458145660.0	20427924.0
10000.	1160.00	473222950.0	21468184.0
50000.	1320.00	502358730.0	23745200.0
100000.	1370.00	515477140.0	24365148.0

FUENTE: Estimaciones propias

El MAENR tendría la acción más importante sobre el problema de las inundaciones por llevar a cabo las obras mencionadas anteriormente. En los programas básicos desarrollados por la entidad (MAENR, 1979b) se mencionan objetivos como la planificación tendiente hacia el mejor aprovechamiento de la tierra y sus recursos para lograr un desarrollo armónico con el resto del país y mejores condiciones de salubridad, seguridad y bienestar del hombre. Respecto a las inundaciones se menciona el objetivo de resguardar la vida de los habitantes y mitigar los daños económicos. Dentro del aspecto de ordenación del territorio se especifica como uno de los objetivos la promoción de una mayor participación de la población en los procesos de toma de decisiones que afectan su habitat. Desde el punto de vista regional debe mencionarse también que se busca un mayor y sostenido desarrollo económico.

Los organismos de Defensa Civil establecen dentro del plan de operaciones contra inundaciones (Defensa Civil, 1981) la misión de prevenir, controlar y reducir al mínimo los daños que éstas ocasionan en diversas regiones del país tomando las providencias y realizando las acciones para la protección de vidas humanas y de bienes materiales.

Es importante destacar que la Presidencia de la República de Venezuela en Decreto, de fecha 5 de marzo de 1986, crea una comisión nacional para la prevención, control y defensa contra inundaciones coordinada por el Ministerio de Relaciones Interiores e integrada por representantes de los Ministerios de Defensa, de Transporte y de Comunicaciones, de Sanidad y Asistencia Social, de Desarrollo Urbano y del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, de la Oficina Central de Información de la Presidencia, del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, del Instituto Nacional de la Vivienda y de Fundacomó.

Los usuarios de la planicie inundable tendrían como objetivo fundamental el crecimiento económico individual. Para ello buscan la explotación de sus tierras y la minimización de los daños que las inundaciones les ocasiona. Otro de los objetivos básicos sería la seguridad individual referido a la seguridad de vida de las personas. En el área de estudio son representados por los ganaderos y en un grado menor por los agricultores.

Por último, se incluye como grupo a las entidades aseguradoras, privadas o estatales, que accionan en el campo agrícola y pecuario. Una de ellas con actividades en la zona es la Aseguradora Nacional Agrícola, C.A. con: - tuida en 1980, siendo principales accionistas el Fondo de Crédito Agropecuario y el Instituto Agrario Nacional. En sus declaraciones de principios establecen como objetivos fundamentales contribuir a una mayor redistribución del ingreso, otorgando estabilidad al hombre del campo, propiciar un mayor uso de tecnología en el sector agropecuario y garantizar la calidad de los créditos al agricultor. En caso de entidades netamente privadas se tendría además como objetivo fundamental el crecimiento económico de la empresa es decir la maximización de los beneficios de ella.

La estrategia de estos grupos y la interacción entre ellos es estimada según como se ve en la Tabla 18. En ella puede verse la acción que realizaría un grupo (en una fila) sobre el otro (en una columna). Cuando corresponden a un mismo grupo se indican resumidamente los objetivos para el caso de inundación y problemas que deben enfrentar, además de los medios utilizados para la solución de los mismos. Debe aclararse que la Tabla fue confeccionada sólo con fines ilustrativos sin la intención de perjudicar a ninguno de ellos.

Tabla 18. Interacción de grupos en la Zona Sur del Lago de Maracaibo.

ACCION sobre GRUPO	USUARIOS	R.A.E.R.F.	DEFENSA CIVIL	ASOCIACIONES
USUARIOS	(Objetivos) (Estrategia económica individual) (Seguridad de vida individual) (Problemas) (Recursos necesarios para inundación) (Medios) (Beneficio neto y seguridad de producción y ingreso) (Iniciativas institucionales y vecinales)	(Presión para construcción de defensas) (Indemnizaciones por daños en desastres)	(Elaboración de planes de emergencia) (Asesoría en desastres)	(Presión para seguir adelante sin restricciones) (Iniciativas de primer nivel) (Cooperación en desastres)
R.A.E.R.F.	(Estrategia económica regional) (Estrategia económica) (Estrategia económica) (Seguridad a habitantes) (Asesoría de ingeniería para las obras de construcción) (Problemas) (Responsabilidad) (Beneficio neto, alta costo) (Obras de protección y planes de emergencia)	(Objetivos) (Estrategia económica) (Estrategia económica) (Seguridad a habitantes) (Asesoría de ingeniería para las obras de construcción) (Problemas) (Responsabilidad) (Beneficio neto, alta costo) (Obras de protección y planes de emergencia)	(Planes conjuntos contra desastres) (Solicitud de acciones a las autoridades) (La publicación para emergencia)	(Establecimiento de planes administrativos) (Iniciativas reguladas gubernamentales)
DEFENSA CIVIL	(Asesoría en acciones de emergencia) (Colaboración en planes de evacuación)	(Elaboración de planes globales de emergencia) (Asesoría logística para las acciones de emergencia)	(Objetivos) (Organización colectiva) (Asesoría logística para las acciones de emergencia) (Recursos para equipos) (Medios) (Planes de emergencia)	(Alcance de los seguros) (Ideología de bienes administrativos) (Los recursos del municipio) (Medios)
ASOCIACIONES	(Condiciones actuales de seguridad) (Estrategia económica regional) (Estrategia económica regional) (Seguridad de vida individual) (Problemas) (Recursos necesarios para inundación) (Medios) (Beneficio neto y seguridad de producción y ingreso)	(Control) (el uso de los recursos) (Estrategia económica regional) (Seguridad de vida individual) (Problemas) (Recursos necesarios para inundación) (Medios) (Beneficio neto y seguridad de producción y ingreso)	(Objetivos) (Organización colectiva) (Asesoría logística para las acciones de emergencia) (Recursos para equipos) (Medios) (Planes de emergencia)	(Objetivos) (Alcance de los seguros) (Ideología de bienes administrativos) (Los recursos del municipio) (Medios) (Beneficio neto y seguridad de producción y ingreso)

## CAPÍTULO III

## ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD A LAS INUNDACIONES

Introducción

El análisis de vulnerabilidad, según la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastres (UNDRO, 1977), está basado en determinar la naturaleza y el grado de los riesgos existentes y sus posibles efectos. Es decir, se integran elementos como características de las inundaciones, del tipo de desarrollo y de actividades humanas del área estudiada.

Este análisis estudia separadamente el fenómeno y los desarrollos humanos lo cual permite un mayor esclarecimiento de las causas del problema y además, con la integración de los elementos mencionados, se puede llegar a una mejor enumeración y valoración de los múltiples efectos producidos por las inundaciones.

En general el concepto de vulnerabilidad ha sido introducido por la UNESCO y adoptada por la UNDRO, por lo cual tanto las definiciones básicas como la metodología del análisis se basan en las de esta última oficina.

La severidad de una inundación es definida como dependiente de sus características básicas tales como profundidad de agua, velocidad de la corriente, duración y frecuencia.

UNDRO (1979) usa el término elementos bajo riesgo para referirse a la población, las edificaciones y obras civiles, actividades económicas, utilidades y servicios públicos que tienen riesgo o peligro de sufrir daños parciales o totales.

UNDRO (1979) define a vulnerabilidad como el grado de pérdidas de los elementos bajo riesgo, que podrían resultar de la ocurrencia de un fenómeno de

determinadas características. Es expresado a través de un coeficiente que varía de cero (ninguna pérdida) a uno (pérdida total).

Puede notarse que este criterio sirve de base para evaluar la necesidad del establecimiento de medidas de mitigación de daños. En el caso de tener en un área dada un coeficiente de vulnerabilidad alto, como 0.50, se podrá disminuirlos a través de cualquier medida. Además, permite de una manera indirecta establecer la bondad en mitigación de las medidas aplicadas.

La metodología propuesta por UNDRO (1977) para el análisis de vulnerabilidad y para el estudio de las medidas de mitigación, consiste básicamente en:

- a. Descripción de los factores físicos relacionados con el riesgo de las inundaciones.
- b. Identificación de las repercusiones o efectos de las medidas existentes de lucha contra las inundaciones.
- c. Determinación de los factores de vulnerabilidad.
- d. Determinación del cuadro índice de vulnerabilidad.
- e. Construcción del mapa síntesis de vulnerabilidad.

Factores físicos de las inundaciones

Los factores físicos de las inundaciones son importantes para definir la severidad de los mismos. Generalmente en cada región o área se encuentran características propias que determinan los factores preponderantes para definir una inundación. Los parámetros principales pueden ser los mencionados por Amisial (1986) como: altura o profundidad o lámina de agua, velocidad de la corriente, duración de la inundación, contenido de sedimentos, tasa de elevación del nivel de aguas, estación de ocurrencias del fenómeno y tiempo desde

la última inundación.

La altura de agua guarda relación con la frecuencia de la inundación e inflige daños con el humedecimiento y la presión hidrostática sobre los elementos sometidos a ellas. Para cada punto de interés la altura puede ser estimada por observación en base a marcas dejadas por las aguas o en base al uso de modelos hidrológicos que simulan el avance de las crecientes en una planicie dada.

La duración de la inundación guarda una mayor relación con las formas de la tierra es decir con la capacidad de drenaje, además del patrón de la tormenta. Inflige daños por mayor período de deterioro y excedencia del tiempo de resistencia de los cultivos.

La velocidad de la corriente tiene un efecto dinámico resultante de la pendiente del suelo. Inflige daños por fuerzas hidrodinámicas, erosión y socavación.

La tasa de elevación del nivel de agua es importante para pequeñas cuencas y en caso de tormentas intensas. Inflige daños principalmente por el tiempo reducido de preparación previa al desastre.

En la cuenca del río Escalante, parte baja y media, se tienen inundaciones con un avance lento de las aguas y en general son de larga duración. Así, la severidad es definida básicamente por la altura de agua y la duración de la inundación. Dicha altura está altamente relacionada con la frecuencia, duración y velocidad de la corriente, por lo cual se adoptó como único parámetro de las demás.

El área específica de estudio, ver Figura 3, fue dividida en cuadrícula las de lados iguales a un kilómetro. En cada una de ellas fue estimada la altura de agua para los períodos de retorno considerados.

La estimación de las alturas de agua puede realizarse con el uso de mo

delos hidrológicos de escurrimiento y de flujos; pero debido a las limitaciones de tiempo se realizó una correlación de la altura con los caudales de la estación La Ferreira. Dicha correlación se basa en las alturas estimadas para las inundaciones históricas de los años 1972, 1975 y 1982.

En la Figura 10 puede verse la variación de niveles en la estación La Ferreira para los años mencionados.

El cálculo analítico se realiza adoptando la fórmula propuesta por James y Lee (1971) de la forma:

$$h = C (Q)^b$$

donde C y b son parámetros dependientes de cada lugar y Q es el caudal. Para el presente trabajo el valor de b es igual a 0.5, es decir se adopta una variación parabólica resultando:

$$\begin{aligned} dh &= \text{COEF} \times (Q - BQ)^{0.5} \\ \text{COTI}(\text{tr}) &= \text{COTIN} + dh \\ \text{ALT}(\text{tr}) &= \text{COTI}(\text{tr}) - \text{COT} \end{aligned}$$

donde:

Q : es el caudal pico en la estación La Ferreira del período de retorno considerado.

QB : es el caudal pico en la estación de la inundación base. Adoptada en este trabajo la correspondiente al año 1975 e igual a 409 m<sup>3</sup>/s.

dh : es la diferencia de altura con respecto a la inundación base. Es positiva en caso de un caudal mayor a 409 m<sup>3</sup>/s y negativa cuando el caudal es menor.

COTIN: es la cota estimada, para la cuadrícula considerada, del nivel

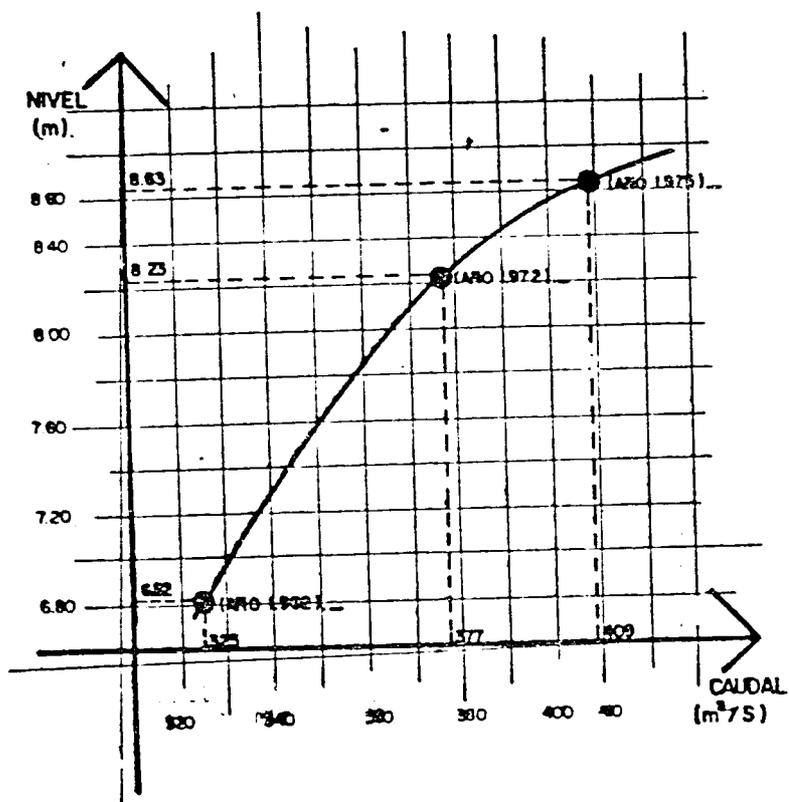


Figura 10 Niveles históricos registrados en la Estación Ferreira

de agua para la inundación base, correspondiente a 1975.

COTI(tr) : es la cota, para la cuadrícula considerada, del nivel de agua para la inundación del período de retorno correspondiente.

COT : es la cota topográfica media de la cuadrícula considerada.

ALT(tr) : es la altura de agua media en la cuadrícula considerada para la inundación en cuestión. Es igual a cero cuando COTI(tr) es menor que COT.

Para el área de estudio se adopta un valor de COEF medio para toda la planicie de inundación debido a la poca disponibilidad de información de alturas de agua en la misma. La estimación se realiza de la siguiente forma: Siguiendo el procedimiento indicado anteriormente, para la estación La Ferreira y con la variación de niveles indicados en la Figura 3 se obtiene un valor de COEF promedio igual a 0.14. Para la estación Pueblo Nuevo de Santa Bárbara, donde los niveles para los caudales de 377 m³/s y 409 m³/s son iguales a 4.64 m y 4.91 m respectivamente, se obtiene un valor de COEF igual a 0.05. Luego teniendo en cuenta que estos valores corresponden a desbordes próximos al cauce y que en la planicie la variación de niveles es más lenta, se adopta el valor de COEF medio para toda la planicie de inundación como el 60% del promedio de los valores calculados. Luego el valor de COEF correspondiente es igual a 0.06.

Los caudales de la estación La Ferreira para cada período de retorno se estiman en base a valores presentados por MARUR (1983), siguiendo la distribución de Gumbell. Los parámetros correspondientes son:

$$\begin{aligned} \text{ALPHA} &= 0.01 \\ \text{BETA} &= 245.00 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

En la Tabla 19 se presentan los caudales estimados para cada período de retorno.

Tabla 19. Caudales máximos instantáneos - Estación La Ferreira.

TR	2	5	10	20	50	100	200
Qm <sup>3</sup> /s	290.0	396.0	472.0	544.0	637.0	707.0	776.0
TR	500	1000	2000	5000	10000	50000	100000
Qm <sup>3</sup> /s	868.0	937.0	1007.0	1098.0	1168.0	1328.0	1398.0

#### Determinación de los factores de vulnerabilidad

La UNDR0 (1977) establece una tipología de daños relacionados con el riesgo de inundaciones:

- Pérdidas de vidas
- Pérdidas de capital debido a daños a las construcciones civiles y equipos
- Pérdidas de funcionamiento referido a interrupción de actividades económicas y de servicios.

La O. N. U. (1979) establece una tipología de los efectos de daño a desastres es:

- Efectos directos consistentes en aquellos que producen disminución de patrimonios e ingresos debido a víctimas.
- Efectos indirectos consistentes en aquellos como disminución de ingresos y producción de empresas que no son afectados directamente por el fenómeno. Es decir se producen por encadenamiento de los efectos.

- Efectos inducidos de aparición posterior como aislamiento, epidemias e inflación.

Se menciona que en eventos extremos, en los cuales se dan situaciones de desastres, los dos últimos efectos adquieren importancia en el peso de los daños totales.

La tipología establecida por la UNDR0 (1977) sirve de base para definir dos categorías de inundaciones:

- Inundaciones frecuentes que se caracterizan por grandes daños de funcionamiento y causan escasas pérdidas de vidas o de capital.

- Inundaciones poco frecuentes que se caracterizan por importantes pérdidas de vidas y grandes pérdidas de capital, las pérdidas de funcionamiento resultan muy leves en comparación con las demás.

Las inundaciones frecuentes, para la cuenca del Río Escalante, son establecidas como aquellas de período de retorno menor o igual a 20 años. Las inundaciones de importancia, históricas, ocurridas, se caracterizaron por ser de escurrimiento lento y de larga duración; los mayores daños fueron debidos a pérdidas de funcionamiento y se estima que para el período adoptado los efectos serán similares. Consecuentemente las inundaciones poco frecuentes serán aquellas cuyo período de retorno sea mayor a 20 años.

La vulnerabilidad que se relaciona, como ya se ha dicho, con el grado de pérdidas en los elementos bajo riesgo es medido a través de un coeficiente que varía desde cero, ninguna pérdida, hasta uno, pérdida total.

Por lo tanto se tiene un coeficiente de vulnerabilidad, en cada cuadrícula o unidad de área para la inundación del período de retorno dado. Luego el coeficiente global, en cada punto, es calculado ponderando el dado por una inur... específica con la probabilidad de ocurrencia de dicho evento.

Finalmente, como las repercusiones de las inundaciones guardan relación con la altura, se calculan los daños en cada elemento y para cada evento y luego dividiendo por el daño potencial o máximo posible se obtiene el coeficiente de vulnerabilidad del evento dado.

En la metodología aplicada en el estudio se establece una tipología de daños clasificados en daños directos e indirectos.

Los daños directos se dividen en tipos fijos, que son aquellos elementos estáticos como cultivos, viviendas, instalaciones e infraestructura, y tipo evacuables como ganado, maquinarias, es decir elementos que pueden ser evacuados en casos de ocurrencia de las inundaciones.

Los daños indirectos son calculados a través de la disminución en la producción agropecuaria y por inactividad del comercio y del personal obrero. Esta última es convertida en días de inactividad según una correlación con la altura de agua.

En general los rubros se agrupan dentro del área rural, referidos a aquellos correspondientes a la actividad productiva agropecuaria, y dentro del área urbano-rural referidos a aquellos elementos relacionados con los asentamientos humanos.

El área para la cual se calculan los daños se dividen en cuadrículas de tal manera que los datos básicos formen una matriz rectangular.

La formulación matemática se resume a continuación:

#### En el área rural

##### Tipo Fijos

Se dividen en cultivos y en instalaciones y/o visalidad rural; ésta puede incluir todos los tipos de instalaciones como casas, galpones y otros.

En cultivo, el llamado factor de afectamiento es definido como la relación entre la altura de agua o lámina y la altura correspondiente al daño potencial o total.

Luego:

$$AFEC = \frac{ALT(I,J)}{HPC(L)}$$

$$DC(L) = DPC(L) \times PORC(I,J,L) \times SUP \times AFEC$$

donde:

- AFEC : factor de afectamiento, no mayor que uno.
- ALT(I,J): altura media de agua de inundación en la cuadrícula I,J.
- HPC(L) : altura patrón de agua del cultivo L a partir del cual se produce el daño potencial.
- DC(L) : daño al cultivo L.
- DPC(L) : daño potencial del cultivo L por ha. Corresponde al daño máximo posible.
- PORC(I,J,L): porcentaje de área del cultivo L en la cuadrícula I,J.
- SUP : número de hectáreas de las cuadrículas.
- NCULT : número de cultivos en la región de estudio.

El factor de afectamiento tiene una variación como se indica en la Figura 11.

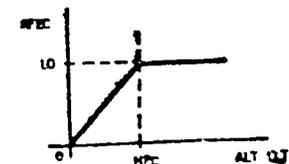


Figura 11. Relación factor de afectamiento-altura de agua

En instalaciones y vialidad rural, será:

$$AFEC = \frac{ALT(I,J)}{HPI(L)}$$

$$DINS(L) = DPINS(L) \times SUP \times AFEC$$

donde:

AFEC : factor de afectamiento. No mayor que uno.  
 HPI(L) : altura patrón correspondiente al daño potencial de la instalación tipo L.  
 DINS(L) : daño a la instalación tipo L.  
 DPINS(L) : daño potencial por ha. para la instalación tipo L.  
 NINS : número de tipos de instalaciones y/o vialidad rural.

Tipo Evacuables

En ganado o semovientes:

$$NSEM = CARGA(L) \times PSUPS(L) \times SUP$$

$$PPS = \frac{ALT(I,J)}{HPS(L)}$$

$$NPS = PPS \times NSEM$$

$$DSEM(L) = DPS(L) \times NPS$$

donde:

NSEM : número total de cabezas de semovientes de la cuadrícula  
 CARGA(L) : carga animal del semoviente tipo L por ha.  
 PSUPS(L) : porcentaje de superficie con animales tipo L (en décimos)  
 PPS : porcentaje de pérdida de semovientes. No debe ser menor que PPSMI ni mayor que PPSMA. Estos parámetros dependen de la medida de mitigación.

PPSMA : Pérdida de semovientes máximo (en décimos)

PPSMI : pérdida de semovientes mínimo (en décimos)  
 HPS(L) : altura patrón de agua que produce el daño total al semoviente tipo L.  
 NPS : número de cabezas muertas del semoviente tipo L.  
 DSEM(L) : daño total al semoviente tipo L.  
 DPS(L) : daño potencial por cabeza para el semoviente tipo L.  
 NTSEM : número de tipo de semovientes.

En maquinarias agrícolas, se tendrá:

$$PDMA = \frac{ALT(I,J)}{HPMA(L)}$$

$$DMA = DPMA(L) \times PDMA \times SUP$$

donde:

PDMA : factor de daños en maquinarias agrícolas. No mayor que uno.  
 HPMA(L) : altura patrón, de agua, que produce el daño potencial  
 DMA : daño total en maquinaria agrícola  
 DPMA(L) : daño potencial de la maquinaria agrícola tipo L producido a partir de la altura de agua igual a HPMA(L).  
 NMA : número de tipos de maquinarias agrícolas.

Daños Indirectos

Disminución en la producción:

$$PDIS = \frac{ALT(I,J)}{HPIN(L)}$$

$$DIND(L) = DPIND(L) \times SUP \times PDIS \times PCIN(L)$$

donde:

- PDIS : factor de disminución del daño indirecto, como disminución en la producción. No mayor que uno.  
 RPIN(L) : altura patrón de agua en el que se produce el daño total para el indirecto tipo L.  
 DIMD(L) : daño total del indirecto tipo L.  
 DPIND(L) : daño potencial por ha. del indirecto tipo L.  
 FCIN(L) : factor de conversión, del indirecto tipo L, del daño potencial al daño ocasionado correspondiente a la RPIN(L). Para el caso de medir producción anual de leche y carne será un valor, como 0.2, igual al porcentaje de disminución de la producción anual debido a la ocurrencia de una inundación extrema.  
 NDI : número de daños indirectos.

#### En el área urbano-rural

Tipos fijos

Viviendas:

$$FVIV = \frac{ALT(I,J)}{HPVIV(L)}$$

$$DVIV(L) = DPVIV(L) \times FVIV \times NVIV(I,J,L)$$

donde:

- FVIV : factor de afectamiento o factor de daño. No mayor que uno.  
 HPVIV(L) : altura patrón de agua a partir del cual se produce el daño potencial en la vivienda tipo L.  
 DVIV(L) : daño total en la vivienda tipo L.  
 DPVIV(L) : daño potencial por unidad de la vivienda tipo L.

- NVIV(I,J,L) : número de viviendas de tipo L en la cuadrícula I,J.  
 HABVI(L) : habitantes por vivienda tipo L promedio.  
 NTVIV : número de tipos de viviendas.

Tipo Evacuables

Enseres:

$$PBEV = \frac{ALT(I,J)}{HPBEV(M,L)}$$

$$DBEV(M,L) = DPBEV(M,L) \times PBEV \times NVIV(I,J,L)$$

donde:

- PBEV : pérdida de bienes evacuables en décimos. No puede ser mayor que PBEMA ni menor que PBEMI. Estos dos últimos valores dependen de la medida de mitigación.  
 PBEMA : pérdida máxima de bienes evacuables (en décimos)  
 PBEMI : pérdidas mínimas de bienes evacuables (en décimos)  
 HPBEV(M,L) : altura patrón de agua que produce el daño potencial para el bien M de la vivienda tipo L.  
 DBEV(M,L) : daño total del bien M,L.  
 DPBEV(M,L) : daño potencial por unidad de vivienda para el bien M,L.  
 NBEV(L) : número de tipo de bienes evacuables en la vivienda tipo L.

Daños indirectos

Inactividad familiar y del comercio:

$$INAC = ALT(I,J) \times FINAC(M,L)$$

$$DINAC(M,L) = DUINA(M,L) \times INAC \times NVIV(I,J,L)$$

donde:

- INAC : días de inactividad del tipo M para la vivienda tipo L.  
 FINAC(M,L) : factor de conversión de la altura de agua a días de inactividad. Puede variar con la media de mitigación.  
 DINAC(M,L) : daño total por inactividad para el tipo M,L.  
 IUINA(M,L) : daño por unidad de vivienda debido a la inactividad de un día.  
 NINAC(L) : número de tipo de inactividades consideradas para la vivienda tipo L.

#### Cálculo analítico del coeficiente de vulnerabilidad

Matemáticamente se define el coeficiente de vulnerabilidad para cada cuadrícula como la sumatoria de la relación entre el daño total y el daño potencial ponderada por la probabilidad de la inundación considerada. Luego:

$$CVU = \sum \frac{DTC}{DPT \times TR}$$

donde:

- CVU : coeficiente de vulnerabilidad  
 DTC : daño total en una cuadrícula  
 DPT : daño potencial en la cuadrícula considerada  
 TR : período de retorno de la inundación considerada  
 NTR : número de períodos de retorno o inundaciones a considerar

#### Determinación del cuadro índice de vulnerabilidad

Un mapa de coeficientes de vulnerabilidad es un instrumento valioso para definir y evaluar las medidas de mitigación. Sirven para traducir las repercusiones de los fenómenos naturales sobre los elementos bajo riesgo. Permiten identificar, por ejemplo, edificios o actividades humanas muy vulnerables.

La determinación del cuadro índice de vulnerabilidad se realiza según los intervalos de alturas de las inundaciones frecuentes y poco frecuentes. En cada intervalo correspondiente se ubican los índices según como se ve en la Tabla 20. Para las inundaciones frecuentes y poco frecuentes se determinan intervalos de alturas según que correspondan a niveles bajo, medio o alto.

Tabla 20. Determinación del cuadro índice de vulnerabilidad.

Inund. poco frecuente	0.00 - 0.80	0.80 - 2.00	2.00 - 4.00
Inund. frecuente.	(m)	(m)	(m)
0.0 - 0.5	X11	X12	X13
0.5 - 1.1	X21	X22	X23
1.1 - 2.5	X31	X32	X33

El índice  $X_{ij}$  puede representar un coeficiente de vulnerabilidad o como se ilustra en Manila, Filipinas (UNDRO, 1977), la identificación de las limitaciones del aprovechamiento de la tierra y de las construcciones.

Para el cálculo de las alturas medias de las inundaciones frecuentes y poco frecuentes se han estimado en cada punto las alturas correspondientes a distintos períodos de retorno.

La altura media se calcula ponderando las alturas de cada inundación por su probabilidad de ocurrencia. Luego observando la variabilidad de dichas alturas medias y teniendo en cuenta sus efectos sobre los elementos a riesgos se escogieron los rangos de alturas dados en la Tabla 20.

#### Construcción de mapas síntesis de vulnerabilidad

Después de evaluar las alturas medias resultantes, de las inundaciones frecuentes y poco frecuentes, se asignan en cada punto o cuadrícula los índices correspondientes al cuadro índice de vulnerabilidad.

En el trabajo presentado por UNDRP (1977) en la región de Manila se tiene que cada cuadrícula se presenta como se ve en la Figura 12.

	H	
hf	X	hpf
Hf		Hpf

Figura 12. Cuadro síntesis de vulnerabilidad

donde:

- H : cota topográfica media de la cuadrícula
- hf : altura media de las inundaciones frecuentes
- hpf : altura media de las inundaciones poco frecuentes
- Hf : altura media de las inundaciones frecuentes después de la aplicación de las medidas de mitigación.

Hpf : altura media de las inundaciones poco frecuentes después de la aplicación de las medidas de mitigación. En el caso de medidas no estructurales no se tiene variación en estas dos últimas alturas.

X : coeficiente de vulnerabilidad o índices de las limitaciones del uso de la tierra.

Para la cuenca de estudio pueden verse en la Figura 13 los valores dados de las alturas medias de las inundaciones frecuentes en cada una de las cuadrículas; en la Figura 14 se tienen los correspondientes a las inundaciones poco frecuentes y por último en la Figura 15 se tienen los coeficientes de vulnerabilidad. Estos valores corresponden al grado de desarrollo actual de la planicie.

Puede verse a través de los coeficientes de vulnerabilidad que en la planicie se tiene un efecto negativo importante debido a las inundaciones. Los elementos sujetos a riesgos de inundaciones presentan una vulnerabilidad bastante alta con lo cual se hace posible y justificable la implementación de algunas medidas de mitigación de daños y desastres. En este trabajo se ha considerado un valor del coeficiente alto a mayores a 0.50. Este valor puede ser más alto o más bajo según la importancia que tengan los efectos producidos al tener daños en los elementos de un área dada.







## CAPITULO IV

## IDENTIFICACION Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS

Introducción

El problema de las inundaciones es bastante complejo y debe tratarse con un enfoque integral. Ya se han mencionado algunos aspectos importantes como el análisis del fenómeno incorporando su severidad como altamente variable e incluyendo situaciones de desastres. También ya se han analizado los múltiples efectos posibles con eventos leves y extremos incorporando así los efectos directos, indirectos e inducidos. Además se debe mencionar que tiene una gran importancia el análisis de las diversas medidas de mitigación posibles y de la forma que cada una de ellas contribuye a la mitigación de los efectos tanto con eventos leves como en situaciones de desastres.

La tendencia general de solución a la problemática de las inundaciones ha sido, hasta hace poco, el análisis de medidas de forma aislada. Se han analizado generalmente medidas estructurales como embalses, pero actualmente existe conciencia que la solución está conformada por una combinación de diversas medidas que abarcan desde el control de las aguas hasta el control de los desarrollos humanos.

A continuación se identifican las medidas, más importantes, de mitigación de daños y desastres por inundaciones y luego la formulación de algunas seleccionadas.

Medidas de mitigación de daños por inundaciones

Las diversas medidas de mitigación de daños y desastres por inundaciones han sido clasificadas por diferentes autores de múltiples maneras. En este trabajo se adopta la presentada por Amisal (1986) por tratarse de una clasificación desde el punto de vista de las causas de los efectos. Esta permite visualizar el problema de las inundaciones de una manera más amplia pues

pone en relevancia las características de las inundaciones, de los desarrollos humanos y de las mismas medidas de mitigación.

Básicamente las medidas se clasifican en las que reducen la severidad de las inundaciones, que generalmente constituyen medidas correctivas, modifican el nivel de las inundaciones mediante obras de control y a veces modifican otros factores físicos. Las medidas que reducen la vulnerabilidad de las inundaciones, que son generalmente preventivas, se basan en su interacción sobre los desarrollos humanos; eventualmente constituye una medida correctiva cuando modifica un patrón de uso de la planicie inundable altamente vulnerable. Y por último las medidas de emergencia que son generalmente correctivas y reducen los trastornos sociales que causan las inundaciones.

Medidas que reducen la severidad

Básicamente reducen el nivel de las inundaciones, los caudales picos desbordados sobre la planicie de inundación y la duración de las mismas. Las principales medidas son:

1. Embalses para la regulación de crecientes
2. Diques marginales
3. Mejoramiento de cauces fluviales
4. Canales de derivación o alivió
5. Tratamientos en la cuenta hidrográfica

Embalses para regulación de crecidas

Los embalses permiten la regulación de los caudales de las crecientes, limitándolos a valores compatibles con la capacidad del cauce, aguas abajo del sitio de presa. Generalmente pueden ser embalses de retardo, controlados o de uso múltiple. La regulación de los caudales lo realizan a través del almacenamiento del agua. Puede incluirse dentro de este grupo a los almacenamiento naturales como el aumento o preservación de pantanos.

Para su evaluación debe contarse como información la relación entre el volumen almacenado y el caudal efluente de descarga. A través de una técnica de operación de embalses se estiman los caudales picos aguas abajo y luego se estiman los daños y efectos correspondientes.

#### Diques marginales

Están constituidos por muros paralelos a los ríos con una altura necesaria para contener la crecida de diseño. Generalmente son muros de tierra extraída del propio río. La altura y distanciamiento son los dos parámetros fundamentales para la definición del proyecto.

Para la evaluación de esta medida debe considerarse la disminución o eliminación de las alturas de agua correspondiente a crecientes menores a las de diseño. Existen dos efectos importantes consistentes en una disminución del tiempo de retardo de la ola de creciente que produciría mayores daños aguas abajo del dique y que para crecientes mayores a las de diseño los daños aumentan con respecto a los correspondientes sin diques.

#### Mejoramiento de cauces fluviales

Consisten en aumentar la capacidad del cauce y bajar el nivel del tirante de agua y con ello las alturas de inundación en la planicie. Principalmente consisten en:

- a. Ampliación de la sección transversal
- b. Disminución de su rugosidad; por revestimientos o por limpieza del cauce.
- c. Rectificación del cauce
- d. Control de transporte de sedimentos con diques u otros dispositivos.
- e. Estabilización de márgenes

Para su evaluación se debe estimar la modificación de la relación caudal-altura de agua que incide en el área inundada de la planicie.

#### Canales de desviación o alivio

Generalmente están constituidos por un canal de alivio para derivar caudales en exceso a otro cauce, reduciendo la magnitud de las crecientes por el cauce principal; la derivación puede ser también a una laguna, lago o mar. Se necesita una estructura, a la entrada del canal de alivio, de manera que éste funcione sólo cuando el caudal exceda el límite de diseño en el cauce principal.

Para evaluar esta medida se debe analizar la modificación de los caudales en el cauce principal para todas las crecientes posibles además de los efectos que se producirán en el área que recibe los excedentes de agua.

#### Tratamiento de la cuenca hidrográfica

Generalmente es aplicable en cuencas pequeñas y puede consistir en:

- a. Prácticas agronómicas y culturales
- b. Prácticas mecánicas
- c. Corrección de torrentes
- d. Reforestación

Las prácticas agronómicas y culturales se refieren al manejo de los cultivos y métodos de labranza: rotación de cultivos, cultivos en fajas y/o en contornos. Las prácticas mecánicas se refieren a los canales de desviación, terrazas, zanjas de absorción, terrazas de banco y sistemas de drenaje. La corrección de torrentes se trata de un conjunto de obras, medidas mecánico-vegetativas para el control tanto del caudal líquido como sólido, consistentes en diques de retención, platoletes de sedimentación, diques de consolidación y otros. Por último, la reforestación consiste en implementar una cubierta vegetal arbórea permanente en las áreas de alto potencial erosivo o que por sus

elevadas pendientes son un factor del equilibrio del régimen hídrico.

Para su evaluación debe estimarse la disminución de los caudales picos y de los sedimentos transportados. Estas medidas fueron ilustradas por Barrios (1985) con la utilización del Stanford IV y una modificación de la ecuación universal de pérdida del suelo "MUSLE".

Estas medidas constituyen las llamadas convencionales y para el área rural las más usadas son: las presas y diques marginales. Se ha notado que cuando se tienen estas medidas estructurales se produce un efecto de falsa seguridad aumentando la ocupación de la planicie inundable con el consecuente aumento de los daños en eventos extremos.

#### Medidas que reducen la vulnerabilidad

Tienden a controlar y/o regular a los desarrollos de los asentamientos humanos dentro de la planicie inundable. Las principales son:

1. Zonificación del uso en la planicie inundable
2. Normas de construcción o construcciones a prueba de inundaciones
3. Políticas de desarrollo
4. Seguros contra inundaciones

#### Zonificación del uso en la planicie inundable

Consiste en establecer limitaciones del uso de la tierra de acuerdo a la magnitud del riesgo de inundación. Se pueden tener en cuenta la severidad de la inundación en el punto considerado y la vulnerabilidad de los elementos sujetos a riesgos.

La zonificación puede implementarse de distintas formas: con bases jurídicas a través de reglamentaciones y leyes de uso, reglamentaciones de parcelamiento, permisos de ubicación y construcción, controles de los espacios abiertos y otros. Y por acción gubernamental directa como adquisición pública

ca, expropiación y adquisición de derechos de aprovechamientos.

Para la evaluación de esta medida se deben estimar la modificación de los daños en condiciones naturales y bajo zonificación; además debe tenerse en cuenta la variación de los beneficios de producción.

#### Normas de construcción

Se basa en especificaciones sobre el tipo de construcción que deben ser construidas dentro de la planicie inundable. Como por ejemplo la elevación del primer piso, disposición de puertas impermeables, tipos de fundación y construcciones más baratas o más fáciles de reparar o sustituir.

Debe determinarse el efecto sobre los distintos tipos de daños que se tienen con la adopción de las diferentes medidas mencionadas.

#### Políticas de desarrollo

Constituye una forma indirecta de controlar el uso de la planicie de inundación. Pueden estar compuesto por incentivos fiscales y financieros para el desarrollo de las áreas de menor riesgo. Pueden consistir en créditos y mayor asistencia técnica, una mayor tributación en áreas muy vulnerables y aceptación limitada de los daños. Desde un aspecto más macro pueden ser la creación de polos de desarrollo a través de la localización de servicios públicos y carreteras.

En el área rural una política de créditos e impuestos podría ser favorable para controlar el uso de la planicie, evaluando sus efectos a través de una revisión histórica de los créditos y respuesta de la población. Debe tenerse en cuenta también la disminución de los daños y de la producción.

#### Seguros contra inundaciones

Consiste en un sistema de seguros basado sobre primas que son equiva-

lentes al riesgo. Los usuarios acumulen reservas para cubrir el aleatorio da-  
ño de las inundaciones. Está acompañado de normas y reglamentos para el uso  
de la planicie que pueden estar basado en una zonificación de uso. Las acti-  
vidades en áreas muy riesgosas estarán sujetas a elevadas primas y en las muy  
poco riesgosas de primas relativamente bajas, subsidiadas por el estado.

Esta medida constituye una manera indirecta de controlar el uso de la  
planicie. Tiene la ventaja que los usuarios son conscientes del riesgo por las  
inundaciones, en realidad no reducen los daños y se tiene una colaboración de  
los usuarios para cubrirlos.

Para la evaluación de esta medida se debe considerar que las primas e  
indemnizaciones por daños constituyen transferencias de diferentes sectores.  
Se debe determinar la indemnización media anual considerada como beneficio, y  
el costo anual de las primas.

Estos tipos de medidas constituyen las llamadas medidas no convenciona-  
les. Pueden tener importancia gubernamental puesto que cada vez que ocurren  
eventos extremos el estado se ve en la necesidad de declarar zona de desastre  
a las regiones afectadas, con la consiguiente inversión de recursos que ello  
implica.

#### Medidas de emergencia

Estas medidas se basan en reducir los trastornos sociales y, en alguna  
forma, los daños producidos. Se tienen de distintos tipos aunque pueden for-  
mar una sola medida conformándose como distintas fases. Se tienen principal-  
mente:

- a. Sistemas de pronósticos y avisos
- b. Medidas de emergencia y evacuación temporal

#### Sistemas de pronósticos y avisos

Es factible aplicar en cuencas grandes con registros de lluvias y con-  
diciones atmosféricas. Es más utilizado en áreas urbanas donde hay peligro de  
elevadas pérdidas de vidas humanas.

Consta de cuatro niveles fundamentales: Un sistema de detección, medi-  
ción e interpretación de información, información y comunicación a autorida-  
des competentes, difusión pública y masiva del estado de alerta y sistema de  
coordinación de respuesta. Debe estar acompañado de una buena base de prepa-  
ración y educación a los usuarios de la planicie.

Para su evaluación debe estimarse la disminución de los daños en base  
a la respuesta de los usuarios y los costos provenientes de todo el sistema.

#### Medidas de emergencia y evacuación temporal

Consiste en la implementación de servicios públicos, como de salud pú-  
blica, viviendas temporales, protecciones auxiliares de propiedades y culti-  
vos y la evacuación de personas, animales y enseres.

Existen diversas medidas que pueden ser pre-desastre, durante y pos-de-  
sastre. Esta medida es sumamente efectiva cuando se la combina con la ante-  
rior.

La evaluación se basa en la determinación de la disminución de los da-  
ños y sus encadenamientos de los efectos.

#### Alternativas seleccionadas

#### Introducción

Fueron seleccionadas aquellas medidas de mayor aplicación en el caso de  
inundaciones para diversas regiones de Venezuela. También se han analizado a-

quellas que en alguna medida son favorables en casos de desastres.

Las medidas seleccionadas constituyen: la alternativa cero o no hacer nada indispensable como patrón de comparación, alternativas diques marginales por su mayor utilización en el área rural, alternativa zonificación por dar una mejor utilización de los recursos, alternativa evacuación por tener experiencia en inundaciones pasadas, la alternativa seguro agropecuario de aplicación en otras regiones, en el área agropecuaria, y la alternativa situación actual constituida por las medidas actualmente implementadas. Además, se analizan otras alternativas constituidas por combinaciones de las medidas mencionadas, teniendo en cuenta que la solución al problema de las inundaciones no está dada en la implementación de una medida aislada.

#### Alternativa cero o no hacer nada

Es la alternativa patrón que sirve de base para determinar la bondad de cualquier otra alternativa y por tanto su evaluación es indispensable. Consiste en no realizar ningún tipo de medida de mitigación de daños y efectos por inundaciones. Es importante recalcar que esta alternativa no corresponde a la actual puesto que se han llevado a cabo, en las inundaciones históricas, algunas acciones de emergencia.

En esta alternativa se define el procedimiento lógico a seguir para cuantificar los daños y efectos por las inundaciones. Se supone que la misma se mantiene vigente durante el horizonte de planificación, 25 años.

#### Alternativa diques marginales

Los diques seleccionados para el estudio se basan en los estudiados por MARNR (1983) que están situados a lo largo del río Escalante desde la estructura de derivación de crecientes cerca de Santa Bárbara hasta la confluencia del río Escalante con el Caño El Padre. Los períodos de retorno de las crecientes de diseño consideradas son de 10, 20 y 50 años.

#### Alternativas zonificación

A través del análisis de vulnerabilidad se determinan las limitaciones del uso de la tierra. La zonificación se realizó en toda el área específica de estudio.

Se aplica la metodología propuesta por UNDRU (1977). Se establece la definición de las limitaciones del uso de la tierra teniendo en cuenta las tendencias de uso y una jerarquización según el grado de inversión por unidad de área. Se adoptarán las siguientes limitaciones de uso:

A. Zona inundable: sin ningún tipo de explotación, solo uso recreacional como parques y lugares de esparcimiento.

B. Sin inversión mayor a 10.000 Bs/ha. Es decir sólo cultivos como pastos no mecanizados y otros de menor inversión.

C. Sin inversión mayor a 14000 Bs/ha. Es decir sólo cultivos como pastos semimecanizados, no mecanizados y otros.

D. Sin inversión mayor a 25000 Bs/ha. Sin cultivos como plátanos ni industrias de gran densidad de capital.

E. Sin industrias o depósitos peligrosos como con sustancias tóxicas o explosivas, a fin de no aumentar la vulnerabilidad debido a posibles instalaciones futuras dentro de la planicie inundable.

F. Sin grandes asentamientos humanos ni servicios públicos como escuelas, ni servicios vitales como redes de agua potable y electricidad ni teléfono.

Seguidamente se determinan las limitaciones del cuadro índice de vulnerabilidad de acuerdo a como se presenta en la Tabla 21.

Tabla 21. Determinación de las limitaciones del cuadro índice de vulnerabilidad.

Inund. poco frecuent.	0.00 - 0.80	0.80 - 2.00	2.00 - 4.00
Inund. frecuente	(m)	(m)	(m)
0.0 - 0.5	-	D,E	C,E
0.5 - 1.1	D,E	C,E	B,E,F
1.1 - 2.5	A	A	A

Las alturas medias de las inundaciones frecuentes y poco frecuentes, para cada cuadrícula, se calculan ponderando las alturas estimadas de cada inundación por su probabilidad de ocurrencia. Luego, según su variabilidad presentada y teniendo en cuenta sus efectos sobre los elementos a riesgos se escogieron los rangos de alturas medias dadas.

Los bajos niveles de las inundaciones frecuentes presentan por lo general pocos riesgos para los cultivos y no suponen una grave interrupción de las actividades humanas. La probabilidad de pérdidas de vidas es muy baja, en los niveles medios deben impedirse los asentamientos en las zonas bajas y en los niveles altos deben prohibirse todos los asentamientos permanentes.

En el caso de inundaciones poco frecuentes o de alto período de retorno no pueden prohibirse por completo todas las actividades vulnerables. Para niveles bajos no se establece ninguna limitación; para niveles medios se deben

limitar grandes inversiones e industrias peligrosas teniendo en cuenta que se trata de un área agropecuaria. Por último, para niveles altos deben protegerse los servicios vitales.

Después de evaluar las alturas medias resultantes, de las inundaciones frecuentes y poco frecuentes, se asignan en cada punto o cuadrícula las limitaciones correspondientes del cuadro índice de vulnerabilidad. Puede verse en la Figura 16 las limitaciones correspondientes en cada cuadrícula. Y en la Figura 17 se presentan los coeficientes de vulnerabilidad bajo el patrón de uso bajo zonificación. Puede notarse el aumento de algunos valores debido solamente a la disminución del daño potencial de cada cuadrícula.

#### Alternativa evacuación

Esto constituye la medida de emergencia estudiada. Los organismos han venido estudiando permanentemente la organización de los mismos y de las acciones en casos de inundaciones. La Oficina de Hidrología del MARN y Defensa Civil han sido los que más han desarrollado planes al respecto. Dichos planes básicamente no tienen grandes diferencias en la organización jerárquica por lo cual se presenta en la Figura 18 la correspondiente a la del MARN (1978b).

Actualmente dicha organización no se ha llevado a cabo concretamente en los casos de emergencia, siendo las acciones realizadas todavía de manera intuitiva e improvisada. Esto se debe a los problemas presupuestarios que las diversas instituciones afrontan.

En el campo rural las evacuaciones de personas, bienes, animales y maquinarias están sujetas a los propios propietarios.

En esta medida se adopta como hipótesis que el organigrama presentado se lleva a cabo cabalmente tanto en el área urbana como rural. Se adopta, así, que la mitigación de los daños será mayor que la presentada en las





ANEXO III.5.2.- SEPARATA SOBRE RIESGOS DE INUNDACION

TERCER CURSO INTERNACIONAL DE CAPACITACION  
SOBRE APLICACIONES DE LA TELEOBSERVACION  
A LA AGROMETEOROLOGIA Y LA HIDROLOGIA  
OPERACIONALES

RECONOCIMIENTO DE INUNDACIONES  
Y ESTUDIOS DE PLANICIES DE INUNDACION

Dr. Medardo Molina  
Hidrologo  
Organizacion Meteorologica Mundial

CLIRSEN  
Quito, Ecuador  
Octubre de 1986

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
PRIMERA PARTE	
RECONOCIMIENTO DE LAS INUNDACIONES	
1. Definicion de inundacion	2
2. Hidrologia de las inundaciones	2
2.1 La atmosfera	2
2.2 La cuenca hidrografica	3
2.3 El cauce del rio	4
3. Prediccion de inundaciones	4
3.1 Definicion	4
3.2 Parametros de inundacion	4
3.3 Prediccion de niveles maximos	5
3.4 Modelos de cuenca conceptuales	6
4. Sistema de alerta contra inundaciones	7
4.1 Objectivos	7
4.2 Elementos de disenno	7
4.3 Elementos de operacion	9
4.4 Agencia de coordinacion de emergencias	9
SEGUNDA PARTE	
ESTUDIOS DE PLANICIES DE INUNDACION	
1. Definiciones	10
2. Informacion topografica	11
3. Estudios hidrologicos	12
3.1 Analisis de datos existentes	12
3.2 Analisis regional	12
3.3 Extension de datos	13
3.4 Modelos matematicos	13
4. Analisis hidraulico	14
4.1 Consideraciones generales	14
4.2 El modelo HEC 2	15
REFERENCIAS	18

ORGANIZACION METEOROLOGICA MUNDIAL (OMM)  
TERCER CURSO INTERNACIONAL DE CAPACITACION  
SOBRE APLICACIONES DE LA TELEOBSERVACION  
A LA AGROMETEOROLOGIA Y LA HIDROLOGIA OPERACIONALES

Quito, Ecuador Octubre de 1986.

RECONOCIMIENTO DE INUNDACIONES Y  
ESTUDIOS DE PLANICIES DE INUNDACION

Dr. Medardo Molina G.  
Hidrologo, OMM

INTRODUCCION

Las inundaciones causan a nivel mundial, cada ano centenares de muertes e ingentes perdidas economicas. America Latina y el Caribe periodicamente sufren inundaciones catastroficas siendo las mas recientes las ocurridas en Ecuador, Peru, Bolivia, Paraguay, Argentina y Brasil en 1982 - 1983. Grandes avenidas en los rios Babahoyo, Guayas, Piura, Chira, Paraguay, Parana, Rio de la Plata y otros inundaron poblaciones y otros centros de actividad economica. En cuanto a las islas del Caribe ellas se ven afectadas cada ano por inundaciones provocadas por grandes lluvias asociadas a depresiones tropicales, tormentas tropicales o huracanes. Hace solamente cinco meses, en Jamaica lluvias persistentes que duraron 14 dias produjeron grandes inundaciones que causaron perdidas de vidas humanas, trastornos a los servicios publicos, incluyendo dos puentes grandes danados, telefonos, campos agricolas destruidos etc.

En lo que sigue veremos que son las inundaciones, su prediccion y el establecimiento de sistemas de alerta. Luego en el estudio de las planicies de inundacion veremos los analisis estadisticos requeridos para definir la magnitud y frecuencia de las avenidas, el manejo de modelos matematicos para simular la relacion precipitacion/escorrentia, y los analisis hidraulicos para determinar la extension de las zonas inundadas.

## PRIMERA PARTE

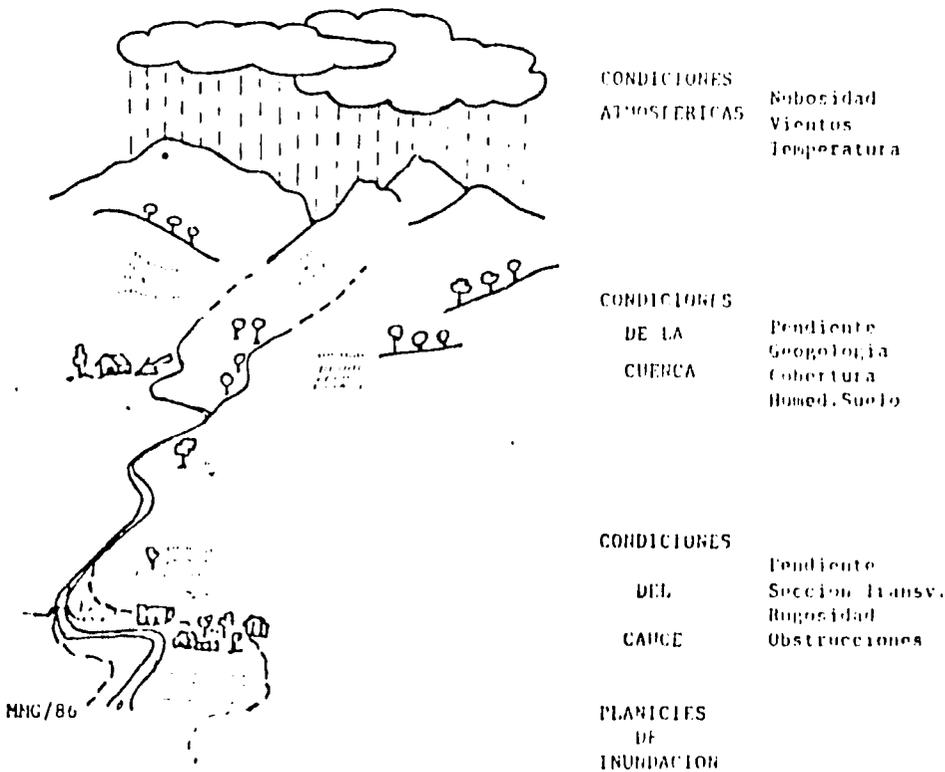
### RECONOCIMIENTO DE LAS INUNDACIONES

#### 1. Definición de inundación

Aumento del nivel normal de un cauce, o acumulación de agua en zonas que normalmente no se encuentran sumergidas.

#### 2. Hidrología de las inundaciones

El proceso de la inundación comienza con la excesiva cantidad de agua que proviene, de la atmósfera como precipitación pluvial y lo de los deshielos, la que luego discurre sobre la superficie de la cuenca para finalmente juntarse en los cursos de agua, desde donde se desbordan.



La Fig. 1 muestra la relación entre la cuenca y el cauce del río como factores que determinan la magnitud de las inundaciones.

Fig. 1.- Factores que se combinan para producir una inundación. (Ref. 4)

#### 2.1 La atmósfera

Es el lugar donde se genera el proceso de formación de las lluvias, cuyas variables importantes son:

- su magnitud
- su distribución y
- su duración.

La magnitud se refiere a la lamina de agua que precipita sobre la tierra y que puede variar desde trazas hasta cientos de mm en un solo evento. Las lluvias que producen avenidas son aquellas que descargan gran volumen de agua sobre una determinada area.

La distribucion se refiere a la ubicacion de la tormenta sobre la cuenca. La peor tormenta sera aquella cuyo centro esta sobre la zona inundable.

La duracion se refiere al tiempo que la lluvia se mantiene sobre una area determinada. Una inundacion generalmente ocurre cuando una lluvia persiste por varios dias consecutivos, en forma mas o menos continua.

## 2.2 La cuenca hidrografica

Este factor puede definir la magnitud y tiempo de ocurrencia de una inundacion. Las variables principales son:

- a. Tamano de la cuenca.
- b. Contenido de humedad del suelo.
- c. Cobertura vegetal.
- d. Uso del suelo.
- e. Pendiente promedio de la cuenca.

La Fig. 2 muestra efecto de la humedad del suelo en la descarga.

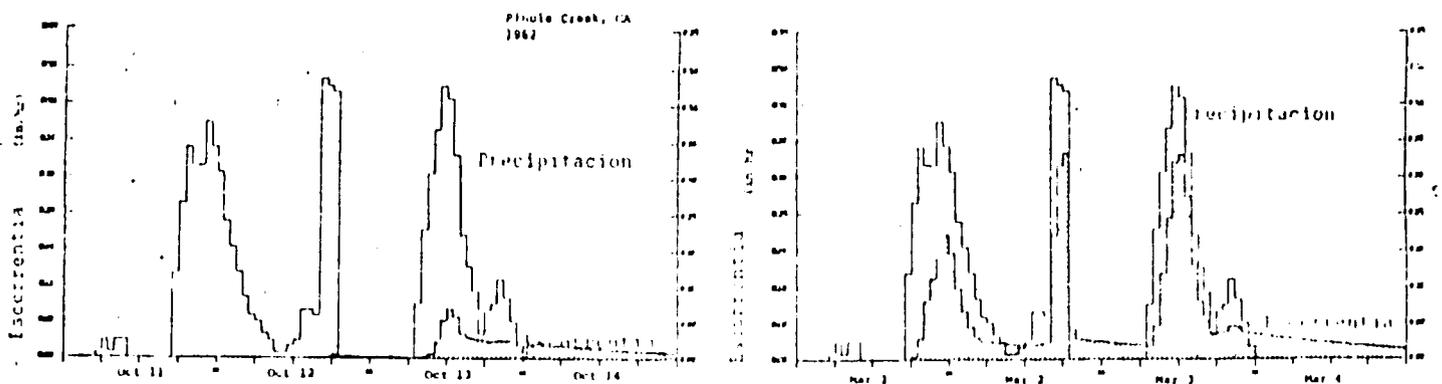


Fig. 2 - Relacion entre la humedad del suelo y la magnitud de las descargas. (Ref. 3).

### 2.3 El cauce de rio

Esta compuesto por el canal del rio, las margenes y la zona de inundacion. Los factores mas importantes son:

- a. La seccion transversal que define la geometria del canal.
- b. La rugosidad del canal y de las margenes que determina la velocidad con la que el agua discurre por el cauce.
- c. La pendiente longitudinal del curso que tambien define la velocidad del agua en el canal.

Si una avenida se produce, las siguientes condiciones del cauce pueden favorecer una inundacion:

1. Obstrucciones en el canal del rio, tales como rocas, arboles etc.
2. Alteraciones a la seccion como remocion de arena.
3. Presencia de obras como puentes, barreras etc.

## 3. Prediccion de inundaciones

### 3.1 Definicion

Proceso por el cual se observa el desarrollo de una avenida desde su origen hasta su paso por lugares de interes y prediccion del desborde eventual. El fin es anticipar la magnitud de la avenida, su tiempo de paso y la extension que es capaz de inundar para adoptar medidas preventivas que minimicen los danos que pueda producir.

### 3.2 Parametros de inundacion

Se requiere predecir sobre los siguiente factores:

- a. Nivel del agua en la rio y la descarga: valores maximos y variacion en el tiempo (hidrograma) incluyendo hora en la que el agua alcanza niveles de inundacion por primera vez y el tiempo de ocurrencia del pico y su duracion; y cuando sera sobrepasado el nivel de alerta.

- b. El volumen total de la onda.
- c. Velocidad de propagacion del pico a lo largo del canal del rio; y delucidar si los picos de los afluentes van a coincidir con el del cauce principal.
- d. Extension del area inundada y su variacion en el tiempo.
- e. Condicion de otros factores como deshielos, mareas, operacion de compuertas de control de maximas etc., que pueden agravar o atenuar el problema.

### 3.3 Prediccion de niveles

(a) Puede hacerse empleando metodos de correlacion entre niveles del agua en dos puntos dados de rio. El tiempo maximo de alerta sera igual al tiempo de viaje de la onda entre estos dos puntos. La Fig. 3 es un ejemplo de una tal correlacion.

(b) Cuando una relacion de niveles de estacion a estacion no es suficientemente buena, la siguiente relacion puede emplearse:

donde:  $h_1$  y  $h_2$  = maximo nivel del agua en la estacion aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

$I_{loc}$  = flujo local entre estaciones, (precipitacion)

$dt$  = el lapso de tiempo

La Fig. 4 es un ejemplo.

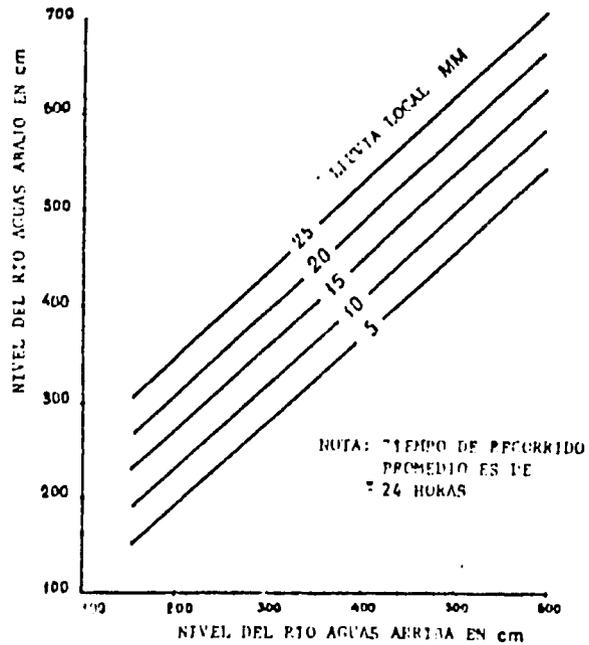
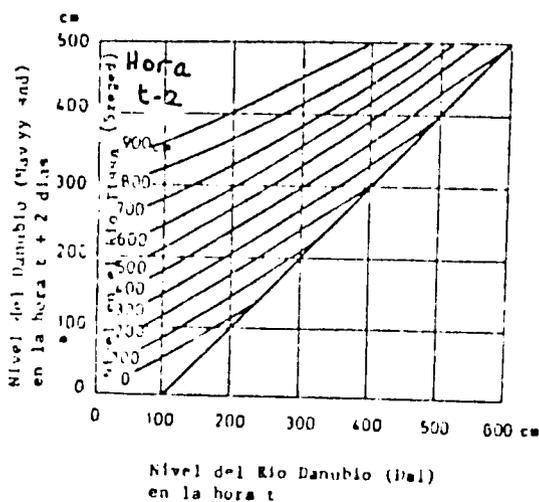
(c) Tambien puede hacerse un analisis puramente numerico empleando la correlacion lineal multiple que tiene la siguiente forma:

$$h_{max} = b_0 + b_1Q_1 + b_2Q_2 + \dots$$

donde:

$Q_1, Q_2$  = son descargas en estaciones aguas arriba en un tiempo dado; otras variables, como la precipitación, pueden reemplazar la descarga.

$b_0, b_1$  = parametros que se determinan mediante regresión.



### 3.4 Modelos de cuenca conceptuales

Son un conjunto de relaciones entre los diferentes factores del ciclo hidrológico cuyo objetivo es estimar la magnitud de la escorrentía y otras formas del agua en la cuenca dadas la precipitación y las condiciones de la cuenca.

Hay muchos modelos siendo los más empleados (Ref. 11):

- el modelo Sacramento
- el del Soil Conservation Service (TR-20)
- el del Hydrological Engineering Center (HEC 1)
- el Stanford Watershed Model (HSPF)

La Fig. 5 es un esquema de un tal modelo. Estos modelos tienen sus ventajas y desventajas.

#### 4. Sistema de alerta contra inundaciones

##### 4.1 Obejetivos:

Predecir la ocurrencia de inundaciones y alertar a poblaciones amenazadas, para que adopten medidas de prevencion de danos.

##### 4.2 Elementos de diseno

Depende del lugar, de la topografia, del clima, la poblacion, de los sistemas de control de inundaciones, del tiempo de alerta y de los recursos disponibles para la operacion y mantenimiento del sistema.

Es sistema puede variar desde una simple red de estaciones y de procedimientos, hasta uno sofisticado incluyendo computadoras y estaciones automaticas.

Un sistema de alerta puede constar de:

##### i) Equipo:

- o Pluviometros
- o Limnimitros
- o Pluviografos
- o Sensores electronicos del nivel de agua en el rio
- o Estaciones auto-transmisoras de lluvias y niveles de agua

La Fig. 6 muestra instrumentos auto-transmisores.

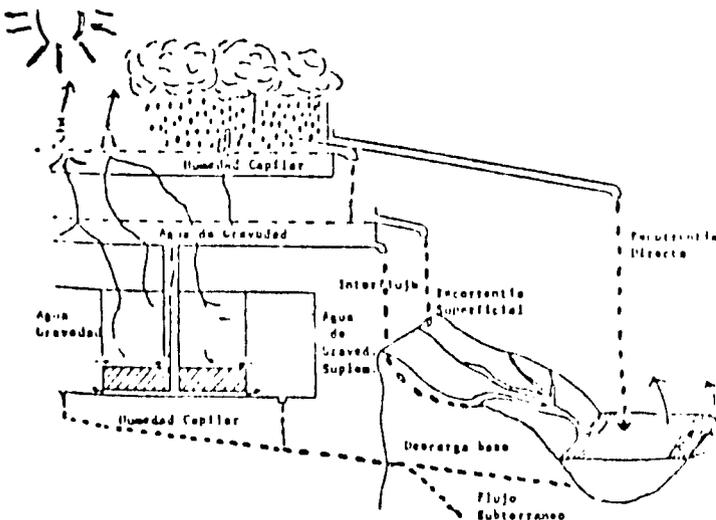


Fig. 5 - Estructura del modelo de un sistema de alerta contra inundaciones. (Pe. 5)

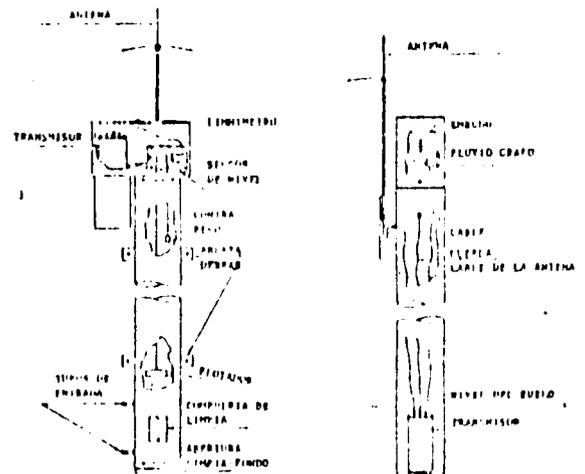


Fig. 6 - Instrumentos auto-transmisores de lluvia y nivel de agua. (Pe. 6)

ii) Sistema de comunicacion hasta el centro de procesamiento

Desde el observador:

- Telefono
- Radio aficionado
- C.B.
- Radio de la Policia, bomberos, otras agencias del gobierno

Desde las estaciones automaticas:

- Telefono
- radio
- satelites

La Fig. 7 es un ejemplo de un sistema de alerta contra inundacion subita.

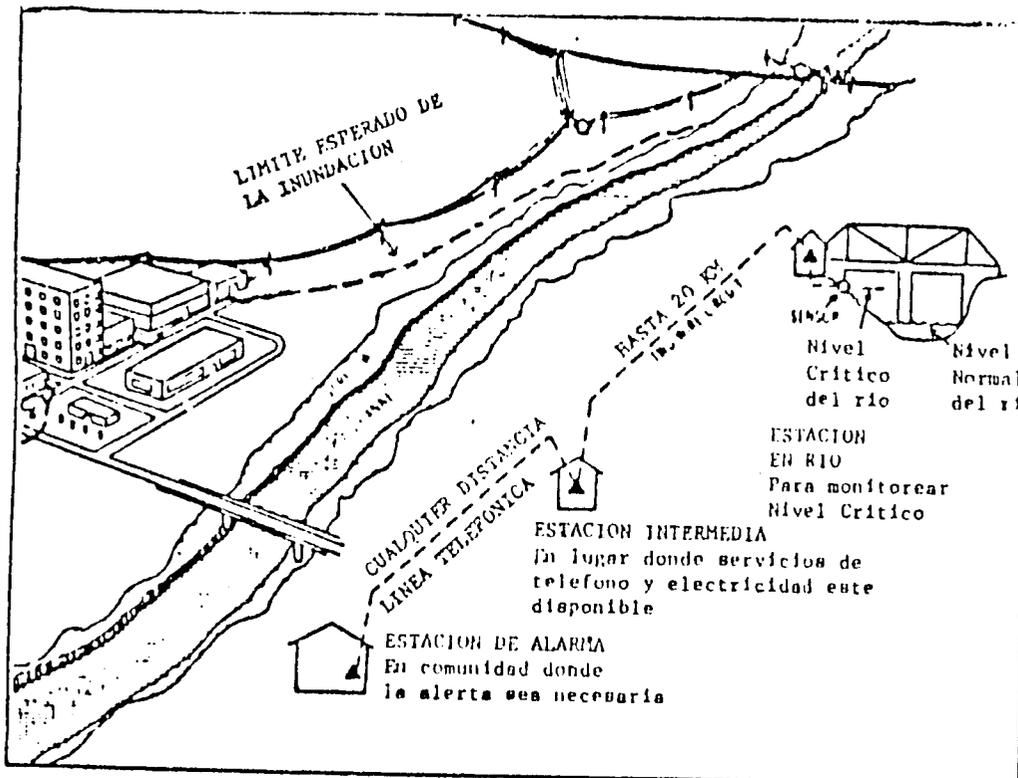


Fig. 7 - Ejemplo de un sistema de alerta contra inundaciones (Ref. 9). -

### iii) Centro de procesamiento de datos

Tiene por objetivo recepcionar los datos del campo, en tiempo real, y procesarlos con el fin de predecir la ocurrencia de una inundacion y emitir la alerta correspondiente.

Dependiendo del sistema, el centro puede estar o no, equipado con una computadora. En todo caso, debe contar con un conjunto de procedimientos para predecir con un buen grado de precision, y adelantandose al evento un buen numero de horas, para permitir evacuaciones y otras medidas preventivas.

### 4.3 Elementos de operacion

- Observadores de las estaciones
- Sistema de comunicacion local confiable
- Un coordinador del sistema de alerta
- Procedimientos para prediccion
- Un plan de difusion de la alerta
- Un plan de preparacion incluyendo educacion de la colectividad

### 4.4 Agencia de coordinacion de emergencias

Es la encargada de emitir los boletines de emergencia de acuerdo a sus planes para estos casos.

## SEGUNDA PARTE ESTUDIOS DE PLANICIES DE INUNDACION

### 1. Definiciones

Planicies de inundacion son terrenos adyacentes y casi al mismo nivel de un curso de agua, que solo se inundan cuando el caudal excede la capacidad del cauce normal. Ver Fig. 8.

Las planicies de inundacion de un rio se estudian para delimitar las zonas inundables y se basan en un mapa topografico.

Estos mapas de zonas inundables sirven para planificar el uso de la tierra, definir la ubicacion de estructuras de proteccion contra inundaciones, zonificar nuevos desarrollos urbanos, todo de acuerdo a diferentes riesgos de inundacion que se predice.

Los usuarios de estos mapas pueden ser el gobierno central, los gobiernos provinciales o municipales, las autoridades de manejo de zonas riverenas, el sector privado y el publico en general.

El estudio de las planicies de inundacion incluye, la coleccion de informacion topografica, los estudios hidrológicos, la coleccion de informacion hidraulica, el analisis de curvas de remanso y la delimitacion en un mapa de las zonas inundables con diferentes tiempos de retorno.

La Fig. 9 muestra la secuencia de estos diferentes estudios.

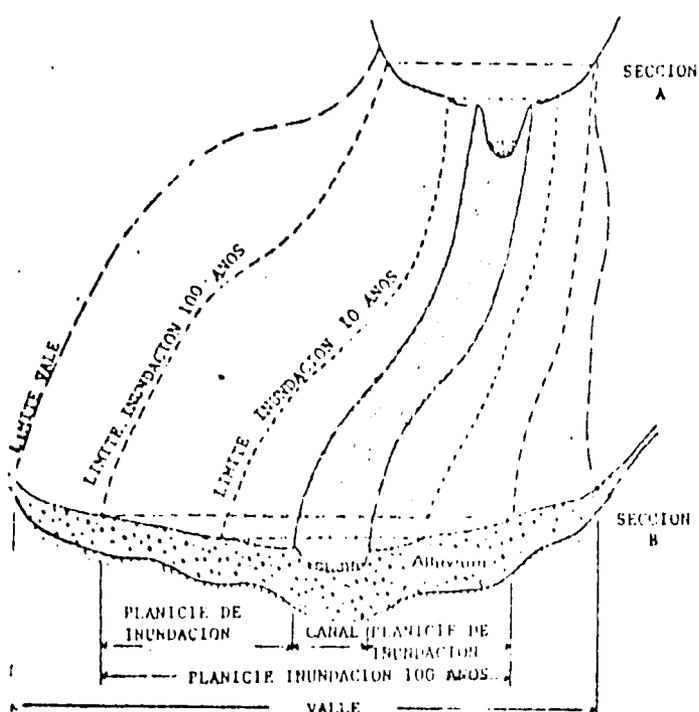
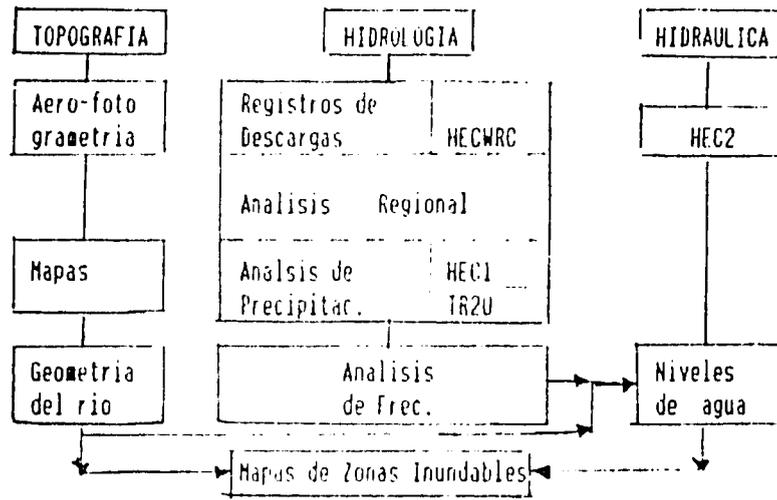


Fig. 8 - Demarcacion de una planicie de inundacion (Ref. 7).

Fig.9 Desarrollo de mapas de zonas inundables



aa/lotus/prodmap

## 2. Informacion topografica

Se requiere un mapa de la planicie de inundacion con curvas de nivel con intervalos de 0.5-1.0 m. Cuanto menor el intervalo mayor es la precision e inversamente. En terrenos adyacentes o en zonas ya desarrolladas se requerira una mayor precision.

La produccion de mapas topograficos es costosa. En los Estados Unidos los costos relativos de los diferentes estudios son:

- Produccion de mapas topograficos	45%
- Estudios hidrológicos	11%
- Estudios hidraulicos y analisis de curvas de remanso	14%
- Otros costos	30%

La escala de los mapas depende del grado de precision que se requiera. En general debe ser 1:2,500 o 1:5,000.

El metodo mas rapido de producir mapas topograficos es mediante la aerofotografia. Es posible emplear pares estereoscopicos de fotos aereas de escala 1:10,000 para producir mapas en una escala de 1:2,500 y curvas de nivel cada 0.50 m.

La mejor altura de vuelo, la mejor escala y el mejor intervalo entre curvas de nivel dependen del grado de precision deseado y del costo que uno quiera asumir.

### 3. Estudios hidrológicos

Los estudios hidrológicos tienen por objetivo determinar las descargas de avenida que se producen en puntos de interés a lo largo de un curso de agua.

El cálculo puede hacerse utilizando registros que existen o generando datos mediante simulación. En cualquier caso el producto final del estudio es de la magnitud y frecuencia de las descargas máximas de río. Ellas se relacionan con el período de retorno o sea el número de años que pasa, en promedio, entre dos de avenidas de igual magnitud.

Cuando se habla por ejemplo de la "avenida de 100 años", se quiere decir que esta avenida puede ser igualada o superada en un determinado año solo con un porcentaje de probabilidades.

Por ejemplo, se encontró que las lluvias de 1983 en Guayaquil tenían una frecuencia de 1,000 años. Esto quiere decir que existe una probabilidad de 1 en mil (0.001) de que en cualquier año se presenten lluvias de una magnitud igual o mayor, a la de aquel año.

#### 3.1 Análisis de datos existentes

Para esto se requiere:

- datos de descargas instantáneas máximas anuales del mayor número de años posible.
- definir una distribución de frecuencia que se ajuste mejor a los datos de descarga de lugar.

Las distribuciones más conocidas para el análisis son:

- Gumbel
- Log Pearson III
- Log Normal

Existen numerosos programas de computadora para efectuar estos análisis.

#### 3.2 Análisis regional

Para encontrar relaciones de la descarga máxima con factores hidrometeorológicos y geográficos que se pueden medir.

Forma general:

$$QN = aA + bZ + cS + dP$$

donde: QN = Descarga pico con tiempo de retorno N

A = Area de la cuenca

Z = Pendiente del canal principal

S = Porcentaje de almacenamiento superficial

P = Intensidad de precipitacion, de N años de retorno

a,b,c,d = parametros

Estas relaciones se desarrollan cuando se tiene datos conocidos de estas variables y mediante analisis de regresion multiple.

### 3.3 Extension de Datos

Cuando se tienen pocos datos en una estacion pero existen mas datos en otra cercana, se desarrollan relaciones de regresion, de la forma (Ref.4):

$$Q = a + bQ_2 + e$$

donde:

Q1 = Estacion con menos datos

Q2 = Estacion con mas datos

a,b = Coeficientes

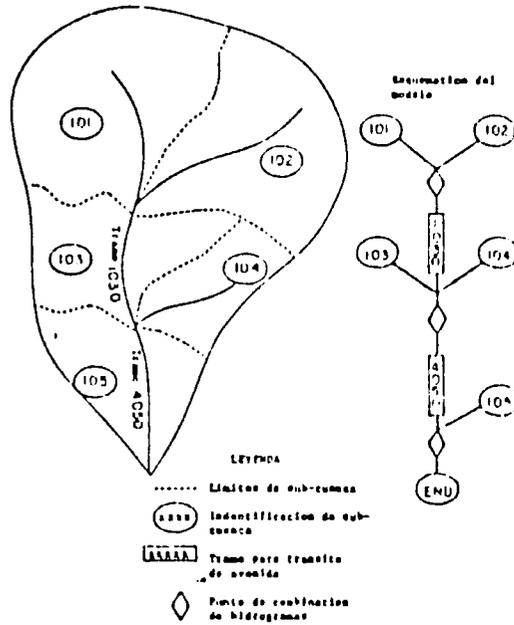
e = Factor aleatorio

### 3.4 Modelos matematicos

Tienen por objetivo resolver la relacion entre las precipitaciones, las características de la cuenca hidrografica y las avenidas.

Existen numerosos modelos que cumplen esta función. Los mas conocidos y desarrollados son:

- U.S. Soil Conservation Service (TR-20)
- U.S. Corps of Engineers (HEC-1)
- Stanford Watershed Model (HSPF)



La Fig. 10 muestra la organización de la cuenca para correr el modelo HEC 1.

Fig. 10 - Componentes típicos del modelo HEC-1 (Ref. 1).

#### 4. Analisis hidraulico

##### 4.1 Consideraciones generales

El analisis hidraulico tiene por objetivo determinar las curvas de ramanso que se producen por el paso de una avenida por una seccion determinada del rio.

Estas curvas de ramanso luego, definen la superficie inundada por dicha avenida.

El analisis de las curvas de ramanso es un proceso iterativo por el cual, dadas la geometria de una seccion transversal y la descarga se calcula la altura del agua en una seccion contigua bien sea aguas arriba o aguas abajo. Debido a que es un proceso de tanteo, el uso de computadores es esencial. En este sentido se han desarrollado varios modelos matematicos siendo el mas empleado el modelo conocido como HEC-2 (Hydrologic Engineering Center).

## 4.2 EL MODELO HEC-2

### (a) Principios hidraulicos

Este programa simula flujo permanente y uniformemente variado en canales abiertos. La ecuacion basica usada es la ecuacion unidimensional de conservacion de energia que se ve en la Fig. 11.

donde:

$Z$  = elevacion del fondo del canal o altura

$Y$  = profundidad del agua

$a$  = coeficiente de energia que tiene en cuenta la distribucion de velocidades horizontales no uniformes

$v$  = velocidad promedio

Estos cuatro factores referidos a las secciones transversales 1 y 2.

$g$  = aceleracion de la gravedad

$h_e$  = perdida de energia entre las secciones 1 y 2.

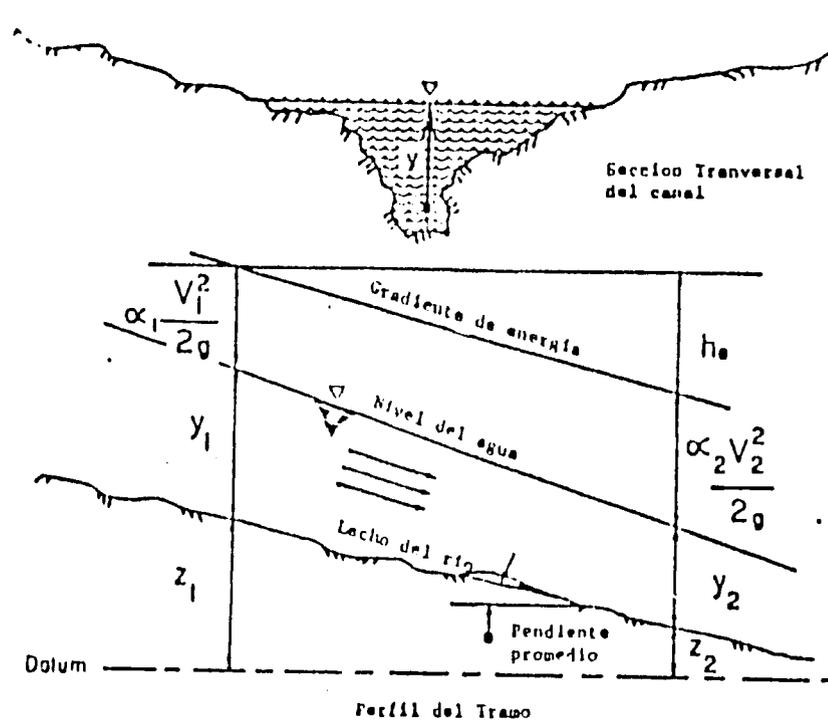


Fig. 11 - Sección transversal y perfil longitudinal mostrando las componentes de la ecuación de energía. (Ref. 1).

## (b) Procedimiento de aplicacion

### (i) Secciones transversales

La Fig. 12 muestra un ejemplo acerca de la ubicacion y numero de secciones en un rio dado.

### (ii) Distancia entre secciones

Depende del grado de detalle deseado, de la longitud de rio, su pendiente, la uniformidad en la forma de las secciones transversales, la friccion, metodo de calculo y objetivo del estudio.

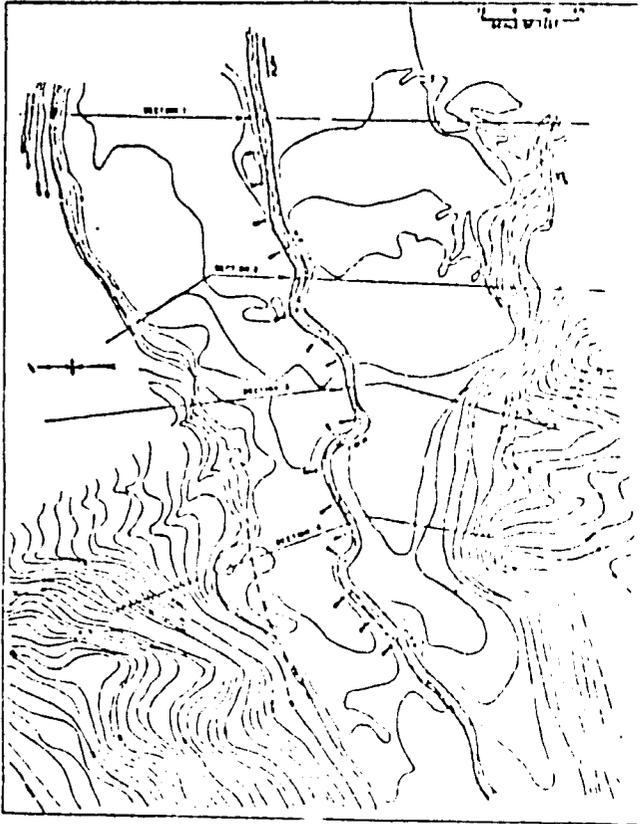


Fig. 12 - Selection of cross-sections in a natural channel. (Ref. 1).

### (iii) Condiciones iniciales

La descarga y altura del agua deben ser especificados para la primera seccion transversal.

La altura del agua puede ser:

1. La altura correspondiente a flujo critico
2. Una altura conocida
3. Calculado por el metodo de la area-pendiente.

#### (iv) Aplicacion a cursos naturales

La rugosidad del canal o coeficiente  $n$  de Manning es el factor a considerar.

El valor de  $n$  debe estimarse separadamente para el canal y para ambas margenes; ellos no son necesariamente iguales para un tramo dado.

Finalmente, la Fig. 13 es un mapa de una zona inundable mostrando los limites de inundacion.

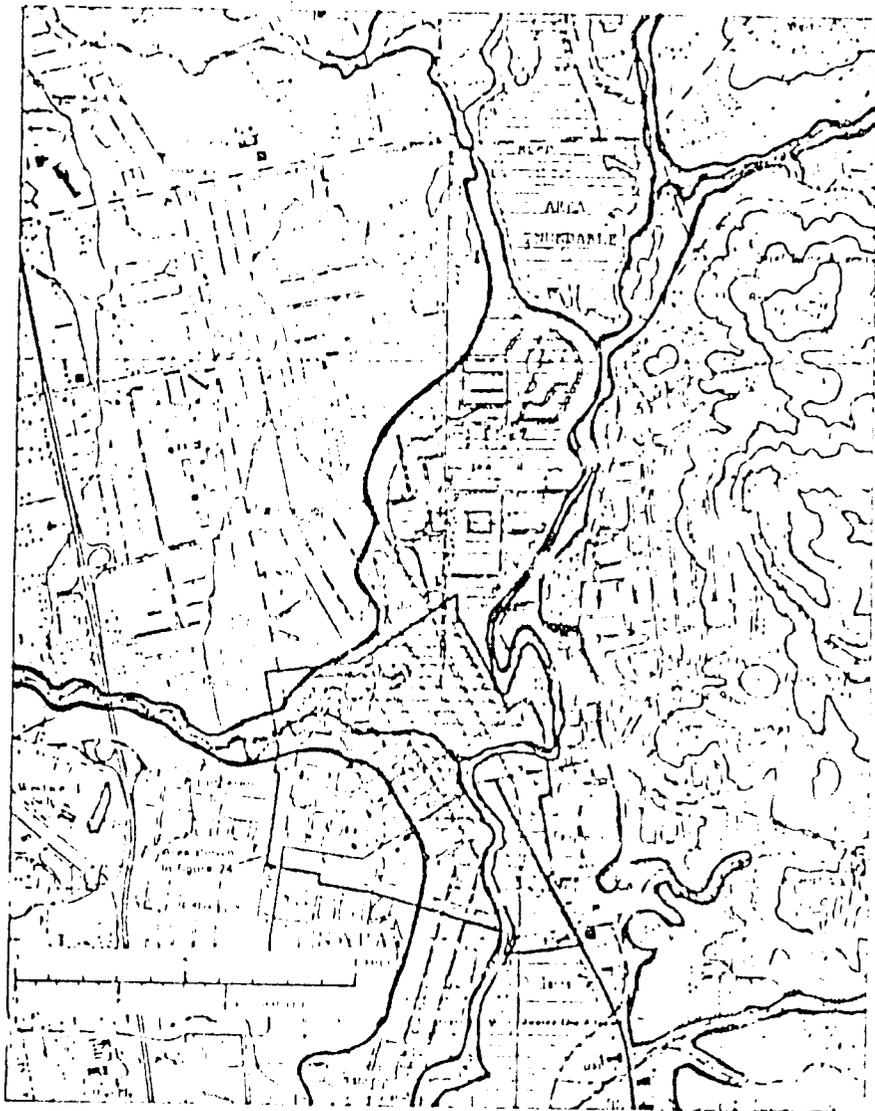


Fig. 13 -- Ejemplo mapa de zonas inundables (Ref. 7).

## REFERENCIAS

1. Feldman, Arlen D., HEC Models for Water Resources, System Simulation: Theory and Experience, Advances in Hydroscience, Vol. 12, Academic Press, 1981.
2. Haan, C. T. et. al., Hydrologic Modeling of Small Watersheds ASCE Monograph, Michigan, 1982.
3. Hydrocomp. Inc., Simulation Network Newsletter, Vol. 17, No.1, Mountain View, Calif., 1985.
4. Molina, Medardo, Flood Warning System Report, Office of Disaster Preparedness, Kingston, Jamaica, 1986.
5. Molina, Medardo, Extension of Rainfall Records by Inter-Station Correlation, Stanford University, Tech. Paper No. 123, 1969.
6. Sierra Misco Inc., Telemetry Instruments, Real Time Event Reporting Systems, Berkeley, California, 1985.
7. Waananen, A. O., et. al., Flood Prone Areas and Land-use Planning - selected examples from the San Francisco Bay Region, California, USGS, Menlo Park, 1977.
8. WMO Guide to Hydrological Practices, Volume II, WMO - No. 168, Geneva, 1983.
9. WMO, Hydrological Forecasting Practices, WMO - No. 425, Geneva, 1975.

ANEXO III.9.1.- MODELO DEL PROGRAMA DEL VIAJE TECNICO DE CAMPO I

Evaluación de riesgos naturales para Proyectos de Inversión, Coordinado por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) y la Organización de Estados Americanos (O.E.A.).  
Salida de Campo: Mérida y sus alrededores - ITINERARIO.

ACTIVIDADES NUMERO DE PARADAS	LOCALIZACION	OBJETIVOS	TIEMPO DE DURACION (HORAS)
1	Loma Los Matines	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer una visión de conjunto de los diferentes tipos de paisajes de Mérida y sus alrededores.</li> <li>- Caracterizar los conjuntos Morfoestructurales del paisaje.</li> <li>- Caracterizar las unidades Geomorfológicas.</li> <li>- Establecer el grado de comportamiento de las diferentes unidades de paisajes en función de sus características geológico-estructurales, geomorfología y climatología (síntesis Físico-Geográfica).</li> <li>- Efectos de acción de la tectónica (sobre roca "in situ").</li> <li>- Mostrar y explicar al por qué de las grutas de colapso y su influencia en los derrumbes y deslizamientos.</li> <li>- Caracterizar el sitio de emplazamiento de la ciudad.</li> </ul>	1 1/2 - 2
2	Conjunto Residencial San Isidro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplazamiento de actividades humanas (urbanismo) en áreas muy inestables (vertientes de pendientes abruptas).</li> </ul>	1/4
3	Frente a Residencias Las Flores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar un movimiento en masa (deslizamientos rotacionales) y su incidencia en las actividades humanas.</li> </ul>	1/2
4	Entrada Urbanización San José (Pte del Tirol).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar el comportamiento poblacional en pendientes pronunciadas sobre alteritas de la formación Palmareto.</li> </ul>	1/2
5	Conjunto Residencial El Viaducto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamientos residenciales en áreas de alta peligrosidad sísmica.</li> </ul>	1/4
6	Detrás de la Plaza de Toros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incidencia y presión humana en los bordes del talud de la Terraza de Mérida.</li> <li>- Evolución del talud por acción antrópica.</li> <li>- Área de alta peligrosidad al riesgo natural.</li> </ul>	1/4
A L M U R Z O			1
7	Vía al Valle (San Benito)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar el comportamiento geotécnico y estructural de la Fr. Macujún frente al trazado vial.</li> </ul>	1/2
8	Capilla El Carmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos de la presión urbana, sobre el talud de la Terraza de Mérida: evolución del talud por efecto antrópico, derrumbes y deslizamientos por socavamiento basal.</li> </ul>	1/2
9	Entrada Arenal (Parquecito)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mostrar unidades geomorfológicas.</li> <li>- Expresión topográfica de la falla de Boconó.</li> <li>- Observar paleoformas (cicatrices de desprendimientos) ligadas a la acción tectónica.</li> </ul>	1/4
10	Vía Arenal-San Jacinto (frente a la Escuela Simón Rodríguez)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución del talud debido al socavamiento basal, aguas superficiales de origen urbano, reactivación de paleo-cárcevas y paleo-entales por presión humana.</li> </ul>	1/4
11	Carreters a la Urbanización Carabobo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desequilibrio y deterioro del talud de la Terraza de Mérida por infraestructura vial.</li> <li>- Evolución del talud por movimientos en masa.</li> </ul>	1/4
12	Parte terminal de carretera (Santa Juana)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fenómenos de las estructuras del paisaje geomorfológico.</li> <li>- Expresión topográfica por fallamiento y su acción en la evolución de vertientes (deslizamientos, derrumbes).</li> <li>- Acción de socavamiento basal por acción de empuje y bloqueo de aportes laterales sobre al curso del río Chama.</li> </ul>	1/2
13	Residencias Las Tapias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de neo-tectónica cuaternaria y subsidencia sobre los riesgos naturales (afectación urbana).</li> </ul>	1/2

Salida CIDIAT: 8  
Regreso CIDIAT: 8

Tiempo de trabajo: 6h 15'  
Tiempo de recorrido: 2h 45'  
Tiempo de almuerzo: 1h 00'  
Tiempo total: 10h 00'

ANEXO III.10.1.- EJERCICIO EN CLASE DE LA UNIDAD #10

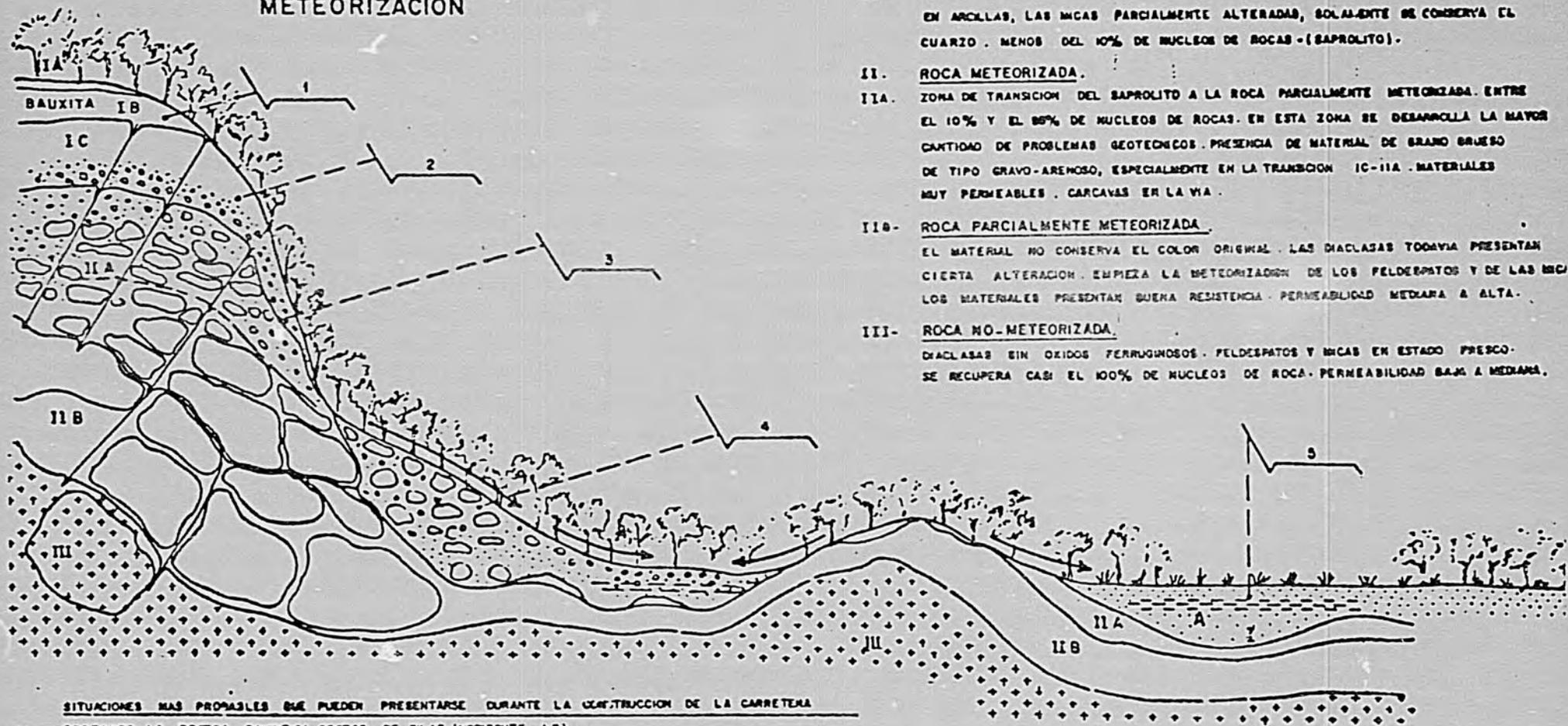
## **ANEXO III.10.1.- EJERCICIO EN CLASE DE LA UNIDAD #10**

### **RIESGOS DE MOVIMIENTO EN MASAS**

#### **NOTA AL INSTRUCTOR:**

Utilizando los modelos de ejercicios provistos como guía, desarrolle un ejercicio en clase en el cual los participantes se vean obligados de utilizar los diferentes conceptos presentados en clase en el análisis de proyectos específicos tales como la construcción de una carretera o edificio. Provea la información y orientación necesaria a los ejercicios, de manera que los participantes integren aspectos técnicos, económicos y sociales para resolver los problemas presentados.

## CROQUIS ESQUEMATICO DEL PERFIL DE METEORIZACION



### I. SUELO RESIDUAL.

- IA- CAPA VEGETAL Y SUELO ARENOSO (ZONA DE ELUVIACION).
- IB- ZONA DE ILUVIACION RICA EN SILICIO ALUMINOS Y HIERRO CEMENTADO (BAUXITA).
- IC- SUELOS LIMO-ARCILLOSOS Y ARENO-LIMOSOS. LOS FELDSPATOS SE HAN CONVERTIDO EN ARCILLAS, LAS MICAS PARCIALMENTE ALTERADAS, SOLAMENTE SE CONSERVA EL CUARZO. MENOS DEL 10% DE NUCLEOS DE ROCAS-(SAPROLITO).

### II. ROCA METEORIZADA.

- IIA. ZONA DE TRANSICION DEL SAPROLITO A LA ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA. ENTRE EL 10% Y EL 80% DE NUCLEOS DE ROCAS. EN ESTA ZONA SE DESARROLLA LA MAYOR CANTIDAD DE PROBLEMAS GEOTECNICOS. PRESENCIA DE MATERIAL DE GRANO GRUESO DE TIPO GRAVO-ARENOSO, ESPECIALMENTE EN LA TRANSICION IC-IIA. MATERIALES MUY PERMEABLES. CARCAVAS EN LA VIA.
- IIB- ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA.  
EL MATERIAL NO CONSERVA EL COLOR ORIGINAL. LAS DIACLASAS TOODIA PRESENTAN CIERTA ALTERACION. EMPIEZA LA METEORIZACION DE LOS FELDSPATOS Y DE LAS MICAS. LOS MATERIALES PRESENTAN BUENA RESISTENCIA. PERMEABILIDAD MEDIANA A ALTA.
- III- ROCA NO-METEORIZADA.  
DIACLASAS SIN OXIDOS FERRUGINOSOS. FELDSPATOS Y MICAS EN ESTADO FRESCO. SE RECUPERA CASI EL 100% DE NUCLEOS DE ROCA. PERMEABILIDAD BAJA A MEDIANA.

### SITUACIONES MAS PROBABLES QUE PUEDEN PRESENTARSE DURANTE LA CONSTRUCCION DE LA CARRETERA

- 1- CORTANDO LA COSTRA BAUXITICA-SECTOR DE FILAS-(HORIZONTE IB).
- 2- CORTANDO EL NIVEL ARCILLOSO DE SUELO RESIDUAL-SECTOR DE LADERA-(HORIZONTE IC O SAPROLITO).
- 3- CORTANDO EL NIVEL GRAVO-ARENOSO DEL SUELO RESIDUAL (BLOQUES EVENTUALES) Y ROCA (ESPECIALMENTE HORIZONTES IC-IIA).
- 4- CORTANDO LOS NIVELES COLUVIALES DEL PIE DE LADERA (CARACTERIZADOS POR GRANDES BLOQUES) Y SECTORES ALUVIALES (HORIZONTE IIA Y C).
- 5- SOBRE SUELO COLUVIAL FINO, ALUVIAL (ARENO-ARCILLOSOS AMBOS) Y SUELOS RESIDUALES (C,A,I).

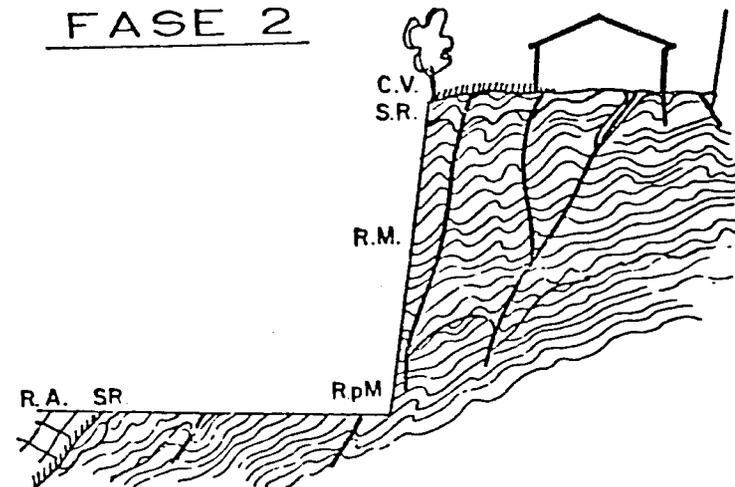
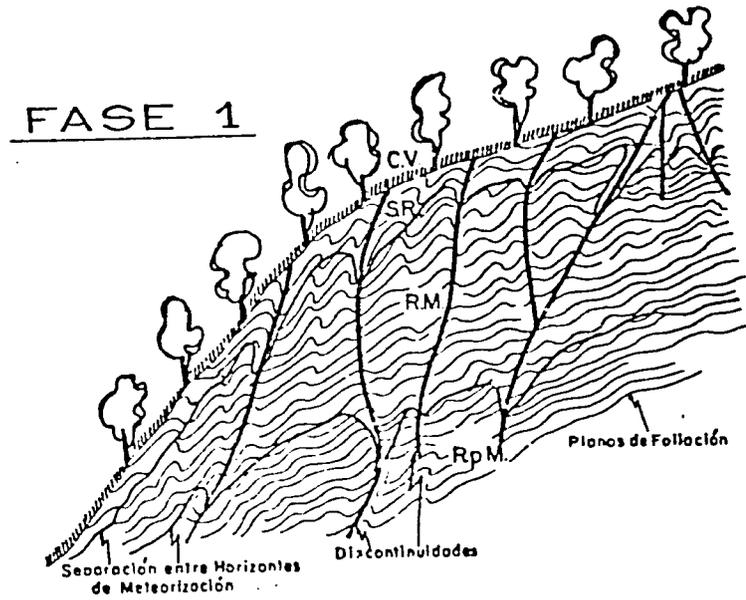
FASE 1: Condiciones naturales de la vertiente.

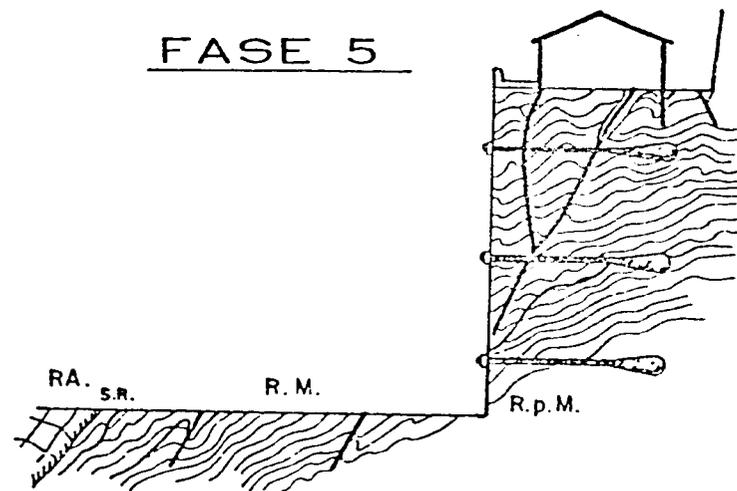
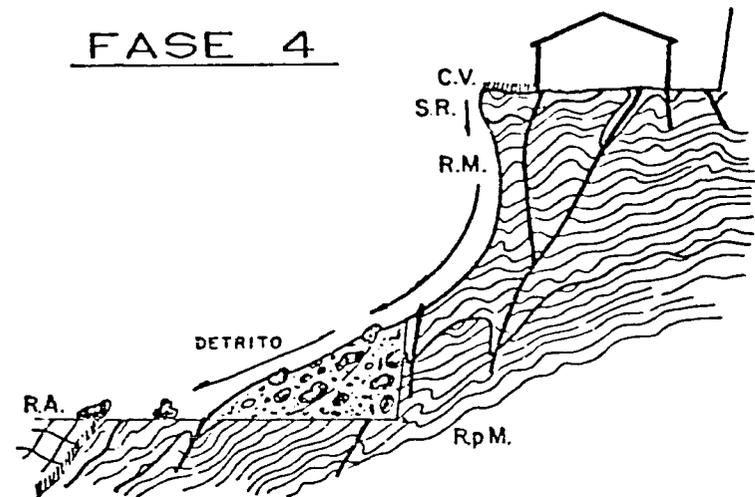
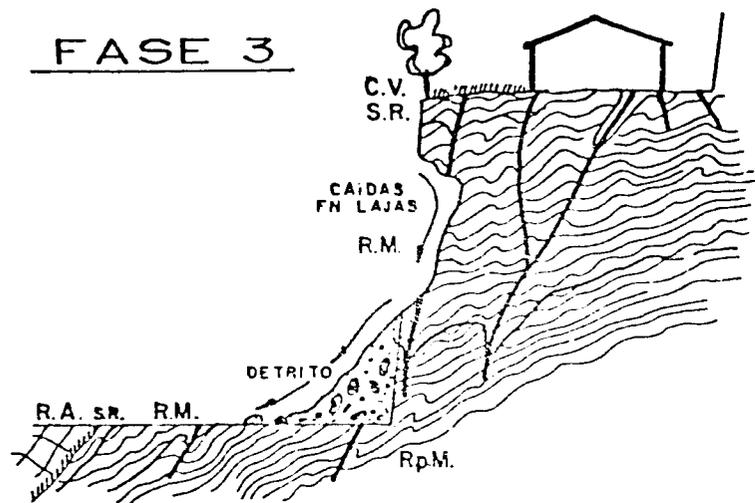
FASE 2: Intervención Antrópica, ubicación de una quinta con jardín al frente y una carretera de acceso.

FASE 5: Quinta con balcón al frente, pantalla atirantada con anclaje.

El costo de la estabilización del talud supera varias veces el costo de inversión para la construcción de la vivienda.

Con breves comentarios, explique el comportamiento del talud no afectado por la construcción entre la Fase 1 y la Fase 5.





LEYENDA

- R.A. — RELLENO ARTIFICIAL 1/2 BOTE DE TIERRA
- C.V. — CAPA VEGETAL
- S.R. — SUELO RESIDUAL
- R.M. — ROCA METEORIZADA
- RpM. — ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA

ANEXO III.12.1.- SEPARATA SOBRE EL MAPEO DE RIESGOS GEOLOGICOS



VI Congreso Geológico Venezolano.

29 DE SEPTIEMBRE - 6 DE OCTUBRE DE 1985



ESTUDIO GEOTECNICO DEL AREA METROPOLITANA DE CARACAS  
SECTOR CENTRAL

Piero M. Feliziani S.\*  
Pasquale De Luca\*  
Carlos Barrientos S.\*  
Servando Bastardo G.\*  
Rosa Ramirez G.\*

RESUMEN

El presente estudio a escala 1:10.000 tiene la finalidad de aportar nuevas soluciones a los problemas geotécnicos ampliamente conocidos de un sector muy significativo del Area Metropolitana de Caracas. La integración de diversos profesionales, como son el geólogo, el geógrafo y el ingeniero civil, ha permitido analizar a fondo los aspectos fundamentales y necesarios para alcanzar resultados confiables.

La metodología empleada representa uno de los aspectos relevantes ya que utiliza en forma racional los parámetros que realmente juegan un papel fundamental en los problemas de estabilidad y que puede encontrar su mejor expresión en estudios geotécnicos de gran detalle.

Los parámetros básicos analizados han sido la litología, la estructura, la clinometría y la hidrología, con sus respectivos sub-parámetros como son por ejemplo la meteorización, la cobertura vegetal, la actividad antrópica, la exposición de las laderas, etc., y para cada uno de ellos se ha elaborado un mapa temático y una leyenda extensa.

La interacción de la litología, geomorfología e hidrología con sus respectivos sub-parámetros, genera un mapa de macrozonificación geotécnica que delimita sectores bastante amplios y de similar comportamiento entre ellos.

Por otra parte, la interacción de la clinometría, estructura, orientación y estabilidad geométrica de taludes, con sus respectivos sub-parámetros, origina el mapa de microzonificación geotécnica que delimita sectores más reducidos y también de igual comportamiento entre ellos.

La suma de los dos diagnósticos (macro y micro) representa el diagnóstico o "Mapa de Orientación Geotécnica".

\*Ministerio de Energía y Minas

VI Congreso Geológico Venezolano

4673

GEOTECHNICAL STUDY OF THE METROPOLITAN AREA OF CARACAS  
CENTRAL AREA

SUMMARY

This paper refers to a geotechnical survey carried out at a 1:10,000 scale of a very relevant zone within the whole Caracas Metropolitan Area, with the aim of providing new solutions for geotechnical problems.

The integration of various professionals, such as geographer, geologist and civil engineer has made possible a deeper analysis of the fundamental and necessary aspects for reaching realizable results.

The methodology used presents one of the most relevant aspects, since it uses different parameters that really play a basic role in stability problems and that can reach its best expression in geotechnical survey of great detail.

The basic parameters analyzed have been: lithology, structure, clinometry, geomorphology and hidrology, with their own sub-parameters such as weathering, plant cover, human activity, slope exposure, etc., and for each of them a thematic map and its legend have been made.

As a result, the interaction of lithology, geomorphology and hidrology with their own sub-parameters yields a Geotechnical Macro-zoning map that highlights very broad zones and with alike behavior among them.

On the other hand, the interaction of clinometry, structure, talus geometrical stability and its orientation with their respective sub-parameters, yields a Geotechnical Micro-zoning Map that delimits more reduced zones similar to the Macro-zoning Map.

The junction of two diagnostics (Macro and Micro) represents the total "Geotechnical Orientation Map."

1. GENERALIDADES

En esta última década el Departamento de Geotecnia, adscrito a la Dirección de Geología del Ministerio de Energía y Minas, entre otras actividades, ha venido realizando una importante y difícil labor para una mejor comprensión y solución de los problemas geotécnicos ampliamente conocidos y que lamentablemente afectan toda el Area Metropolitana de Caracas.

El estudio de orientación geotécnica del Area Metropolitana de Caracas, a escala 1:10.000, representa un compromiso entre un método de trabajo de tipo descriptivo-cualitativo con empleo de técnicas de reconocimiento indirecto y de tipo analítico-cuantitativo con empleo de técnicas de reconocimiento directo.

El motivo que indujo a producir un documento de orientación geotécnica se explica a continuación: la ciudad de Caracas es una ciudad de continua expansión, así que la información adquiere un valor correctivo, cuando sea posible.

para ciertos sectores y un valor preventivo para otro que, a corto plazo, serán sometidos a un posible desarrollo. Por el hecho de que el desarrollo de la ciudad de Caracas fue y sigue siendo de tipo explosivo, se hubiera necesitado un estudio a gran escala realizado en un tiempo muy corto y con grandes recursos económicos y humanos.

En estos últimos años tomó fuerza la idea de realizar un estudio de esta naturaleza como una necesidad improrrogable y a tal efecto se hicieron algunos intentos para realizar el proyecto en el año 1977, mediante el Decreto Presidencial No. 2246. Se llegó a crear una comisión interministerial con la buena voluntad y la firme intención de realizar un estudio geotécnico clásico y con un nivel de detalle cuya aplicación habría de ser definitiva y esencialmente práctica.

Debido a los problemas de carácter presupuestario y burocrático no pudo concretarse este proyecto realmente ambicioso y necesario.

Es por este motivo que el Departamento de Geotecnia, con pocos recursos y exclusivamente con el personal adscrito a él, resolvió solucionar parcialmente el problema produciendo un documento de orientación geotécnica que no fuera solamente didáctico, sino que tuviera en primera aproximación, una aplicación práctica.

El estudio es muy útil para los profesionales ligados a la toma de decisiones de tipo urbanístico en el que el factor geotécnico es un ingrediente importante, pues les permite planificar racionalmente la realización de los estudios en detalle cuya ejecución es imperativa para lograr una sectorización geotécnica afinada a escala 1:2000, 1:1000 y hasta 1:500.

Cualquier decisión profesional a ser tomada en materia de evaluación del RIESGO GEOTÉCNICO a nivel de parcela debe estar avalada por un estudio de mayor detalle, ya que debe basarse en el comportamiento de la o de las sub-unidades presentes en el sitio, lo cual escapa del alcance del presente estudio.

Asimismo es imprescindible aclarar el hecho de que el comportamiento geotécnico de las zonas urbanas logradas en base a rellenos sobre laderas sólo puede ser estudiado en un plano de mayor detalle.

Por los motivos expuestos, cualquier ampliación de los planos contenidos en el presente estudio, realizada con fines de evaluar parcelas o grupos de parcelas, puede conllevar a la toma de decisiones equivocadas desde el punto de vista de la Ingeniería.

La tarea ha sido realmente interesante por las características intrínsecas del trabajo que se ha venido ejecutando, ya que los problemas geotécnicos de una ciudad tan conflictiva como Caracas, representan un reto constante para cualquier profesional ligado a esta disciplina.

Al mismo tiempo representa un importante compromiso en la búsqueda de soluciones prácticas y definitivas que lamentablemente no siempre alcanzan niveles satisfactorios por condiciones naturales adversas o por profundas e inadecuadas intervenciones antrópicas.

A través de la experiencia acumulada se ha constatado que existen en Venezuela problemas cíclicos veinte o trentenales de inundaciones, problemas cíclicos anuales (lluvias) y otros relacionados con riesgos sísmicos y problemas de tipo geológico que en estas últimas décadas se han multiplicado especialmente en ciudades como Caracas.

Igualmente se han presenciado desastres en ciudades como San Cristóbal, Bocanón, Biscucuy, etc., y las causas principales casi siempre deben imputarse a: la falta de terreno aprovechable que conlleva al uso de terreno de alta inestabilidad, la falta de estudios geotécnicos completos y a la transformación de la topografía original mediante inaceptables movimientos de tierra (cortes y rellenos) que han modificado en muchos sectores las redes hidrográficas provocando desajustes hidrológicos muy graves.

Es por esta razón que la importancia de los estudios geotécnicos va tomando cada día más fuerza y los países que quieren programar en la mejor forma su propio desarrollo, tratan de establecer metodologías idóneas a las circunstancias y elaborar documentos geotécnicos a distintas escalas.

La metodología comúnmente utilizada contempla estudios para producir mapas generales a escala pequeña (1:100.000-1:200.000) para la planificación del Territorio; estudios para producir mapas básicos a escala intermedia (1:25.000, 1:15.000 y 1:10.000), para desarrollo regional y urbano; estudios más detallados para producir mapas selectivos a escala más grande (1:5.000) como aplicación directa en áreas de desarrollo local (para planificar una urbanización, un sector para la industria, una red vial, una presa, etc.) y finalmente a escala de gran detalle (1:2.000 - 1:1.000 y hasta 1:500) para estudios específicos y a nivel de parcela.

El Departamento de Geotecnia tiene experiencia en este campo ya que en el pasado realizó el estudio geotécnico de las Terrazas de Mérida a escala 1:10.000, tiene en fase de montaje el estudio de la ciudad de San Cristóbal y sus alrededores a escala 1:15.000, está programando los estudios geotécnicos de las ciudades de Trujillo, Valera, Bocanón y alrededores, y finalizó el presente estudio.

La falta de recursos, el conocimiento fragmentario de todo el área por parte de los profesionales adscritos al Departamento de Geotecnia a través de los años y a diferentes niveles de detalle como son por ejemplo los sectores de: Caricuao, Antimano, Bella Vista, Valle del Río Guaire, Alto Prado, sureste en general, Santa Mónica, Bello Monte, Macaracuay, El Cafetal, etc., sumado a una documentación topográfica existente a escala 1:5.000, fueron los factores decisivos que determinaron la escala del estudio que se espera tenga una aceptable utilidad.

Estas valiosas informaciones acumuladas son el resultado de estudios aislados realizados para cumplir con los programas de trabajo del Departamento y asesorías brindadas al sector público y privado. Tomando en cuenta que una gran mayoría de estos estudios pertenecen al sector central de la ciudad, que sigue siendo el de mayor actividad, se decidió que éste fuera el sector piloto de un área de estudio mayor enmarcada dentro del anillo interno de la zona protectora y el Parque Nacional de El Ávila.

Por lo tanto, el factor "información previa" se unió el factor "inquietud" para producir un mecanismo de ayuda para solucionar problemas geotécnicos diarios, buscando las causas naturales e inducidas, su intensidad y zonificando el riesgo con fines correctivos y preventivos.

Existía y existe el equipo interdisciplinario compuesto por geólogos, con buenos conocimientos de mecánica de suelos y rocas, geógrafos físicos, un ingeniero agrónomo, técnicos geólogos y además de una valiosa información proveniente también de nuestro Banco de Datos Geotécnicos relativa al subsuelo.

El estudio geotécnico del Área Metropolitana de Caracas, enmarcado, como se ha dicho anteriormente, entre el Parque Nacional El Ávila y el anillo interior de la zona protectora, tiene una superficie aproximada de 670 Km<sup>2</sup> (67.000 Has.) que por facilidad de ejecución se ha dividido en seis (6) sectores. (Fig. 1.1.)

El sector central (Sector "A"), representa una porción muy significativa con respecto a la totalidad del área. Tiene una extensión de 160 Km<sup>2</sup> (16.000 Has.) y está delimitado al norte por una línea imaginaria que une Petare-Santa Mónica-Carapita; al sur por otra línea que une La Lagunita-Montmorrey-Caricuao, mientras que al este y al oeste por las respectivas perpendiculares a estas líneas (coordenadas 1.160.000 mN, 720.000 mE; 1.153.000 mN, 720.000 mE; 1.160.000 mN, 741.000 mE; y 1.153.000 mN, 741.000 mE; según Loma Quintana).

La parte restante de toda el Área Metropolitana de Caracas, dividida a su vez, como se ha dicho anteriormente, en cinco (5) sectores identificados con las letras B-C-D-E-F, todavía no ha sido estudiada sistemáticamente.

En efecto como se puede apreciar en la Fig. 1.1, del Sector "B", cuya superficie aproximada es de 150 Km<sup>2</sup>, se tiene la información básica y el comportamiento geotécnico a escala 1:25.000; del sector "C" que cubre una área de 31 Km<sup>2</sup>, se finalizó la geología a escala 1:20.000 y finalmente de los sectores "D", "E" y "F", con superficies aproximadas de 42 Km<sup>2</sup>, 160 Km<sup>2</sup> y 128 Km<sup>2</sup> respectivamente, se logró adelantar a la escala 1:10.000 la información básica.

Queda por lo tanto por unificar a la escala 1:10.000 toda la información existente, realizar investigaciones de campo adicionales y adaptar los datos obtenidos a la metodología utilizada para poder producir finalmente el diagnóstico geotécnico final y total.

Por lo expuesto anteriormente, es fácil deducir que el Departamento de Geotécnica está realizando una tarea compleja y ardua que requiere la dedicación para que ella se complete y se produzca la cartografía necesaria para una primera orientación geotécnica de toda el Área Metropolitana.

Para el sector central (Sector "A") se han cumplido diferentes etapas de trabajo, se elaboraron los mapas temáticos por cada uno de los parámetros analizados mediante una técnica bastante sencilla, pero al mismo tiempo compleja y objetiva.

Los parámetros básicos analizados son: el litológico, el estructural, el clinométrico y geomorfológico.

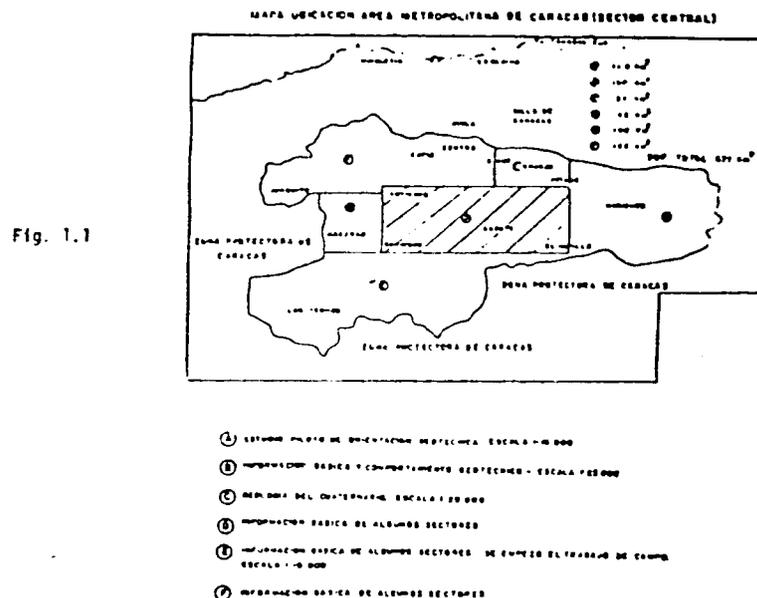
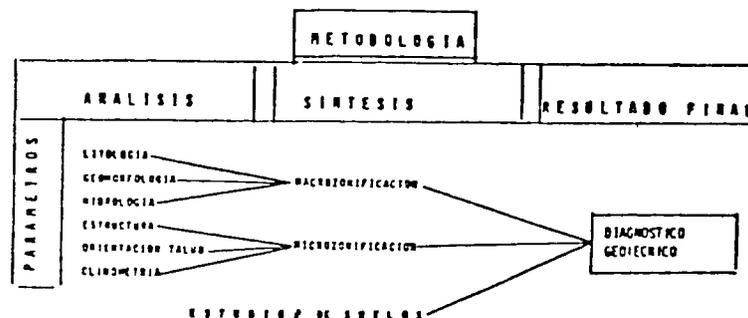


Fig. 1.2



Durante el desarrollo del estudio fueron también ampliamente analizados otros elementos o sub-parámetros de gran importancia, entre los cuales se deben señalar: la meteorización, el clima, la cobertura vegetal, la actividad antrópica, la exposición de las laderas, etc.; elementos que aun cuando parezcan ser de secundaria importancia han ayudado a comprender situaciones complicadas y a resolver problemas geotécnicos de difícil solución.

A tal efecto, los documentos cartográficos de base o mapas temáticos obtenidos son: el litológico, el estructural, el geo-morfológico, el de orientación y estabilidad geométrica de taludes y el clinométrico, que por separado y en conjunto representan el análisis completo del área de estudio.

El diagnóstico geotécnico a su vez se ha representado mediante dos (2) mapas de orientación geotécnica, uno de macrozonificación y otro de microzonificación.

Como se puede apreciar en el esquema anexo (Fig. 1.2) la interacción de los parámetros litológicos, geomorfológicos e hidrológicos con sus respectivos sub-parámetros (meteorización, clima, vegetación, etc.) genera el mapa de macrozonificación con sectores bastante amplios y de similar comportamiento entre ellos; mientras que la interacción y combinación de los parámetros clinométrico y estructural, orientación y estabilidad geométrica de taludes con sus respectivos sub-parámetros (intervención antrópica, exposición de laderas, etc.) genera el mapa de microzonificación con sectores más reducidos y también de igual comportamiento entre ellos.

El mapa de orientación geotécnica logra por lo tanto alcanzar un resultado objetivo a través de una tarea interdisciplinaria, ya que en ella intervienen directa o indirectamente profesionales de diferentes especialidades pero todos entrenados en la misma labor para alcanzar el mismo objetivo.

Es oportuno señalar que la metodología aplicada puede encontrar su mayor y mejor expresión en estudio de gran detalle (1:100 - 1:500) en donde se requiere una aplicación directa y de exclusivo uso práctico, como por ejemplo un desarrollo urbanístico o el estudio de una carretera, etc.

Se realizó una reconstrucción cronológica de los eventos mediante misiones aerofotográficas recientes (fundamentalmente la misión No. 030491 del año 1971 a escala 1:15.000) y de años anteriores (desde el año 1936), además de una cuidadosa recopilación de todas las informaciones existentes tomando en cuenta conclusiones y recomendaciones.

Antes de entrar a describir detalladamente los parámetros básicos y los mapas temáticos correspondientes, es oportuno hacer algunas consideraciones de vital importancia para entender mejor como debe aprovecharse la documentación de base existente (cartas topográficas, aerofotos, datos de campo, etc.) para un mejor conocimiento del ambiente.

Para producir el Estudio de Orientación Geotécnica del Área Metropolitana de Caracas a escala 1:10.000 y los respectivos mapas temáticos se ha tratado desde un principio de utilizar toda la documentación de base existente en la forma más conveniente y racional posible.

MAPA TEMÁTICO	MÉTODO CONSTRUCTIVO							
	ELABORACION TOPOGRAFICA		DERIVACION		LEVANTAMIENTO EN EL TERRENO		FOTOINTERPRETACION	
	1	2	1	2	1	2	1	2
HIPSOMETRICO	o	o						
CLINOMETRICO	o	b					e	m
ORIENTACION DE TALUDES	o	b					m	b
INSOLACION	b	b						
HIDROGRAFICO	o	m					o	o
MORFOLOGICO	o	a			m	m	o	o
USO DEL SUELO					e	e	o	b
DE URBANIZACION	o	p-b			p	b	o	o
GEOLOGICO					o	m-b	o	o
DE PERMEABILIDAD			o	o	o	o	o	o
DE INVENTARIO DE PROCESOS			o	o	o	o	o	o
DE RIESGOS GEOLOGICOS			o	o	o	o	o	o

LEYENDA

- 1 - CONVENIENTE EN TIEMPO DE EJECUCION Y COSTOS
- 2 - VERACIDAD DEL MAPA

o = OPTIMA, b = BUENA, m = MEDIOCRE, e = ESCASA, p = PESIMA

MÉTODO UTILIZADO EN EL PRESENTE ESTUDIO

Fig. 1-3

SEGUN GEOMAP  
STUDIO GEOLOGICO  
ITALIA 1978

La elaboración de los mapas temáticos puede ser realizada según métodos diferentes que pueden ser resumidos en las siguientes cuatro categorías principales (Fig. 1.3):

1. Elaboración de los datos altimétrica y planimétrica contenidos en los mapas topográficos o directamente mediante fotogrametría.
2. Elaboración de los datos contenidos en otros mapas temáticos para preparar o derivar nuevos temas.
3. Levantamiento directo, en el terreno, de las informaciones necesarias.
4. Levantamiento mediante el uso de pares estereoscópicos.

La mejor metodología de investigación es aquella que utiliza en forma conveniente la documentación de base conociendo de antemano la versatilidad y los tiempos de ejecución y de costo que de ella deriva.

Es fácil de entender que para realizar el presente estudio se tuvo que respetar fielmente este tipo de metodología ya que, como se dijo anteriormente, se quiso producir un documento útil, con un costo mínimo y en un tiempo relativamente corto.

A través de la tabla anexa se pueden apreciar más claramente los alcances de los cuatro métodos citados que no son de ninguna manera antagónicos entre ellos, al contrario todos necesarios para la descripción de los parámetros a utilizarse (\*).

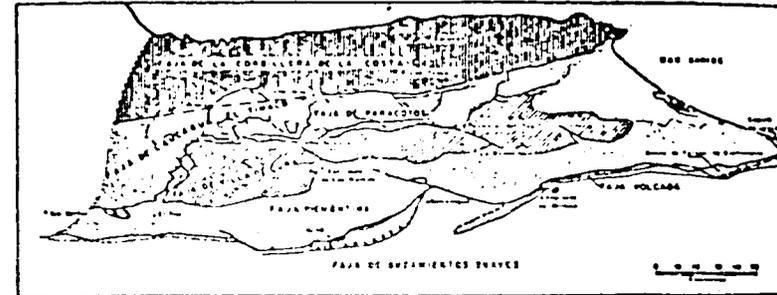
## 2. BREVE DESCRIPCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL

Para tener una idea general de la geología de la zona metropolitana de Caracas, se ha considerado conveniente resumir brevemente, pero en forma completa, el marco geológico que la caracteriza.

El sistema montañoso del Caribe que se extiende desde el surco de Barquisimeto al oeste hasta Cabo Codera y Barlovento al este, se compone de una serie de rocas metamórficas de gran complejidad como por ejemplo, esquistos, filitas, metareniscas, calizas, etc., presencia de masas graníticas, dioritas, cuarcitas, anfíbolitas, serpentinitas y rocas volcánicas. En base a evidencias geológicas se ha postulado la aloctonía del Sistema Montañoso del Caribe o Macizo Central.

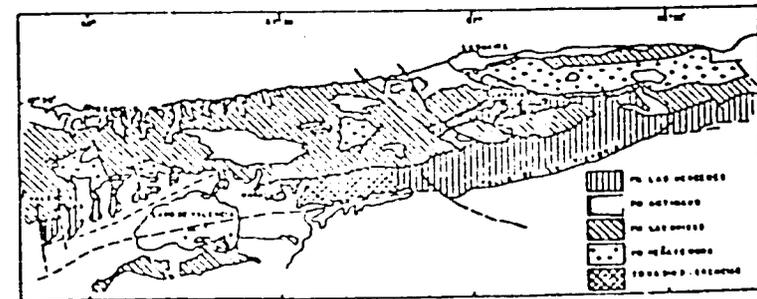
(\*) Los ocho (8) mapas temáticos originales a escala 1:10.000 reposan en los archivos del Departamento de Geotecnia del M.E.M. Debido a las normas de presentación de los trabajos, se presentan en el texto solamente los fragmentos de los mapas temáticos arriba mencionados.

FIG. 2-1



Mapas temáticos de los zonitos verticales de la Cordillera del Caribe, según Bell — (1965b, Fig. 2). Tomado de González de Juana et al (1990).

FIG. 2-2



Mapa de afloramientos de las formaciones Peña de Mera, Las Brisas, Antifano y Las Mercedes. Simplificado de Mapa Geológico, 1:500.000, M.E.M., Dirección de Geología.

Para simplificar el aspecto tectónico y para facilitar las correlaciones litológicas se estableció la presencia de cuatro fajas tectónicas (Fig. 2.1).

1. Faja de la Cordillera de la Costa limita al sur por la falla de La Victoria caracterizada por el Grupo Caracas cuyo basamento es de tipo granítico.
2. Faja Cauagua-El Tinaco, limitada al norte por la falla de La Victoria y al sur por la falla de Santa Rosa, con una secuencia volcánico-sedimentaria cretácica infrayacente a unos bloques del Complejo de Tinaco.
3. Faja Paracotos limitada al norte por la falla de Santa Rosa y al sur por la falla de Agua Fria, caracterizada prácticamente por la Formación Paracotos.
4. Faja de Yilla de Cura, limitada al norte por la faja de Paracotos y al sur por la falla de La Puerta, en contacto con rocas de la Faja Piemontina en la cual afloran formaciones cretáceas, Paleoceno-Eocenas y hasta del Eoceno Superior que no pertenecen a los complejos metamórficos.

#### 2.1 Estratigrafía:

Para los efectos del presente trabajo se tomará en cuenta solamente la Faja de la Cordillera de la Costa, en donde aflora la secuencia metamórfica del Grupo Caracas.

El Grupo Caracas es una secuencia de rocas metasedimentarias depositadas probablemente en el Jurásico Superior - Cretáceo Inferior, en discordancia sobre un complejo Igneo-Metamórfico del Paleozoico Inferior (Complejo de Sebastopol!). La sedimentación de este grupo es de plataforma, lenta y progresivamente más profunda. Al finalizar la deposición se producen eventos volcánicos comenzándose las Facies Eugesoclinal del Grupo Post-Caracas, con una disposición de ambiente de surco, de aguas profundas y sedimentación rápida debido a las corrientes de turbidez.

Todo lo dicho anteriormente representa por lo tanto el Marco Geológico Regional del Área de estudio que ha venido estudiándose desde 1937 hasta la fecha.

A continuación y conservando el estilo esquemático se hará una reseña de las formaciones del Grupo Caracas y del Basamento Igneo-Metamórfico de más viejo a más joven ya que representan las rocas que afloran en el Área Metropolitana de Caracas. La secuencia es la siguiente (Fig. 2.2).

- Complejo basal de Sebastopol (no aflora en el presente estudio encontrándose más al sur).
- Formación Peña de Mora (no aflora en el presente estudio encontrándose más al norte).
- Formación Las Brisas.
- Formación Antifano.

#### - Formación Las Mercedes

#### - Formación Tacagua

- Además de sedimentos de tipo aluvial y coluvial del Cuaternario.

**El Complejo Basal de Sebastopol:** Es una unidad Igneo-Metamórfica que constituye el basamento de la secuencia metamórfica de la Cordillera de la Costa.

Se presenta como gnéis granítico de posible origen ígneo, con desarrollo de grandes porfidoblastos de microclino de tipo "Augen", que a diferencia de la plagioclasa no están deformados (localidad tipo Sebastopol) y otros gneises (localidad tipo Los Lechosos) muy cuarzosos con bandas de muscovita y clorita de foliación muy gruesa pero bien desarrollada. La edad radiométrica es de 425 m.a. y se considera equivalente al granito de El Tinaco (PZS).

**La Formación Peña de Mora:** Representa el núcleo de la Cordillera de la Costa y se define como un complejo Igneo-Metamórfico equivalente en parte a la Formación Las Brisas. Está constituida por gneises de grano fino a medio, augengneises gruesos y bandeados, algunas cuarcitas delgadas, esquistos cuarzo-muscovíticos y crasionalmente anfíbolitas con desarrollos locales de mármoles, rocas ultramáficas, básicas y ácidas. Como origen se postula la teoría de que estos gneises representan una aureola metamórfica de masas graníticas no-expuestas, llevadas a la superficie por un sistema de fallas a través de un empuje de magna-granítico (hipótesis todavía no confirmada definitivamente). Por relaciones estratigráficas se le atribuye una edad Mesozoica (JPM).

**La Formación Las Brisas:** Ha sido definida como una secuencia de sedimentos metamórficos de los cuales los más abundantes son los esquistos cuarzo-feldespático-micáceos que pueden pasar a una textura gneílica además de esquistos cuarzo-sericitico-grafíticos con lentes, bloques y bandas de mármoles oscuros de tipo dolomítico (Fase Zenda) que se diferencian de los mármoles de la Formación Antifano que contienen poca cantidad de magnesio.

La unidad es transicional en su parte superior con la Formación Las Mercedes y localmente exhibe un contacto superior con la Formación Antifano. Se considera de edad Mesozoica Medio a Superior. (JLB.)

**La Formación Antifano:** Define unos lentes de mármoles cristalinos intercalados con esquistos micáceos y anfíbolitas cuya composición es de un 90% de calcita y pocas cantidades de cuarzo, muscovita, pirita y grafito. Estos mármoles definidos como formas tectónicas son concordantes con la Formación Las Brisas y la Formación Las Mercedes (concordancia estructural). La edad posible es Mesozoica Medio Superior. (KA.)

**La Formación Las Mercedes:** Consiste predominantemente de esquistos grafitoso-calcáreos y mármoles lenticulares delgados. Existe además un horizonte de mármoles oscuros en capas delgadas denominado "Fase Los Colorados". Además de los esquistos también afloran filitas cuarzo-muscovítico grafitoso-calcáreas, con vetas de cuarzo, calcita y ankerita recristalizadas. Presenta un intenso plegamiento debido a su incompetencia. Hacia el tope la formación se hace más cuarzosa y menos calcárea. Infrayace con la Formación Tacagua y suprayace a la Formación Las Brisas en contacto transicional. La edad probable es Jurásico Superior-Cretáceo Inferior. (KLM.)

**La Formación Tacagua:** Tiene un área de afloramientos restringida a una franja en el flanco norte de la Cordillera de La Costa del Distrito Federal, desde Los Caracas hacia el oeste hasta la localidad tipo.

Se define como una secuencia de esquistos sericitico-epidóticos de color verde claro y grano grueso, cuyo material fue posiblemente una secuencia de tobas volcánicas. Está intercalada con esquistos cuarzo-grafítico-calcáreos además de anfibolitas y esquistos plagioclásico-calcáreos. Se sugiere que la Formación Tacagua sea una facies equivalente a la Formación Las Mercedes y por lo tanto de edad Jurásico Superior-Cretáceo inferior.

Estudios recientes consideran la Formación Tacagua como una napa (Napa de Tacagua) que por efecto del cabalgamiento se sitúa arriba de las formaciones más antiguas del Grupo Caracas.

## 2.2 Tectónica:

En este capítulo es oportuno señalar, sin entrar en detalles, que la estratificación original de las rocas parece ser por lo general paralela a la foliación actual, aunque no siempre es así.

A lo largo de los ejes de anticlinales se ha observado además el desarrollo de una nueva foliación perpendicular a la pre-existente y con líneas de cizallamiento a lo largo de sus planos produciendo la denominada foliación crenulada. Este fenómeno es visible en los ejes de los micropliegues de la Formación Las Brisas, mientras que en la Formación Las Mercedes es mucho más difícil debido al plegamiento tan complejo que presenta la misma.

Desde un punto de vista macroestructural en el Área Metropolitana de Caracas se puede apreciar el anticlinal de El Avila con rumbo este-oeste (a lo largo del Macizo Montañoso del mismo nombre), con aspecto de cuña empotrada limitada por fallas longitudinales normales, el anticlinal de El Junquito, que es un pliegue abierto y simétrico complicado hacia el norte por tectonismo, y el anticlinal de Baruta que paulatinamente se hace más cerrado y asimétrico hacia el oeste.

Los ejes de los anticlinales de El Junquito y de Baruta están afectados por una serie de fallas de rasgaduras dextrales con rumbo aproximado N60°O y entre ambos anticlinales se encuentra el sinclinal de El Cementerio con características semejantes.

Estas tres (3) estructuras están truncadas por la zona de fallas de El Avila.

Se observaron tres (3) tipos de fallas en la zona, de las cuales las más antiguas son las de rumbo N50°-80°E, definidas como fallas de gravedad y corrimientos; luego se determinan las de rumbo este-oeste (longitudinales) definidas como fallas de gravedad con movimiento posterior a lo largo del rumbo (sistema de fallas de El Avila), y finalmente el tercer sistema, el más reciente, con rumbo N 60°O (transversales) considerado como fallas de rasgadura con movimientos verticales.

Las fallas oblicuas fueron originadas por esfuerzos aparentemente perpendiculares a las estructuras que originaron (aprox. N 10°-40°O) y siendo fallas

de rumbo no es fácil localizarlas en el campo y su expresión topográfica es bastante pobre. Los corrimientos por lo general se producen hacia el sur, el plano buza casi siempre hacia el norte.

El sistema de fallas de El Avila tiene un rumbo aproximado este-oeste. En el sector norte del Macizo de El Avila y paralelo a la línea de la Costa tiene una configuración escalonada y la zona de fallas a veces alcanza anchuras de casi cien (100) metros. El ángulo de buzamiento por lo general es de unos 40°-60° N, aunque en ocasiones llega a los 80° y se consideran fallas de buzamiento.

En el flanco sur de El Avila el ángulo de buzamiento es prácticamente vertical y a veces se toma del tipo inverso, como ocurre al norte de Caracas a la altura de la Cota Mil.

Las fallas transversales muestran un extraordinario paralelismo entre sí y podrían considerarse como un sistema de fallas en echelón cuyo rumbo formaría un ángulo de 45° con la dirección del esfuerzo cortante regional que sería este-oeste. Se considera el tipo de fallas más jóvenes porque desplazan las demás fallas y estructuras y porque afectan los sedimentos Pliocenos de la Cuenca Guarenas-Guatire, probablemente debido a las fallas transcurrentes del Caribe (Falla de Oca y de El Pilar).

Resumiendo: la Cordillera de la Costa fue afectada y modificada por tres (3) procesos orogénicos. El primero fue un proceso de compresión lento durante la sedimentación (Cretáceo-Inferior-Jurásico Superior) con dirección NNO-SSE, el segundo (Cretáceo-Paleoceno) debido a los esfuerzos que levantaron el bloque de El Avila, movimiento vertical que continúa hoy día a una rata de 1cm por año, y finalmente durante el Plio-Pleistoceno se producen un par de fuerzas donde el esfuerzo norte se dirige hacia el este y el del sur hacia el oeste, creando un sistema de fallas transcurrentes que se relacionan con el aumento de la sismicidad de la región.

## 3. ANALISIS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS

En el capítulo anterior se ha tratado de describir las Formaciones, ampliamente conocidas, de la región de Caracas para seguir conservando el modelo geológico regional del sector de estudio. En este capítulo se enfatiza más bien el factor litológico, tratando de olvidar un poco la descripción formacional, y se describen las características y el comportamiento de las unidades litológicas que se han podido separar, desde el punto de vista petrográfico y también geotécnico (Fig. 3.1).

A tal efecto, el mapa temático correspondiente se ha denominado "Mapa Litológico" (Fig. 3.1).

Se han podido reconocer diez (10) unidades litológicas que se detallan a continuación:

1. Depósitos aluviales.
2. Depósitos coluviales.

264



3. Unidad de esquistos calcáreos.
4. Zona de influencia de la caliza.
5. Unidad micéica.
6. Unidad metamórfica.
7. Unidad filitica.
8. Unidad calcárea.
9. Unidad de las anfíbolitas.
10. Unidad de las serpentinas.

#### Unidad de los depósitos aluviales:

Son depósitos detríticos compuestos por materiales heterométricos y heterogéneos. Se localizan en las partes bajas del fondo del valle y están distribuidos en toda la zona de estudio, más exactamente están ubicados en correspondencia del río Guaire, del río El Valle y la Quebrada de Caricuao.

Las restricciones geotécnicas están condicionadas por los estudios de suelo convencionales y por lo general son aprovechables.

Muchas veces en esta unidad se encuentran espesores considerables de rellenos artificiales depositados para fines urbanísticos y que actualmente están soportando gran parte del desarrollo de la ciudad. Los espesores aluviales varían desde tres (3) hasta quince (15) metros, llegando en casos especiales a espesores de 300 mts. (sector Los Palos Grandes, que queda fuera del mapa).

#### Unidad de los depósitos coluviales

Son depósitos detríticos que se encuentran distribuidos en toda el área de estudio. Los más importantes y representativos son los correspondientes a los sectores: Antimano - Montalbán - La Vega (Río Guaire); Caricuao (en correspondencia de la Quebrada homónima); Cementerio General del Sur - Prado de María; La Rinconada - El Valle - Tazón - Los Próceres (en correspondencia al río El Valle); Santa Mónica; Valle Arriba - Las Mercedes; El Cafetal; Prados del Este; Baruta - La Trinidad; La Boyera y finalmente el sector de La Lagunita.

Son depósitos que se diferencian por su origen ya que pueden formarse por acumulación de materiales desplazados por gravedad a causa de la natural evolución de una vertiente, acumulándose en laderas y fondo de valle con espesores de hasta 10 mts., o por desplazamientos coalescentes de distintas facies (arenosa y arcillosa) con espesores de hasta 20 mts. Por el hecho de ubicarse en los sectores topográficamente planos y semiplanos de los valles, es válido, para esta unidad, lo que se ha dicho para los materiales aluviales; o sea que las restricciones geotécnicas generalmente están condicionadas por los estudios de suelos convencionales.

Existe también una situación en la que, encontrándose depósitos provenientes de la yuxtaposición e interstratificación de materiales coluviales y aluviales, deberán necesariamente considerarse las características geotécnicas de las dos (2) unidades en conjunto y, cuando sea posible, por separado.

#### Unidad de los esquistos calcáreos:

Corresponde, en líneas generales a la Formación Las Mercedes, y se compone de esquistos calcáreo - micáceo - carbonosos, a los cuales pueden intercalarse frecuentemente capas de calizas. Los afloramientos se presentan con colores grises o marrones en rocas frescas, y un color de meteorización rosado típico, siendo el suelo residual un material arcilloso de color rojo.

A través del análisis petrográfico sobre muestras provenientes de sectores delimitados por el río Guaire y la Quebrada Caricuao al oeste del área; del sector Valle Arriba y El Cafetal, más al este, se ha podido conocer la composición básica de estos materiales en donde la calcita puede alcanzar valores desde 25% hasta 80% de la composición total de la muestra, el cuarzo hasta 25%, la mica (mayormente moscovita) desde 20% hasta 30%, con presencia de material carbonoso en porcentaje variable y otros accesorios.

#### Características geotécnicas -

La dinámica de vertientes de la unidad calcárea presenta un potencial morfogénico de moderado a alto, permeabilidad de moderada a baja sin tendencia a la socavación subsuperficial y una capacidad de retención de humedad alta.

En esta unidad la resistencia a la disgregación total es directamente proporcional al contenido de calcita.

La meteorización, cuyos espesores varían entre 3 y 10 mts. de profundidad, no altera químicamente la calcita sino que la disuelve con dificultad.

Las bandas micáceas alteradas continuas representan zonas de debilidad, mientras que cuando son interrumpidas repetidamente como en el caso de los esquistos plegados y deformados, hay una mayor probabilidad de resistencia a la meteorización. Además en esta unidad, el plegamiento determina por lo general, un incremento en lo que se refiere a la estabilidad.

La unidad presenta frecuentemente escapes de agua de tipo regálico por fracturamiento de las rocas, y cierta dificultad a la excavación requiriéndose a veces el uso de explosivos. Ofrece moderadas condiciones de fundación y se presenta con buenas posibilidades para obras civiles.

En esta unidad se han localizado, por cambios litológicos, espesores intermedios de meteorización, de tal forma que en donde predominan los esquistos calcáreos los espesores de meteorización son mínimos aumentando a medida que el esquistos se va haciendo más micáceo.

Geotécnicamente los esquistos calcáreos son bastante confiables. Por el contrario, cuando la componente micéica se torna predominante se crea una situación de marcada inestabilidad volviéndose extremadamente peligrosos especialmente cuando tienen intervalos carbonáceos. En los sectores donde se aprecian

estos fenómenos, entre los factores que contribuyen a tan pobre estabilidad, existe también una foliación muy bien desarrollada y una meteorización diferencial que facilita el juego entre los intervalos, o sea la separación y deslizamientos entre ellos.

Los deslizamientos típicos son controlados por la foliación (caída de lajas) y/o rotacionales por alto fracturamiento del material, especialmente en laderas intervenidas. Se puede detectar un progresivo deterioro de los taludes hasta verdaderos deslizamientos cuando se está en presencia de un excesivo plegamiento de las capas.

El ángulo de fricción interna de la unidad tiene un promedio de  $18^\circ$  y puede alcanzar en ciertos casos hasta valores de  $30\%$ . Estos materiales, cuando presentan condiciones geométricas y geomecánicas favorables, pueden ser aprovechados con bastante éxito; en caso contrario se deberá recurrir a costosas obras de Ingeniería para no encontrarse a mediano-largo plazo con problemas de inestabilidad graves. Prueba de esto son los casos de Colinas de Santa Mónica, Colinas de Bello Monte, etc., en donde se han intervenido dejando taludes verticales y sub-verticales. Se han encontrado sectores en donde el subsuelo presenta calidades muy perjudiciales para los sistemas de fundaciones. Por lo general, el desarrollo de estas cavidades está favorecido por la canalización del agua a través de las grietas y diaclasas presentes en la roca y en la cual actúa como un disolvente el carbonato de calcio.

#### Unidad Micácea:

Esta unidad litológica, perteneciente a la Formación Las Brisas, está compuesta principalmente por esquistos cuarzo-micáceos además de filitas micáceas, material carbonoso, calizas ocasionales y metareniscas. Se presenta con colores verdosos en roca fresca, color marrón madera en afloramientos meteorizados y produce un suelo residual rojizo.

A través del análisis petrográfico sobre muestras provenientes de algunos sectores del área de estudio (Caricuao, Alto Prado, Cerro Verde, etc.), los materiales tienen la siguiente composición básica: el cuarzo alcanza valores porcentuales variables desde  $25\%$  hasta un máximo de  $90\%$ ; la mica (esencialmente moscovita) desde  $15\%$  hasta  $25\%$ ; el feldespato (básicamente de tipo potásico), desde  $5\%$  hasta  $20\%$ ; la clorita, desde  $4\%$  hasta  $15\%$ , y finalmente, bajos porcentajes de material carbonoso y otros accesorios.

#### Características geotécnicas -

La dinámica de vertientes de la unidad micácea presenta un potencial morfogénico de medio a bajo, permeabilidad moderada con tendencia también moderada a la socavación sub-superficial, capacidad de retención de humedad de media a alta y drenaje superficial difuso.

La zona meteorizada, con espesores que varían entre 19 y 30 metros aproximadamente, origina grandes espesores de suelo residual arcilloso. Las bandas micáceas plegadas y paralelas representan zonas de debilidad, actuando como lubricantes a los esfuerzos deformantes. Se tienen escapes de agua de tipo regimático por fracturamiento de las rocas. Presenta resistencia a la excavación

de fácil a moderada y condición geotécnica variable y a veces muy problemática especialmente cuando se encuentran sectores (cosa muy frecuente) con apreciables niveles de meteorización. Los frecuentes deslizamientos son principalmente de tipo rotacional con vestigio de control estructural, especialmente la foliación, y son característicos también los fenómenos de repteo.

Existen sectores en donde el material guarda un equilibrio entre la componente micácea y cuarzosa, de manera que pueden citarse situaciones claramente locales y de transición, debido a que estos dos elementos se sitúan en polos opuestos en cuanto al comportamiento geotécnico se refiere.

Los ángulos de fricción interna de los materiales oscilan entre  $12^\circ$  y  $18^\circ$  presentando, por consiguiente, graves problemas de inestabilidad cuando las laderas pasan de los  $25^\circ$  de pendiente. Los materiales, cuando presentan condiciones geométricas y geomecánicas desfavorables, no ofrecen garantías de aprovechamiento y en muchos casos las costosísimas obras de Ingeniería civil, para mejorar las respuestas de los materiales, no son económicamente aconsejables. En efecto, cualquier intervención no planificada puede transformarse a corto-mediano plazo en problemas graves de inestabilidad. En conclusión, debe enfatizarse el hecho de que cualquier proyecto de tipo vial o urbanístico necesita un control estricto y en muchos casos se necesitan obras costosas para modificar situaciones perjudiciales (muros anclados, tierra armada, etc.).

#### Unidad metarenisca:

Corresponde a parte de la Formación Las Brisas y está compuesta por metareniscas, metarcosas, gneises cuarzo-feldespáticos frecuentemente intercalados con esquistos micáceos y filitas carbonosas. Se presenta con colores grisáceo-verdosos en roca fresca y gris oscuro cuando la misma es meteorizada, produciendo un suelo residual blanquecino y gris.

Según el análisis petrográfico de algunas muestras provenientes del área de estudio, se da la siguiente composición mineralógica básica: cuarzo con porcentaje de hasta el  $65\%$ , feldespato hasta  $35\%$  y porcentajes mínimos y variables de otros accesorios.

#### Características geotécnicas

La dinámica de vertiente de esta unidad presenta un potencial morfogénico alto, es decir, tiene una marcada tendencia hacia modificaciones en la conformación del relieve. Además presenta una permeabilidad muy alta con fuerte tendencia a la socavación subsuperficial. Tiene una capacidad de retención de humedad muy baja y desarrolla un drenaje superficial difuso sin originar una socavación de cauce.

Por otra parte se desarrollan grandes espesores de meteorización que pueden variar fácilmente entre 10 y 30 mts. de profundidad, conformando al mismo tiempo las áreas más controversiales desde el punto de vista geotécnico.

Los fenómenos de marcada anisotropía litológica debidos a las frecuentes intercalaciones de materiales típicos de otras unidades, puede presentar problemas de difícil solución al momento de realizar obras de Ingeniería, obligando a estudios de detalles para poder emitir opiniones válidas.

En lo que concierne a su estado físico, esta unidad puede presentarse meteorizada, dura o blanda, altamente meteorizada, hasta nivel de saprolito, produciendo un suelo residual profundo predominantemente arenoso y por consiguiente muy inestable.

A la vez se pueden localizar sectores muy permeables y muy inestables por saturación del material, especialmente en la estación pluviosa.

A nivel de componentes se pueden encontrar graves problemas de inestabilidad por el alto porcentaje de feldespatos, minerales muy sensibles a la alteración química. Además, en muchas muestras se ha encontrado que los componentes principales (cuarzo-feldespato-micas) están deformados y despedazados por grandes esfuerzos deformantes.

A raíz de todas estas características litológicas y estructurales, se presentan frecuentemente manifestaciones en cárcavas profundas, especialmente deslizamientos de tipo mixtos o complejos; por lo tanto es sumamente perentorio, como se ha dicho anteriormente, realizar una investigación de campo adicional más detallada, si se quiere conocer más profundamente el mecanismo que regula el comportamiento de las laderas que están enclavadas en esta unidad.

#### Unidad filítica:

También esta unidad pertenece a la Formación Las Brisas y se desarrolla en un sector muy pequeño (sector La Lagunita y filita de Caricuao), mientras que encuentra su mayor expresión más al este de la zona de estudio (este de Petare).

Se compone de filitas micáceo-cuarzosas, filitas carbonosas y esquistos cuarzo-micáceos. Este tipo de litología, como pudo apreciarse en los trabajos de campo, es muy complejo porque en muchos casos se trata de verdaderas intercalaciones, en donde prevalece un material respecto a otro.

Por lo general produce un suelo delgado de meteorización, aunque se presenta muy meteorizada, microplegada y crenulada.

Se presenta con distintos colores que varían según la composición en roca fresca y meteorizada produciendo por lo general un suelo residual arcilloso amarillento.

La composición mineralógica básica de la unidad está constituida por sericita que puede alcanzar valores muy altos (hasta un 90% del total de la muestra), feldespatos y cuarzo en porcentaje muy bajo, además de material carbonoso y otros accesorios.

#### Características geotécnicas -

Esta unidad puede presentar un potencial morfogenético bajo, poca permeabilidad con retención de grandes cantidades de agua en superficie y un sistema de drenaje difuso.

La meteorización puede llegar hasta los 30 mts. de profundidad conformando laderas poco estables, especialmente cuando son intervenidas. Se presentan frecuentemente fenómenos de repteo, soliflexión y colados de tierra.

Los deslizamientos más comunes en estos sectores son de tipo rotacional y de traslación, y frecuentemente están asociados al desarrollo del drenaje.

Cuando las condiciones geométricas y geomecánicas son desfavorables, las laderas son de muy difícil aprovechamiento y cualquier desarrollo deben ser acompañado por obras muy costosas de ingeniería correctiva.

Al igual que en los sectores B y C, las laderas con pendientes mayores de 25° pueden ser altamente inestables y los materiales tener ángulos de fricción muy bajos (cerca de los 12°).

Para fines de construcción presenta condiciones de fundación pobre y son terrenos por lo general de fácil excavación.

Todo esto se traduce en una situación generalizada muy conflictiva de aprovechamiento ya que, en la mayoría de los casos, los elementos desfavorables (alta meteorización, estructura desfavorable, anisotropía litológica, pendiente, intervención antrópica, etc.) predominan sobre los elementos favorables.

#### Zona de influencia de la caliza y unidad calcárea:

A lo largo del área estudiada existen sectores en donde afloran cuerpos de calizas o mármoles con un alto contenido de carbonato de calcio (sector Antifmano) y otras con un alto contenido maonesiano (sureste de Caracas) que han sufrido un notable grado de intervención debido a la explotación (existencia de canteras del material a las cuales fueron y son sometidos).

La caliza de Antifmano puede presentar intercalaciones de esquistos calcáreo-micáceo-carbonosos y anfibolitas; como también pueden ser capas menores dentro de los esquistos anteriormente señalados.

Esta unidad está representada por sectores pocos extensos o por cuerpos aislados que conforman un típico ejemplo de alta inestabilidad inducida no solamente por el intenso grado de diaclasamiento adicional que ha sufrido como consecuencia de las voladuras efectuadas para la explotación de las canteras, sino también por el desarrollo anárquico de viviendas de tipo marginal (principalmente en la zona de Antifmano) que en ella se ha registrado. Por efecto de la alteración química, que originan las aguas negras, pueden localizarse sitios en donde el deterioro de los materiales alcanza niveles alarmantes. Frecuentemente se manifiestan fenómenos de escapes de agua de tipo regmático y también de tipo kárstico.

Los deslizamientos típicos se presentan con retroceso de las paredes verticales, especialmente en viejas canteras y pueden ocurrir caídas de bloques por el fracturamiento de las rocas. Por las características mecánicas de los materiales la excavación es de moderada a difícil, siendo necesario el uso de explosivos o martillos neumáticos para ser removidos.

#### Otras unidades (rocas metafneas):

Desde el punto de vista geotécnico, por tratarse de pequeños cuerpos aislados, vienen tratadas conjuntamente con las formaciones de las cuales están asociadas. Estas son:

202

**Anfibolitas:**

Rocas originalmente ígneas máficas (posteriormente metamorfizadas) afines a rocas eclogíticas con abundantes anfíboles y fenocristales de granates rosados. Se presentan con colores grises a verde claro. Se encuentran asociadas con los mármoles de la Formación Antimano.

**Serpentinitas:**

Rocas ultramáficas (básicamente antigorita) producto de alteración hidrotermal. Roca de grano fino, masiva, presenta color verde claro y gris claro. Se encuentra frecuentemente en la Formación Las Brisas.

**4. CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA SIMPLIFICADA****Alcances y limitaciones:**

La cartografía geomorfológica que se presenta, está orientada a suministrar información susceptible de integrarse en una carta de orientación geotécnica, por lo que se prescinde de numerosos elementos geomorfológicos. (Fig. 4-1.)

Debido a que se hace esa abstracción, se coloca el calificativo de simplificada a la carta que se presenta.

Con este orden de ideas, el trabajo hace énfasis en aquellos factores del medio físico directamente involucrado en la respuesta de los diversos sectores a las perturbaciones derivadas del uso de la tierra.

Los factores involucrados se refieren a: Elementos de la litología y de la disposición tectónica, determinantes bien sea de la disminución en el margen de seguridad de la resultante crítica, en los juegos de composición de fuerzas en las vertientes, bien sea de la diversificación del movimiento del agua con posibilidades de incidir en el transporte de materiales en sus variadas modalidades.

Elementos de la evolución que dan lugar a situaciones locales, que requieren un tratamiento muy particular tanto para garantizar su estabilidad, como para asegurar la permanencia y funcionamiento normales de las obras.

Aun cuando todo lo anterior está en función del clima, fundamentalmente del régimen de precipitación, no se incluye ninguna observación a este respecto por cuanto alargarían considerablemente la exposición por tratarse de una materia con una especialización más allá del simple comportamiento geotécnico.

Por las mismas razones, tampoco se particulariza sobre las modalidades de la meteorización, referentes a la movilización de los perfiles de meteorización, ni en cuanto a las causas que han motivado bien sea su salida o su permanencia en el perfil. En este aspecto sólo se señala el resultado final-zonas de meteorización que es el concluyente para estimar el comportamiento o riesgo geotécnico.

En cuanto al movimiento del agua, se explora únicamente el aspecto mecánico, referente a la capacidad para el transporte de sólidos en función de su energía

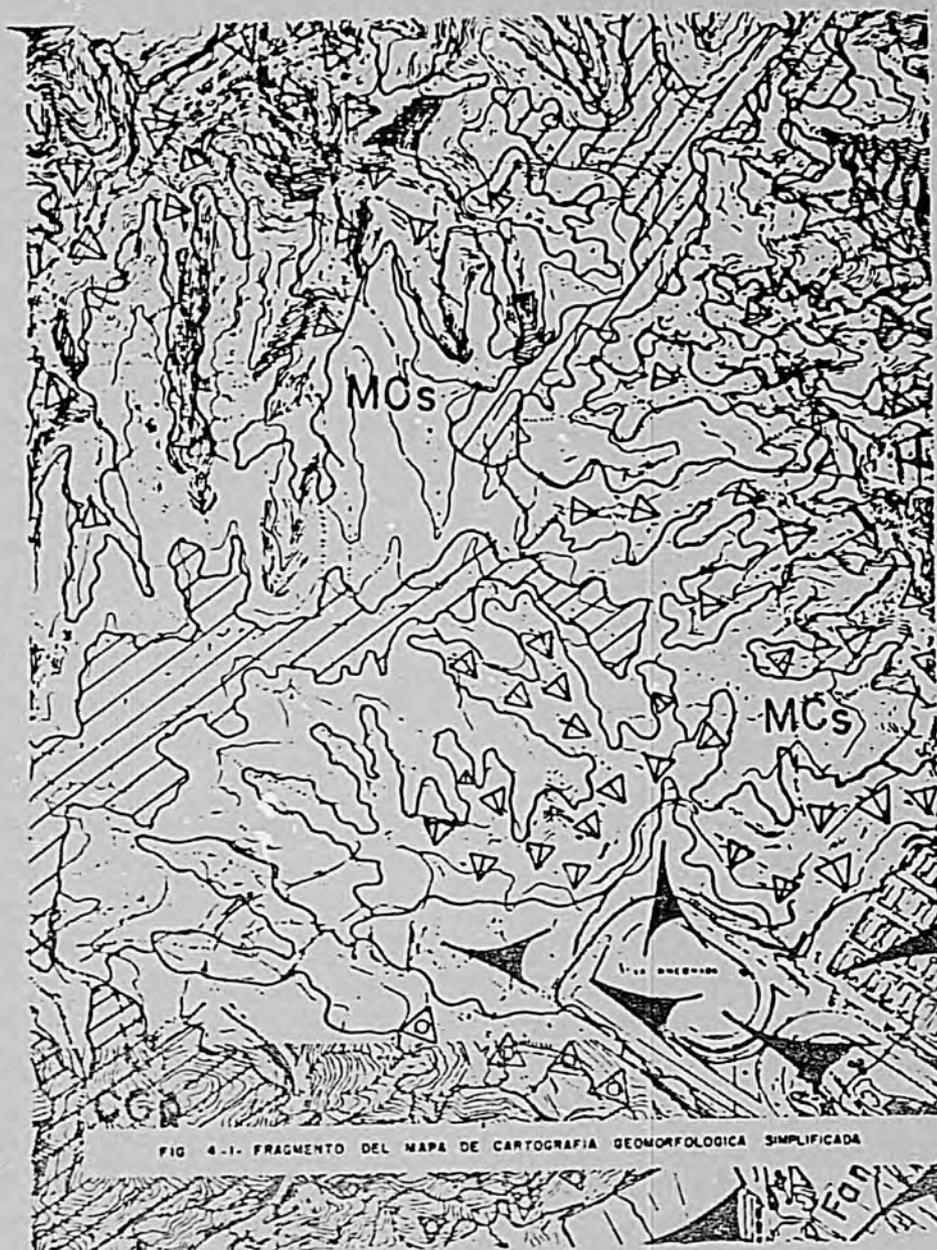


FIG 4-1. FRAGMENTO DEL MAPA DE CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA SIMPLIFICADA

1972



Los derrumbes se localizan exclusivamente en la zona III de meteorización, debido a la socavación de las masas de roca fresca, por lavado del material friable que los rodea.

- b) Depósitos provenientes del truncamiento generalizado de las vertientes, se refieren a materiales en tránsito, transportados por un escurrimiento difuso muy intenso, siendo frecuentes los afloramientos de la roca subyacente. En los casos de intervenciones indiscriminadas el escurrimiento difuso pasaría a concentrado, con la proliferación de talwegs elementales y el inicio de una evolución catastrófica, es decir, la acción acelerada de los procesos de renovación y transporte con consecuente denudación de las vertientes hasta el afloramiento de la roca subyacente.
- c) Depósitos coluviales de fondo de valle, edificados bajo condiciones favorables de precipitación, pendientes topográficas y de escurrimiento superficial. El material proveniente del truncamiento antes citado, colmata los drenajes con espesores considerables muy variables según el sector, conformando una situación en extremo peligrosa, especialmente en los casos de urbanismo intensivo ya que yuxtapone parcelas sobre material in-situ con parcelas sobre este material, a pesar de tener características geotécnicas completamente distintas.

d) Depósitos fluviales:

Estos materiales se refieren a las terrazas y planicies aluviales, alcanzando superficies significativas sólo en el caso del Río Guaire.

Estos depósitos no suelen ser fuentes de problemas ya que sus características geotécnicas se determinan confiablemente por los métodos usuales.

e) Materiales in-situ:

En la leyenda que acompaña la carta, además de particularizar sobre la situación antes citada se describen aspectos geotécnicos del movimiento de agua, así como manifestaciones del relieve con influencia determinante en el drenaje externo y el potencial morfotéctico de los sectores cartografiados.

Igualemente se incluye una breve descripción de las zonas de meteorización, que ilustra suficientemente lo que al respecto se dice al hablar de los materiales in-situ. Esta descripción se adapta al perfil propuesto por Ruston y Berry (1917), y a la vez se ha comparado en forma aproximada debido a la heterogeneidad de los materiales, al perfil propuesto por Patton y Deere (1971).

## 5. ANÁLISIS DE GEODINÁMICA EXTERNA

### Enfoque del Estudio:

El enfoque del estudio de geodinámica externa, ha sido fundamentalmente geográfico por el hecho de que se han analizado estructuras y procesos especiales,

asociados con el hombre y el ambiente físico. A la vez, dicho análisis se ha correlacionado con el estudio geológico efectuado por los profesionales respectivos, específicamente en las ramas de litología y estructura.

En relación al estudio de la geomorfología del área (formas y procesos), se consideraron también las características de los materiales analizados por los demás integrantes del equipo.

Debe aclararse que el procedimiento de análisis se llevó a cabo en dos (2) niveles:

- Nivel 1: Se analizaron formas y procesos independientemente.

- Nivel 2: Se efectuó una interrelación entre formas y procesos para las diversas áreas y en un momento específico. Posteriormente se consideraron las características de los materiales existentes en las áreas.

Por otra parte estadísticamente los datos se analizaron no sólo a nivel nominal (clasificación de datos) sino a nivel ordinal, esto es, clasificar los datos en diferentes categorías u orden de rango.

El hecho de carecer de cifras exactas, por falta de equipo de medición para obtenerlas, no permitió analizar los datos a escala superiores (de intervalo y de razón proporcional) que hubiera permitido efectuar un análisis estadístico complejo, y por lo tanto lograr resultados más precisos.

No obstante, los resultados obtenidos al nivel efectuado han permitido obtener una visión bastante amplia no sólo de las características geomorfológicas, sino que conjuntamente con los resultados de otras variables, de las características geotécnicas del área bajo estudio.

### Análisis:

En el análisis de geodinámica externa se determinaron nueve (9) categorías de formas y procesos cuya clasificación va desde una zona asignada por el número I de relieve predominantemente plano con procesos geomorfológicos incipientes y por ende sin problemas geotécnicos (en un sentido relativo) hasta el extremo de una zona asignada por el número IX de relieve abrupto, con graves problemas geotécnicos y de alta intervención antrópica (Figura No. 5.1).

En lo concerniente a la interpretación de fotografías aéreas se analizaron diversos elementos importantes, como: topografía, drenaje, erosión, tonalidad de suelos, vegetación y aspectos antrópicos que individualmente y en conjunto, ayudaron a detectar mejor las diversas manifestaciones características de movimientos de masas, o movimientos en vertientes, como se les denomina en profesiones como geología e ingeniería geológica.

En relación a los movimientos de masas, éstos incluyen: caídas, volcamientos, deslizamientos y flujos (término que engloba al proceso de reptación y similares). En lo referente a los deslizamientos, cabe señalar que en Caracas, dadas las características estructurales, grado de meteorización, intervención antrópica, etc., existen o predominan los deslizamientos de tipo rotacional y complejos.

**Clasificación:**

I - Esta categoría incluye materiales y formas aluviales y coluviales de edad correspondiente al holoceno y pleistoceno superior, rellenos artificiales y terrazas abandonadas que han sido bastante intervenidas urbanísticamente. Aquí los procesos geomorfológicos son incipientes, sin embargo, el medio ambiente natural ha sido altamente intervenido y en algunos sectores dicha intervención se ha manifestado en forma completamente negativa, por ejemplo: acumulación de sedimentos en el cauce del Río Guaire, más contaminantes, etc.

II - Bajo esta categoría, se encuentran procesos geomorfológicos incipientes que se desarrollan en zonas con buena protección vegetal; además el tipo de escurrimiento superficial es muy difuso, y dado que dichos sectores han sido poco intervenidos, las zonas de erosión mínima natural no han progresado. Tampoco se detectaron movimientos de masas significativos.

III - En esta categoría se incluyen medios montañosos de erosión natural incipiente por la exposición de la vertiente. Sin embargo dada una serie de factores, existen riesgos de desequilibrio al intervenir; sobre todo que la erosión natural se convierta en erosión acelerada y genere cárcavas, lo que a su vez crearía socavaciones en las bases de las vertientes y por lo tanto diversos tipos de problemas.

Las siguientes categorías (IV y V) corresponden a zonas de transición entre zonas de relativa estabilidad y zonas de inestabilidad latente a inestabilidad total.

IV - Esta categoría comprende medios montañosos donde la escorrentía superficial difusa ha originado una erosión laminar. A la vez en ciertos sectores la escorrentía superficial ha empezado a ser concentrada, o sea, ha iniciado el proceso de erosión en surcos como consecuencia de que la protección vegetal ha sido intervenida, con el riesgo de generación de cárcavas. Esto significa que hay un desequilibrio latente por la serie de procesos degradantes graves que se pueden desarrollar.

V - En esta sección se encuentran sectores intervenidos, que han originado una serie de problemas, como: acumulación de sedimentos en drenajes y problemas como erosión acelerada (producto de una vegetación muy intervenida).

También se detectaron problemas de movimiento de masas lentos, cicátricas de antiguos deslizamientos, cortes mal efectuados y taludes mal preservados. De hecho existe un precario equilibrio producto de una intervención desordenada.

VI - En los sectores comprendidos en esta categoría se ubican zonas marginales que por sí generan grandes cantidades de aguas negras que alteran químicamente el material superficial y subyacente como: suelo, regolito y roca madre, disminuyendo así la resistencia al cizallamiento de los materiales.

Además dado el crecimiento de las zonas marginales, éstas originan problemas de sobrecarga, cortes inadecuados de taludes, etc, que en conjunto crean zonas de alta inestabilidad geotécnica.

VII - Bajo esta categoría se ubican sectores urbanísticos muy intervenidos arbitrariamente. Se localizan a su vez cortes y rellenos mal preservados. Los taludes se encuentran en equilibrio precario dadas las dimensiones de los cortes inadecuados que ellos presentan. El proceso de urbanización altera los procesos naturales, sobre todo en la etapa de construcción cuando el volumen de producción de sedimentos aumenta enormemente, y por supuesto (en época de lluvias) una vez terminada la etapa de construcción aumenta el volumen del agua de escorrentía y sus diversas consecuencias.

VIII - Bajo esta categoría se agrupan procesos de erosión concentrada. Aquí el agua (agente transportador), concentra su acción en surcos, surgiendo así la posibilidad de erosión regresiva. Por una parte la posibilidad de derrumbes en la base de las vertientes aumenta dado los tipos inadecuados de cortes de taludes efectuados, los cuales aumentan la tensión al cizallamiento y por lo tanto los distintos movimientos de masas.

Por otra parte, la acción del agua afecta al suelo internamente, alterando su resistencia y aumentando su erodibilidad en general.

IX - Aquí se presentan problemas de erosión en cárcavas dado que los diversos sectores han sido altamente intervenidos.

La acción removedora y transportadora de material es sumamente alta y la erosión regresiva se manifiesta en el sentido más amplio de la palabra.

Debido a que los sectores intervenidos no presentan vegetación protectora, la erosión por salpicadura, dadas las altas pendientes de los taludes, agrava más la situación en general.

**6. ANALISIS ESTRUCTURAL:**

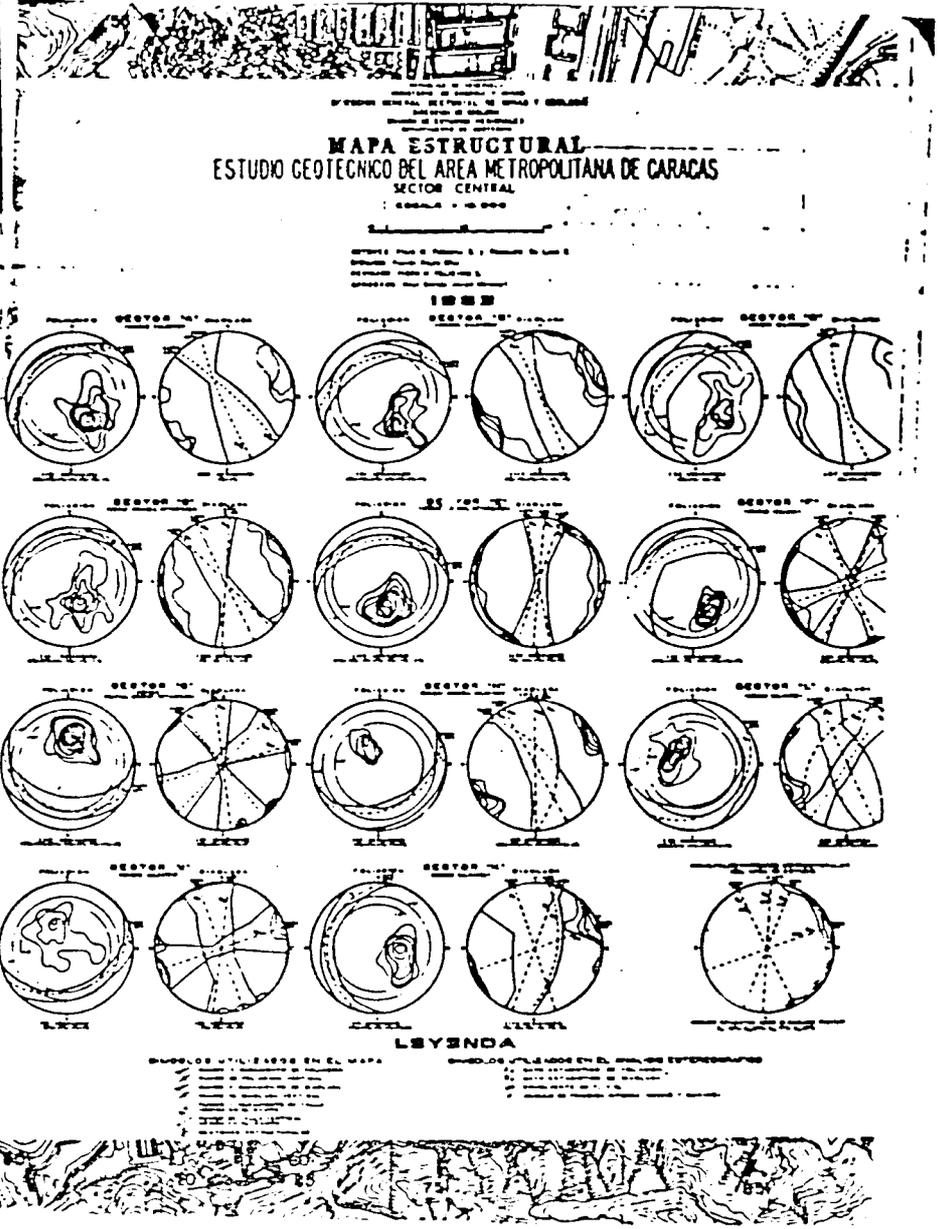
Para la elaboración del mapa temático estructural se ha tomado en cuenta, en primer lugar, la información obtenida durante las labores de campo representadas por 842 mediciones de foliaciones y 1.307 medidas de diaclasas (además de algunas medidas de fallas) y luego se ha analizado en forma estadística el posible comportamiento.

El resultado de este análisis nos ha llevado a separar once (11) sectores o bloques estructurales obtenidos tomando en cuenta las estructuras principales existentes en el área objeto de estudio. Tales estructuras están representadas por el flanco sur del anticlinal de El Junquito, zona aluvial del río Guaire comprendida entre Antimano y Montalbán - La Vega, sinclinal del Cementerio, zona de contacto entre la Formación Las Mercedes y Las Brisas, anticlinal de Baruta y finalmente algunas fallas, entre ellas la de El Cafetal, que atraviesan casi transversalmente la zona de estudio.

Para cada sector o bloque, representado en el mapa estructural respectivamente con las letras A, B, C, D, E, F, G, H, J, K y L, se ha considerado, según el método de proyección hemisférica equiareal, el correspondiente diagrama de polos y de frecuencia, tanto para la foliación como para las diaclasas (Figura 6.1).



FIG. 8-1- FRAGMENTO DEL MAPA ESTRUCTURAL



Se puede originar un deslizamiento de tipo planar cuando existe una marcada concentración de polos (especialmente de foliación) cuyo círculo, correspondiente al centro de la concentración, sea paralelo al círculo que representa el talud y con un ángulo de buzamiento inferior a este último. Es típico de rocas esquistosas. (Ver Figura 6.4.B).

Se puede originar un deslizamiento de tipo cuña (cuña estructural) cuando se evidencian dos (2) concentraciones de polos de dos (2) discontinuidades estructurales, cuyos respectivos círculos se intersectan en un punto ubicado en la misma dirección del talud y con un ángulo inferior a este último. (Ver Figura 6.4.C).

Se puede originar un deslizamiento por volcamiento cuando la concentración de polos de una determinada estructura está en el mismo sentido del círculo que representa el plano del talud y con un buzamiento de ángulo elevado y hasta contrario a este último (Ver Figura 6.4.U).

Algunas consideraciones adicionales deben tomarse en cuenta cuando se considera el ángulo de fricción de los materiales que en la red viene representando mediante el círculo de fricción (ver Figura 6.5., ejemplos A y B).

Mediante el uso de gráficos y tablas pre-establecidas se pueden representar, mediante valores angulares, también los valores de cohesión y graficarlos de esta manera en diagramas y analizarlos conjuntamente con los valores de fricción interna de los materiales.

Como puede apreciarse en la Figura 6.6., se intenta un análisis estructural completo de un talud perteneciente al sector estructural "A" de la unidad calcárea, con un rumbo N 30° E y buzamiento 24° N y 45° N respectivamente (Ejemplos A y B).

### 6.2. Descripción de los sectores estructurales

A continuación se hace la descripción de cada sector estructural considerado, intentando un primer análisis que será complementado en el momento en que se grafiquen en la red los planos referentes a los taludes que se desean estudiar.

#### Sector "A" unidad calcárea (175 observaciones de foliación y 253 de diaclasas).

En base a la proyección hemisférica, se puede notar que en este sector la disposición de los polos de foliación es bastante regular y determina una foliación promedio (o dato estadístico de la foliación), cuyo rumbo y buzamiento es respectivamente N 50° E y 34° N.

Es oportuno señalar que en esta unidad existen pliegues locales que en ocasiones pueden alterar el esquema general asumido. Se ha tomado en cuenta ángulos de fricción interna de los materiales comprendidos entre 18° y 30°.

Por lo que se refiere a los sistemas de diaclasas, éstos se definen, con cierta dificultad, en dos (2) patrones más evidentes con rumbo N 25° W y N 48° W, cuyos buzamientos son subverticales.

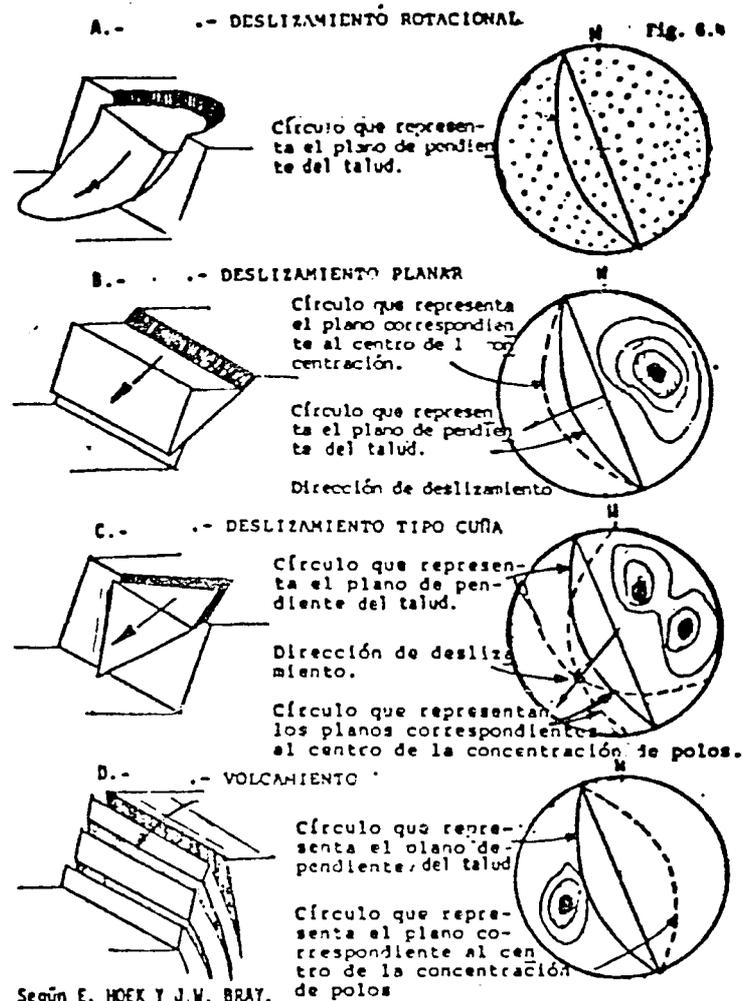
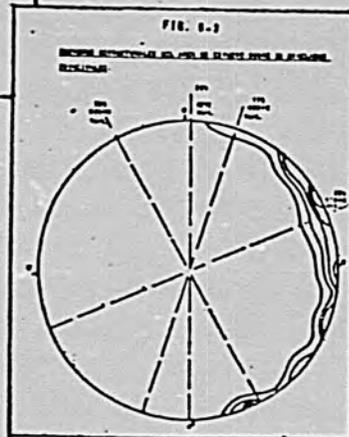


FIG. 6.1.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FOLIACIONES PRINCIPALES					
Radio	Dist.	Sector	Radio	Dist.	Sector
N 50°E	20°E	A	N 70°W	25°E	G
N 60°E	40°E	B	N 80°E	35°E	H
N 40°E	15°E	C	N 10°E	25°E	I
N 55°E	20°E	D	N 80°E	30°E	J
N 82°E	20°E	E	N 6°E	20°E	K
N 65°E	40°E	F			

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DIACLASAS PRINCIPALES					
Radio	Dist.	Sector	Radio	Dist.	Sector
N 25°W	82°E	A	N 30°W	Vert.	G
N 45°W	80°E		N 6°W	Vert.	
			N 15°E	Vert.	
N 10°W	Vert.	B	N 70°E	Vert.	H
N 15°W	Vert.				
N 10°W	82°E	C	N 65°W	75°E	I
			N 30°E	Vert.	
			N 2°E	Vert.	
N 15°W	Vert.	D	N 20°W	Vert.	J
N 20°W	Vert.		N 5°E	Vert.	
N 2°E	Vert.		N 70°E	Vert.	
N 60°W	Vert.	E	N 10°W	Vert.	K
N 10°W	Vert.		N 10°E	80°E	
N 4°E	Vert.		N 20°E	Vert.	
N 10°E	Vert.		N 65°E	Vert.	
			N 75°E	Vert.	
N 30°W	81°E	F	N 70°W	Vert.	L
N 15°W	Vert.		N 15°W	Vert.	
N 2°E	Vert.		N 10°E	40°E	
N 70°E	Vert.		N 32°E	Vert.	



De esta manera se obtuvieron once (11) datos de foliación de tipo estadístico, uno (1) para cada sector estructural y treinta y seis (36) datos de diaclasas, también de tipo estadístico (Ver Figura 6.2), de los cuales, mediante un análisis adicional, se pudo seleccionar cuatro (4) patrones estructurales comunes a todo el sector central del Área Metropolitana de Caracas (ver Figura 6.3). Por lo tanto es oportuno señalar que a los efectos del análisis de estabilidad, se ha dado mayor importancia a estos patrones principales de diaclasado construyendo para cada sector la envolvente correspondiente. De la misma forma se graficaron las envolventes de los patrones principales de foliación estableciéndose de esta manera las condiciones básicas para poder visualizar el comportamiento estadístico de cada sector estructural.

Transportando un talud en uno de los diagramas o redes previamente construidas, se puede establecer el comportamiento del mismo o más exactamente se puede establecer la ocurrencia de un deslizamiento de tipo planar, rotacional y mixto, o si existen las condiciones para que se produzca una cuña estructural, un volcamiento, etc.

Además se han tomado en cuenta los valores estadísticos relativos a los ángulos de fricción interna de los materiales ya que representan un factor íntimamente ligado a la estabilidad de taludes en rocas. Estos valores estadísticos de fricción interna son el resultado de ensayos realizados en distintas oficinas públicas y privadas de reconocida confiabilidad.

Es oportuno señalar que a través de un investigación de campo de gran detalle, además de contar con una mayor densidad de puntos, muy importantes para la obtención de un diagnóstico estructural ajustado a la realidad y más exacto, se puede analizar una serie de datos adicionales muy importantes como son el espesor y el grado de meteorización, el número de diaclasas por metro lineal (espaciamento), el tipo de diaclasas (abiertas o cerradas), el tipo de relleno que se encuentran en las mismas, los coeficientes de fricción interna de los materiales y de los rellenos, la cohesión, la rugosidad, etc.

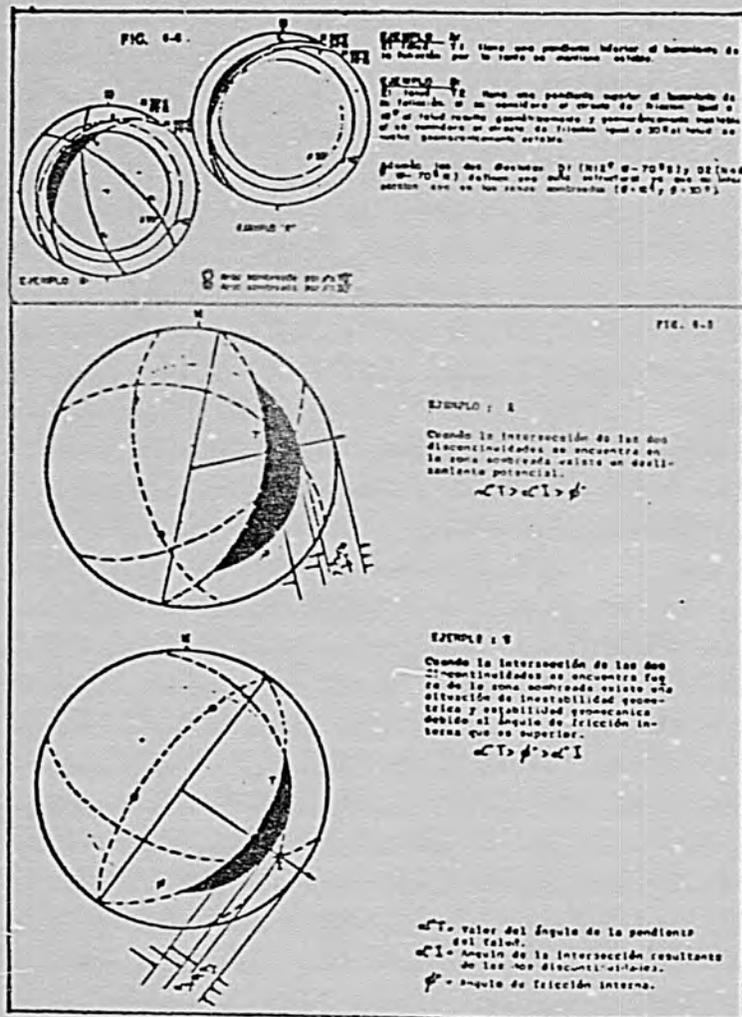
El conjunto de todos estos datos puede y debe ser utilizado en casos específicos (estudio geotécnico a nivel de parcela para cálculo de estabilidad y protección de taludes), pero se dificulta su utilización en un estudio regional o semidetallado como en el caso específico.

#### 6.1 Algunos ejemplos sencillos de análisis estructural mediante proyección hemisféricas.

Para una mejor comprensión del análisis estructural propuesto mediante el método de la proyección hemisférica, es oportuno recordar los principales tipos de deslizamientos que pueden ocurrir interpretando la disposición de los planos y polos de las estructuras transportados a la red equiareal. (Según E. HOEK y J. W. BRAY). (Fig. 6.4).

Se puede originar un deslizamiento de tipo rotacional cuando existe una gran dispersión de polos en toda la esfera. Es típico de rocas muy fracturadas y rocas muy meteorizadas. (Ver Fig. 6.4-A).

274



En realidad la disposición de los polos determina un sector muy fracturado con posibilidad de deslizamiento de tipo rotacional y también deslizamientos en lajas guiados por los planos de foliación.

En términos generales puede decirse que el patrón de diaclasado N 25°W y 82°S representa uno de los patrones principales de toda el área en estudio.

Hay la posibilidad de deslizamiento por efecto DE<sub>1</sub> - DE<sub>2</sub> y favorecidos por la foliación (Fe). (Ver Fig. 6.7).

Sector "B". Unidad calcárea (51 observaciones de foliaciones y 114 de diaclasas).

Este sector, al igual que el sector "A", presenta una concentración bastante regular determinándose un patrón de foliación, con rumbo N 68°E y buzamiento 44° N. También puede presentarse la posibilidad de pliegues locales, aunque la disposición de los polos presenta una concentración más cercana (16% contra el 13% del sector "A"). Por tratarse de la misma unidad litológica, se deberán considerar ángulos de fricción interna comprendidos entre 18° y 30°.

El sistema de diaclasado también define un material muy fracturado, pero al igual que la foliación define un patrón estructural promedio N 25°W y subvertical (patrón principal del área) un poco más marcado que el sector "A" (máxima concentración 9% contra el 3% del sector "A"). Estos resultados se traducen en la posibilidad de deslizamiento de tipo rotacionales, guiados por el plano de foliación en el caso de que sean conformes con el talud. Además se pueden originar caídas de bloques por efecto de cuña, especialmente cuando el espaciamiento entre diaclasas es considerable ya que el material de esta unidad litológica se presenta con espesores de meteorización no muy profundos. Se exceptúan los sectores marginales en donde la alteración química, ejercida por las aguas negras, llega hasta profundidades de 40 metros.

Por último también en ese sector, la interacción del DE<sub>1</sub> y DE<sub>2</sub> determina deslizamientos facilitados por la foliación (Fe). (Ver Fig. 6.8).

Sector "C". Unidad calcárea (36 observaciones de foliaciones y 37 de diaclasas).

Este sector se presenta, como era de esperarse, parecido a los sectores "A" y "B" por tratarse de la misma unidad litológica. Además, aunque el número de observaciones sea inferior a los dos (2) sectores ya descritos, se define una foliación promedio N 44° E y 45°N y un patrón de diaclasado un poco disperso pero con tendencia a un rumbo N 18°W y buzamiento 82°S.

Podría ser más fácil considerar la envolvente de todos estos planos de diaclasas que de todas formas define una concentración de polos muy elevada. Esto significa que persiste una elevada fracturación del material con la posibilidad de deslizamientos de tipo rotacional y en lajas cuando las capas se presentan plegadas (onduladas). (Ver Fig. 6.9).

Sector "D". Unidad calcárea y metarenisca (121 observaciones de foliación y 300 de diaclasas).

En este sector se sigue respetando el patrón de foliación cuyo rumbo y buzamiento promedio (o valor estadístico) es N 64°E y 29°N alcanzando una concentración de polos del 15%. Estructuralmente hablando el sector que se considera abarca el flanco norte del anticlinal de Baruta.

Es posible que existan pliegues locales que pueden modificar, a nivel de parcela, el comportamiento asumido por el área analizada; además, el sistema de diaclasado es muy complicado y presenta un alto grado de fracturación. La asociación del elemento estructural y litológico (alta fracturación y mayores espesores de meteorización) determinan una mayor ocurrencia de deslizamientos de tipo rotacional.

La envolvente de los tres (3) patrones estructurales más importantes, está caracterizada por dos (2) sistemas principales (N 26°W y N 2°E), que pueden determinar deslizamientos de tipo cuña y de tipo mixto (cuña + rotación). Hay que enfatizar que el análisis de estabilidad mediante el método de la proyección hemisférica determina el eventual comportamiento en roca fresca y por lo tanto hay que considerar las eventuales excepciones a causa del factor meteorización.

La existencia de tres (3) patrones estadísticos de diaclasas (DE<sub>1</sub> - DE<sub>2</sub> - DE<sub>3</sub>), conjuntamente con la foliación (Fe) determina la posibilidad de deslizamientos. (Ver Fig. 6.10).

Sector "E". Unidad micácea y metarenisca (142 observaciones de foliación y 130 de diaclasas).

Representa una prolongación del sector "D" y por lo tanto tiene un comportamiento parecido. Existe una buena concentración de polos de foliación (14%) que determina una foliación con rumbo y buzamiento promedio de N 82°E y 36°N.

Sigue persistiendo un sistema de diaclasado en toda la esfera con ángulos altos de buzamiento, sin embargo, se han podido separar cuatro (4) patrones de diaclasado (N 60°W-V, N 10°W-V, N 4°E-V, N 18°E-V) y se ha considerado la envolvente de los últimos tres (3), ya que representan una buena concentración y son concordantes con dos (2) patrones principales de diaclasado.

Por las características litológicas y estructurales vale aquí también, lo expresado para el sector "D". De todas maneras es probable que se verifiquen deslizamientos de tipo mixto (rotacional + cuña) favorecidos por el plano o los planos de foliación (combinación de DE<sub>1</sub> - DE<sub>2</sub> - DE<sub>3</sub> - con Fe). (Ver Fig. 6.11).

Sector "F". Unidad micácea (52 observaciones de foliación y 60 de diaclasas).

Desde el punto de vista litológico es el sector más uniforme y se presenta con una mayor concentración de polos de foliación, determinando un rumbo promedio de N 68°E y 44°N (estadísticamente se acerca a taludes 1:1). La concentración de polos es apreciable (27%), significando que el patrón foliación es bastante marcado.

En lo que concierne al sistema de diaclasado, parece prevalecer uno de los sistemas principales de toda el área de estudio, o sea el que tiene rumbo N 26°W y buzamiento vertical, además del sistema principal cuyo rumbo es N 24°E y buzamiento vertical. Existe el sistema N 70°E y buzamiento vertical (principal) y el sistema N 38°W con buzamiento 55°S, pero menos marcado. Se puede deducir

\* V = Vertical

que también este sector tiene un comportamiento complicado con una mayor ocurrencia de deslizamientos de tipo rotacional y mixto.

El patrón foliación también es importante porque, como en otros sectores, representa la línea aproximada del movimiento, especialmente donde hay el contacto entre rocas meteorizadas y substrato.

En particular, la interacción de DE<sub>1</sub> y DE<sub>2</sub> con Fe facilita los deslizamientos. (Ver Fig. 6.12).

Sector "G". Unidad filítica-micácea y metarenisca (119 observaciones de foliación y 47 de diaclasas).

Este sector es uno de los más complejos desde el punto de vista litológico ya que engloba tres (3) litotipos distintos: el filítico, el micáceo y la metarenisca.

Los espesores de meteorización de cada uno de ellos varía y por lo tanto también la respuesta a los fenómenos gravitacionales. En efecto en la unidad filítica hay la posibilidad de deslizamientos de tipo translacionales y rotacionales; en la unidad de los esquistos micáceos se puede verificar movimientos rotacionales y mixtos.

En la proyección hemisférica se nota un patrón bastante marcado de la foliación cuyo rumbo y buzamiento promedio es respectivamente N 76°W y 26°S. En lo que se refiere al diaclasado se nota una dispersión de los polos característica de un material muy fracturado y por lo tanto se pueden originar movimientos gravitacionales complejos. El patrón que más refleja el sistema de fracturación general es el que tiene rumbo N 74°E y es vertical.

También aquí los sistemas DE<sub>1</sub> y DE<sub>2</sub> (más probable) en combinación con Fe facilitan deslizamientos. (Ver Fig. 6.13).

Sector "H". Unidad micácea-calcárea (47 observaciones de foliación y 83 de diaclasas).

Es otro sector muy complejo ya que en él se encuentran distintos tipos litológicos, como son: los esquistos de la unidad micácea, los de la unidad calcárea y, en medio del sector, capas de calizas pertenecientes a la Formación Antifonal. Además estos materiales han sufrido una intervención antrópica de tipo marginal y de tipo explotadora aumentando más la problemática del sector. En particular, los materiales son muy fracturados por efecto de las voladuras, la unidad calcárea seguramente presenta fenómenos de alteración química debido a la presencia de áreas marginales y desde luego todo el material aun más deteriorado por la acción de la meteorización y las modificaciones cíclicas ejercidas sobre el medio ambiente.

De todas maneras la foliación no es muy marcada presentando casos de pliegues locales y el diaclasado es muy disperso pero siempre con ángulos altos de buzamiento. Se ha tratado de demarcar una envolvente siguiendo ella más que todos los patrones principales, o sea N-S y N 30°W, ambos verticales.

277

Los deslizamientos pueden ser controlados por los planos de foliación, pero siempre serán de tipo rotacional y/o mixto, llegando a la posibilidad de caídas de bloques con retroceso de las paredes en los dominios de la caliza.

Existe la posibilidad de deslizamientos controlados por la foliación y facilitados por los sistemas de diaclasas  $DE_2$  y  $DE_3$ . (Ver Fig. 6.14).

**Sector "J".** Unidad calcárea (25 observaciones de foliación y 69 de diaclasas).

Este sector, aunque pertenece al flanco sur del sinclinal de El Cementerio, presenta sitios en donde hay variaciones en el rumbo de la foliación por presencia de pliegues y/o fallamientos locales que determinan un cambio en el comportamiento o estabilidad del sector. De todas formas los datos estadísticos dan como resultado una foliación promedio con rumbo  $N 66^\circ E$  y buzamiento  $36^\circ S$ . Persiste una alta fracturación de los materiales con tendencia a los patrones principales  $N-S$  y  $N 20^\circ W$ , ambos subverticales, que dan origen a una envolvente bien definida. Otro patrón principal, pero menos marcado, es el  $N 70^\circ E$  y vertical.

Debido a la litología y al modelo estructural, pueden ocurrir deslizamientos de tipos rotacionales y mixtos con las superficies de los mismos guiadas por el patrón de la foliación cuando es cuesta de buzamiento (interacción de  $DE_1 - DE_2$  con Fe).

Es posible también que ocurran deslizamientos de tipo cuña donde el material no se encuentra demasiado fracturado. (Ver Fig. 6.15).

**Sector "K".** Unidad calcárea (49 observaciones de foliación y 176 de diaclasas).

En este sector el patrón de la foliación es más marcado y con una orientación promedio de  $N 60^\circ E$  y  $28^\circ N$ .

Además en este bloque estructural, por estar enclavado en una contracuesta de buzamiento, deberían de ocurrir menos fenómenos gravitacionales de los que pueden verificarse en el sector "J", pero a causa del diaclasado que es muy generalizado (disperso) y con un buzamiento alto, pueden producirse deslizamientos de tipo rotacional y de tipo cuña.

Existe, por último, la posibilidad de deslizamientos por efecto de  $DE_1$  y  $DE_2$  con Fe. (Ver Fig. 6.16).

**Sector "L".** Unidad calcárea (25 observaciones de foliación y 58 de diaclasas).

Este sector representa la prolongación del flanco sur del anticlinal de El Junquito (flanco norte del sinclinal de El Cementerio), pero a diferencia del sector "H", la litología es mucho más uniforme (calcárea) y la intervención antrópica es incipiente. Los materiales se presentan con un patrón de foliación bastante marcado (máxima concentración 24%), cuyo rumbo y buzamiento promedio es respectivamente  $N 46^\circ E$  y  $23^\circ S$  (cercano al sinclinal).

El diaclasado, característica común de toda el área de estudio, es muy disperso con el sistema  $N 25^\circ W$  y vertical más marcado que los otros. Los deslizamientos han de ser de tipo rotacional por efecto del diaclasado, aunque pueda

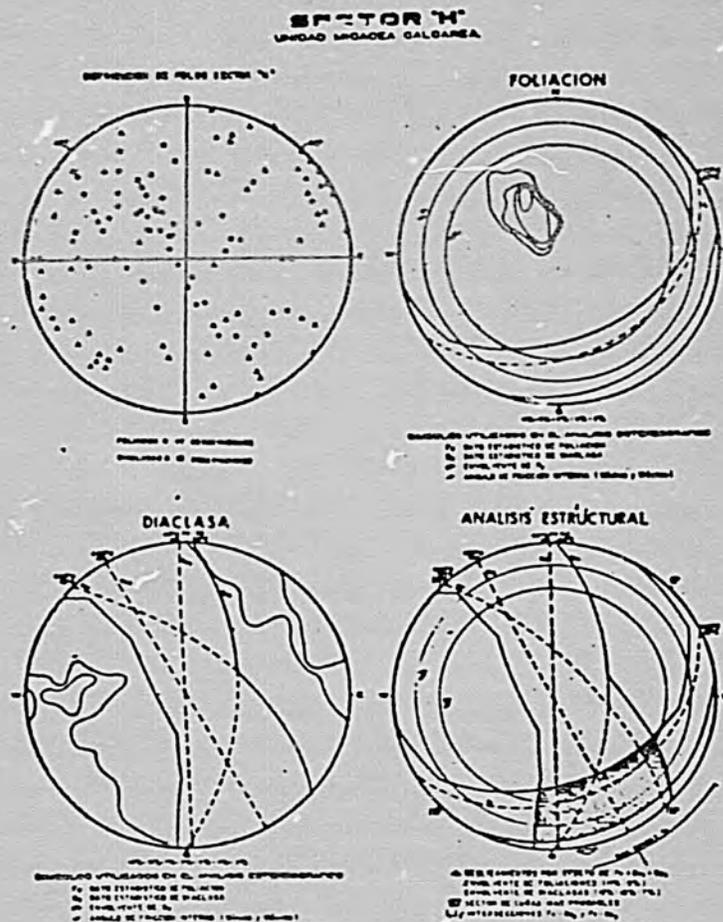
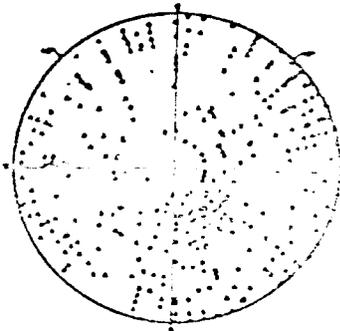


Fig. 6.14



- SECTOR 'D' -  
UNIDAD MACACEA, METAREMOSA

DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'



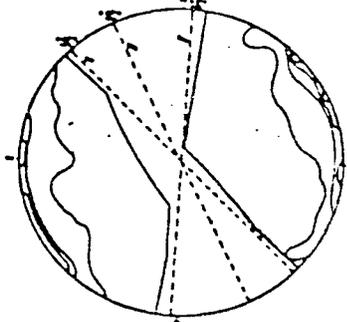
PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

FOLIACION



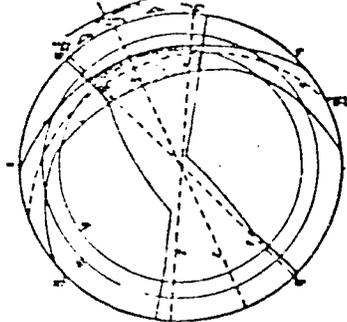
PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

DIACLASA



PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

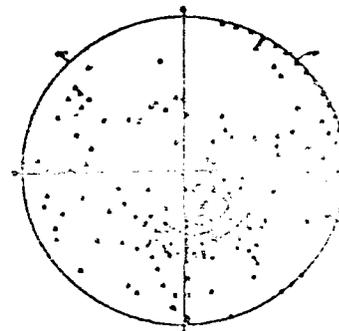


PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

Fig. 6.10

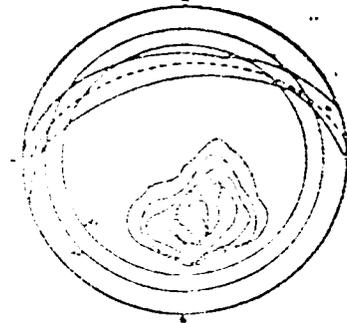
- SECTOR 'E' -  
UNIDAD MACACEA, METAREMOSA

DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'



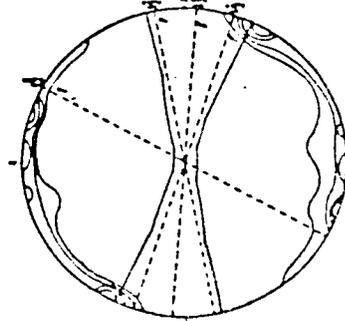
PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

FOLIACION



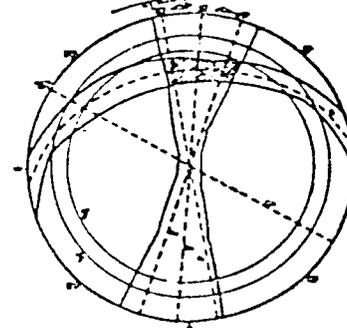
PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

DIACLASA



PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

ANÁLISIS ESTRUCTURAL



PROYECTA A LOS EJESE PRINCIPALES  
DISTRIBUCIÓN DE PUNTO SOBRE 'Y'

Fig. 6.11



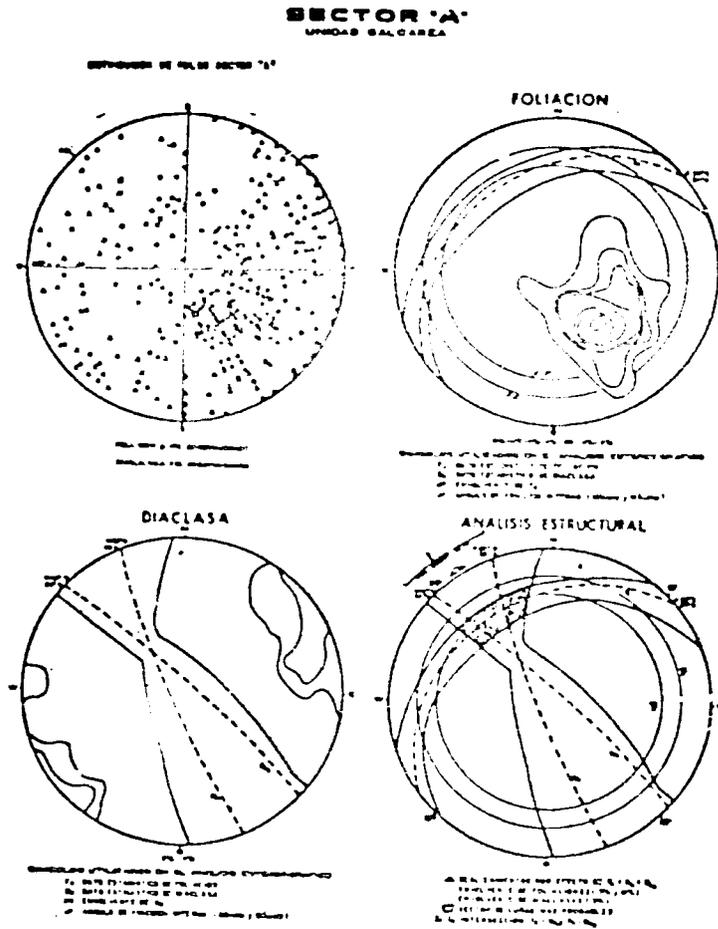


Fig. 6.7

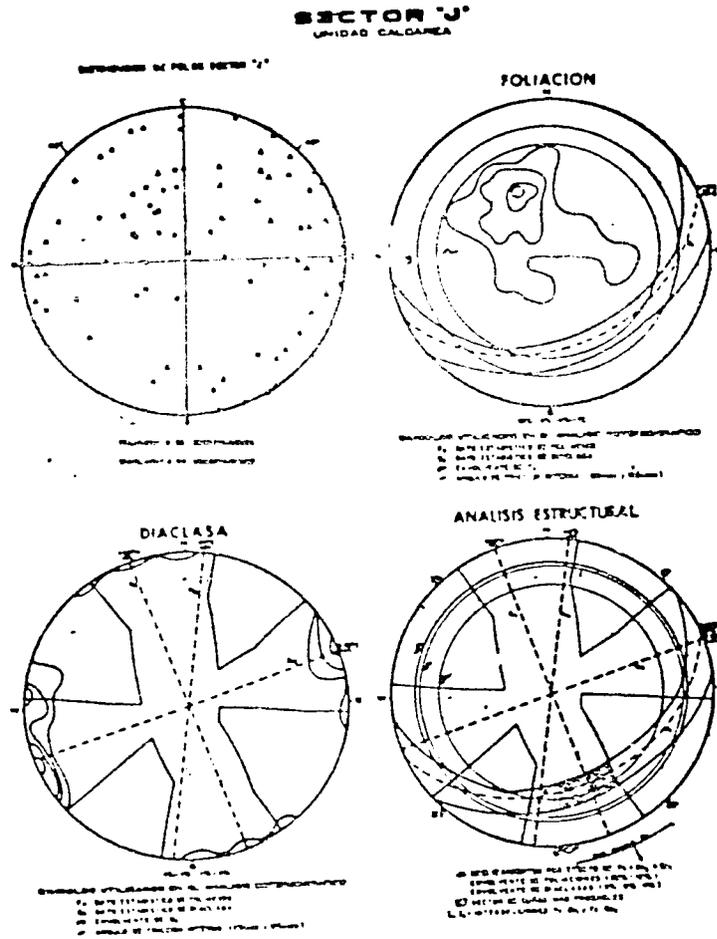


Fig. 6.15

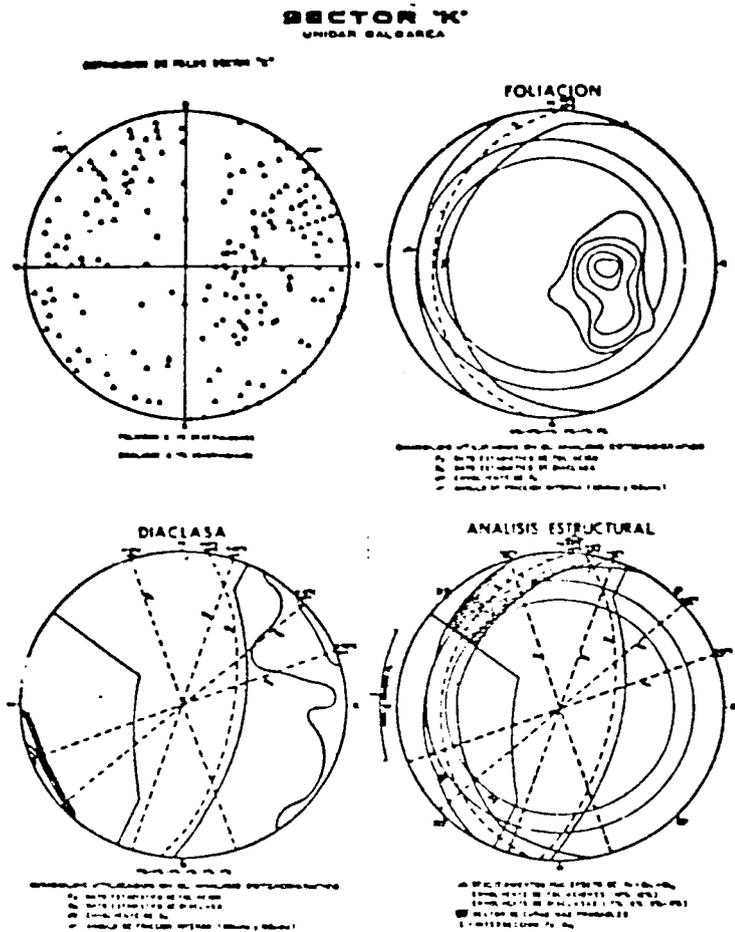


Fig. 6.16

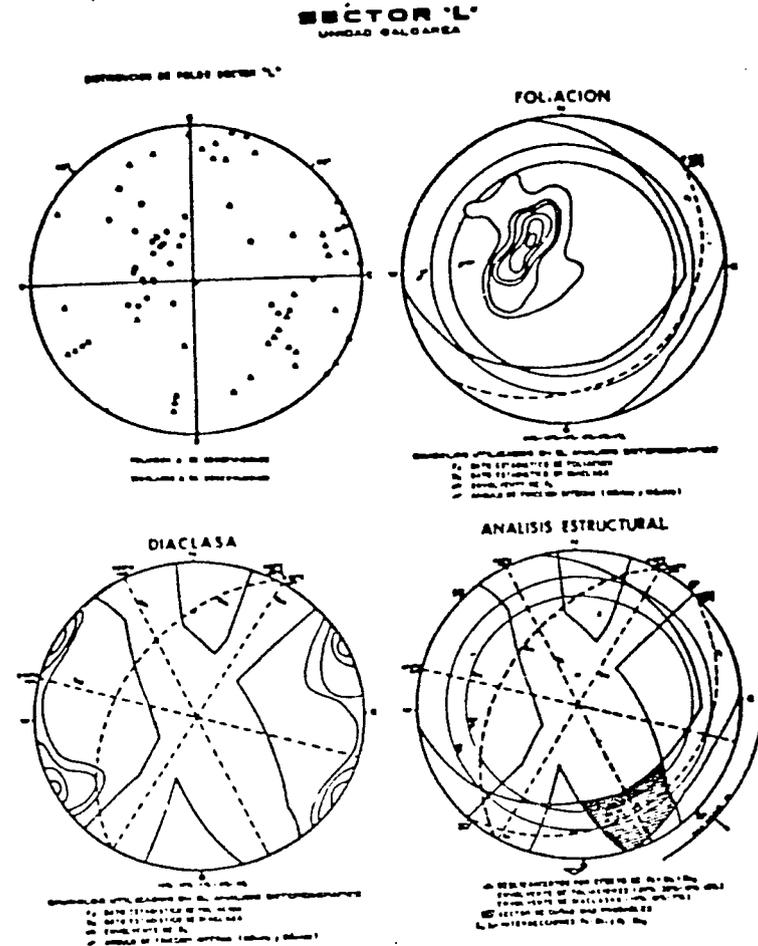


Fig. 6.17

conservarse cierta estabilidad por el hecho que el sector pertenece a una contracuesta de buzamiento.

La foliación  $F_0$  puede controlar deslizamientos facilitados por los sistemas de diaclasas  $DE_1$  y  $DE_2$ . (Ver Fig. 6.17).

#### 7. ORIENTACION Y ESTABILIDAD GEOMETRICA DE LOS TALUDES

Representa, en forma simple y esquemática, la orientación de todos los taludes que, a través de una configuración un poco caprichosa, definen una topografía de colinas como es el sur de Caracas (ver Figura 7.1). Después de haberlos asimilado a una de las ocho posibilidades de orientación asumidas, como si se tratara de planos ideales con dirección y pendiente, se ha venido comparándolos con los valores dominantes de foliación (cada sector de taludes tiene amplitud de 45° hasta cubrir los 360°).

Es evidente que se crean fenómenos de inestabilidad geométrica cuando el plano del talud coincide con el plano de foliación, es decir, que buzcan hacia la misma dirección, mientras que serán geoméricamente estables aquellos que buzcan en sentido contrario.

De la misma forma cuando los dos (2) planos (talud y foliación) forman un ángulo de 90° entre ellos, determinan una situación de estabilidad parcial.

Debido a las características de los materiales que afloran en el Area Metropolitana de Caracas, se ha tenido que ajustar, en forma un poco más amplia, la separación entre ellos; en otras palabras, los sectores estables e inestables se han ampliado en detrimento de los ubicados ortogonalmente, como puede observarse en el mapa respectivo.

La adaptación de estos resultados al análisis estructural para la elaboración del mapa de micro-orientación geotécnica se ha llevado a cabo después de un ulterior refinamiento de los resultados obtenidos con esta técnica.

Además de lo expuesto, la distribución espacial de todos los taludes de un área, según una rosa de orientación como la propuesta, puede encontrar aplicaciones prácticas y simples como, por ejemplo: en la determinación de los valores de insolación, humedad y evaporación de un talud en su constante proceso evolutivo.

#### 8. CLINOMETRIA

El parámetro clinométrico tiene una participación directa e indirecta sobre el comportamiento hídrico, sobre la erosión, la estabilidad de los terrenos y en diferentes actividades humanas.

El mapa clinométrico (ver Figura 8.1) encuentra una primera aplicación en el análisis estructural ya que los diferentes rangos de pendientes delimitan sectores más o menos estables cuando se asocian a situaciones estructurales particulares.

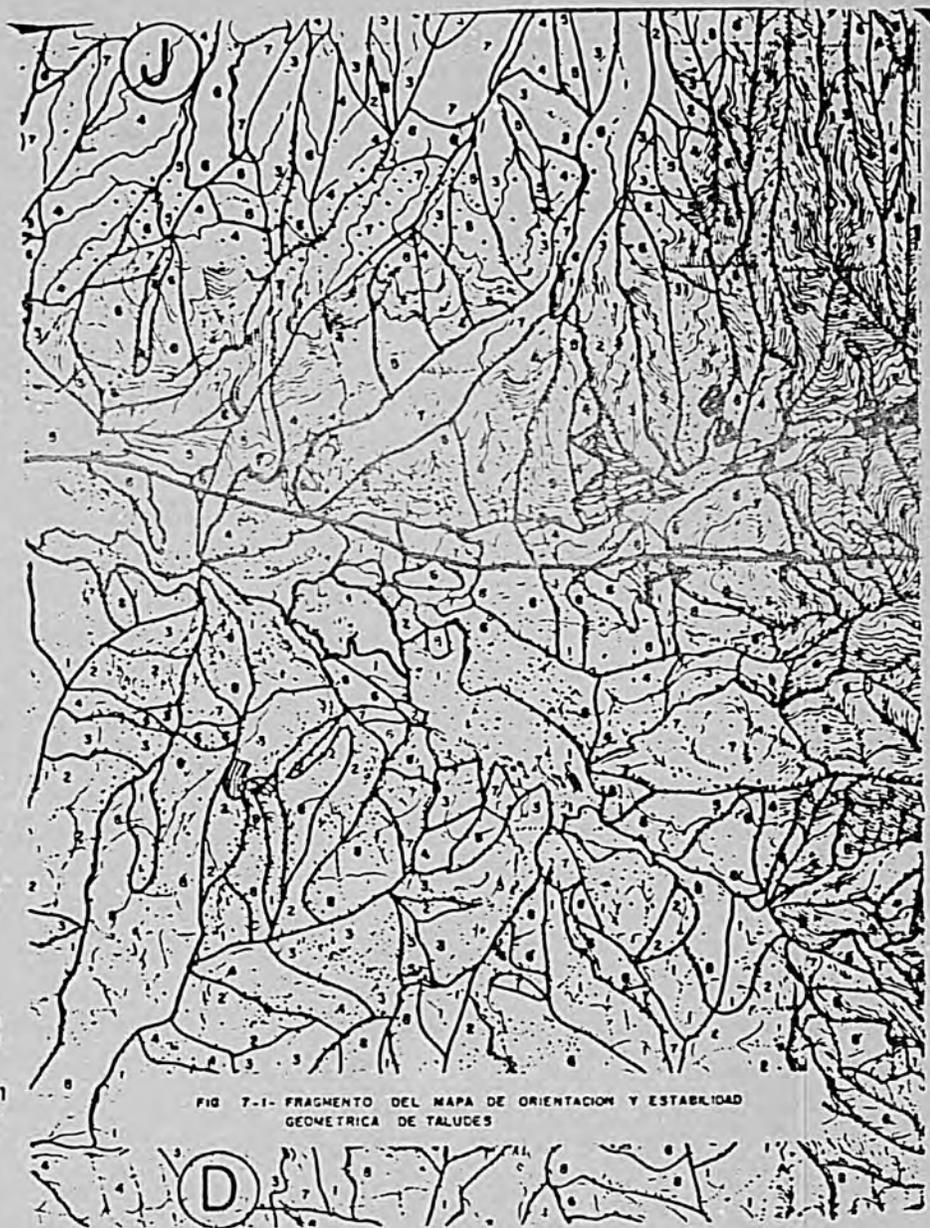
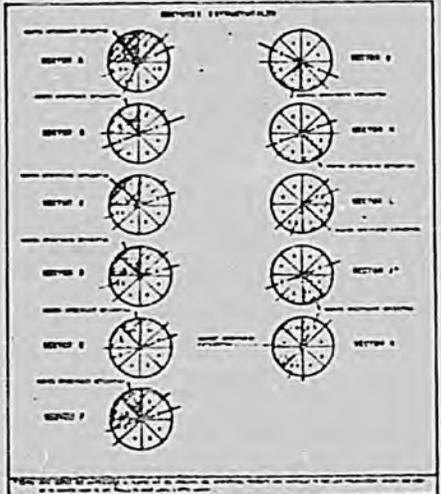


FIG 7-1- FRAGMENTO DEL MAPA DE ORIENTACION Y ESTABILIDAD GEOMETRICA DE TALUDES

281

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

**MAPA DE ORIENTACION Y ESTABILIDAD GEOMETRICA DE TALUDES**  
 ESTUDIO GEOTECNICO DEL AREA METROPOLITANA DE CARACAS  
 (SECTOR CENTRAL)



**LEYENDA:**

CLASIFICACION DE LOS TALUDES SEGUN SU ESTABILIDAD: Taludes con un coeficiente de seguridad mayor o igual a 1,50 se clasifican como taludes estables. Taludes con un coeficiente de seguridad menor que 1,50 se clasifican como taludes inestables.

CLASIFICACION DE LOS TALUDES SEGUN SU GEOMETRIA: Taludes con una inclinacion menor o igual a 30 grados se clasifican como taludes de geometria suave. Taludes con una inclinacion mayor que 30 grados se clasifican como taludes de geometria dura.

CLASIFICACION DE LOS TALUDES SEGUN SU TIPO: Taludes con una inclinacion menor o igual a 30 grados se clasifican como taludes de tipo suave. Taludes con una inclinacion mayor que 30 grados se clasifican como taludes de tipo duro.

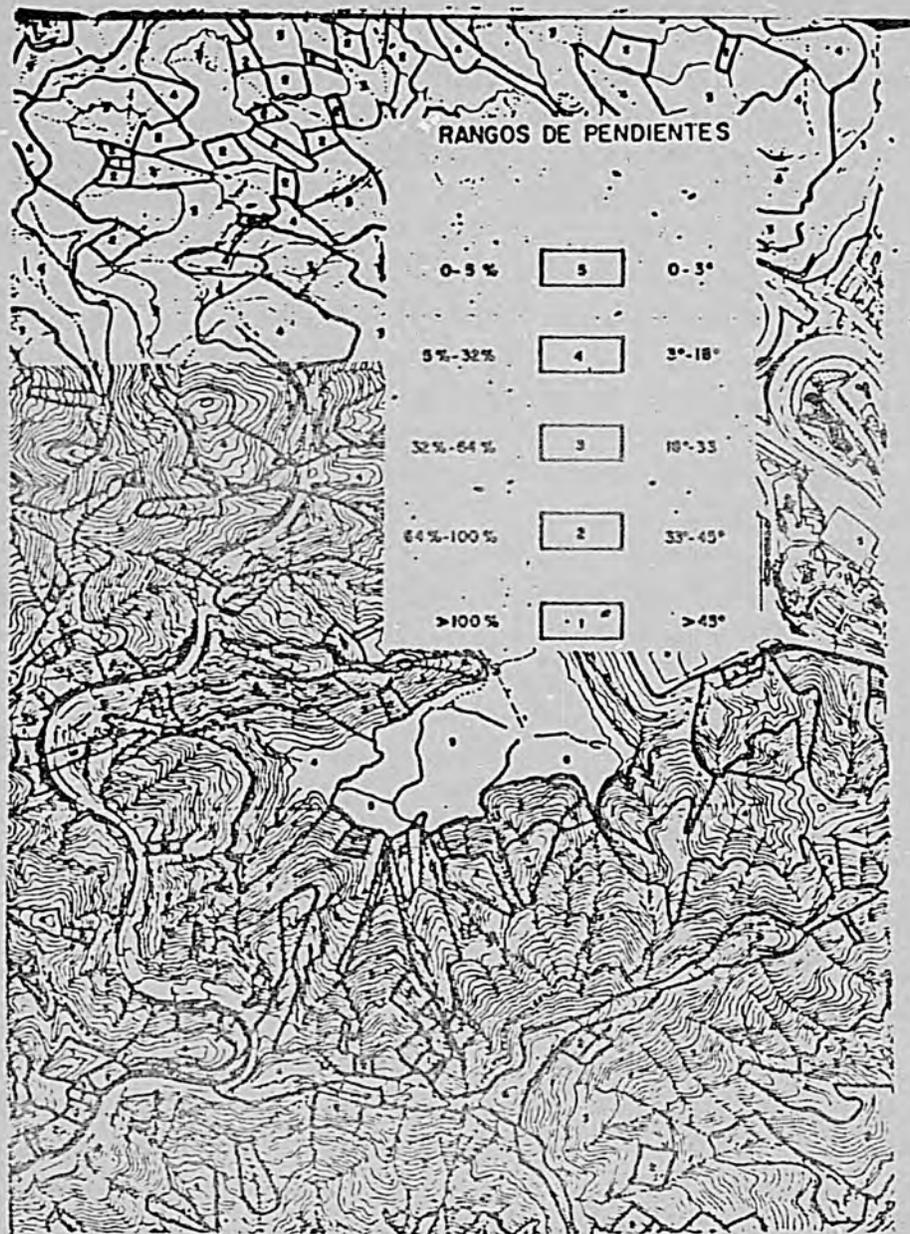
**NOTAS:**

1. Este estudio se realizó en el mes de mayo del año 1970.

2. Los datos de campo fueron suministrados por el Departamento de Geotecnia del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

3. Este estudio forma parte del Proyecto de Investigación "Estudio Geotécnico del Área Metropolitana de Caracas".

FIG. 8-1. FRAGMENTO DEL MAPA CLINOMETRICO



Se puede observar que no todos los terrenos pueden alcanzar rangos de pendientes muy altos (solamente los que son menos erosionables) y que cada uno de ellos presenta fenómenos de inestabilidad después de un determinado rango. De esta manera se puede establecer una relación geomorfológico-clinométrico-litológica, mediante una simple observación de procesos activos, sin tomar en cuenta otros factores que pueden intervenir durante la evolución de un área determinada.

El mapa clinométrico cuenta con cinco (5) rangos de pendientes que fueron escogidos a través de muchos análisis. Primero entre ellos el análisis frecuencial de pendientes en donde a través de gran cantidad de perfiles topográficos y un histograma de frecuencia, se logró determinar una sucesión de valores que lógicamente varían según la unidad litológica a la cual pertenecen.

Se ha pensado entonces, mediante algunas consideraciones de orden práctico, unificar los resultados para luego adaptarlos a toda el área en estudio.

A tal efecto se han adoptado los siguientes rangos de pendientes:

0 - 3°	( 0 - 5%)
3° - 18°	( 5% - 32%)
18° - 33°	(32% - 64%)
33° - 45°	(64% - 100%)
> 45°	> 100%

Se han considerado como sectores planos aquellos comprendidos entre los valores 0° y 3° (primer rango de pendientes). Luego se fijó el valor 18°, que coincidía con el ángulo de fricción interna mínimo promedio de los materiales presentes, y se determinó el segundo rango de pendientes entre 3° y 18°. El valor de "33°" asumido para determinar el tercer rango (entre 18° y 33°) se acerca al ángulo de fricción interna promedio máximo de los materiales, siendo típico de terrenos pocos coherentes.

El valor de 45° puede considerarse artificial, ya que difícilmente se pueden hallar taludes con pendientes 1:1 en el Área Metropolitana de Caracas que no sean artificiales e inestables.

Es bueno recordar que en el cuarto rango de pendientes, entre 33° y 45°, se encuentran taludes típicos de rocas fracturadas y que mayor de 45° (quinto rango de pendientes) son característicos de taludes en roca sana y fresca y se consideran de alta pendiente.

Finalmente, después de haber reflexionado sobre la distribución en toda el área de estos cinco (5) rangos y para facilitar el análisis estructural adoptado en el mapa de micro-orientación geotécnica, se ha fijado, en forma muy conservadora, el valor de 18° como el máximo valor aceptable para un talud clinométricamente favorable, quedando como desfavorable, con las debidas excepciones, los que resulten ser mayores de este valor.

## 9 DIAGNOSTICO GEOTECNICO

Después de haber llevado a cabo exhaustivamente el análisis geotécnico de las condiciones litológicas, estructurales, geomorfológicas, etc., se pasa seguidamente al diagnóstico geotécnico representado en este caso por el mapa de orientación geotécnica.

En realidad este documento representa la síntesis de todo el estudio, la suma de todos los factores que determinan la estabilidad de un sector, o si se quiere el riesgo geológico que puede presentarse y comprometer irreversiblemente cualquier desarrollo sea éste de tipo habitacional, vial, etc.

Se deduce por lo tanto que representa un instrumento de gran valor práctico para profesionales de diversas disciplinas que de una forma u otra constantemente se enfrentan a problemas de esta naturaleza.

Por tratarse de una simple superposición de documentos temáticos básicos, se logra reducir al mínimo la elaboración subjetiva satisfaciendo al mismo tiempo otros requisitos como son la facilidad de lectura y la claridad y rapidez en la búsqueda de la información requerida.

El método resulta ser bastante sencillo ya que se van separando zonas con diferentes características llegando para cada parámetro (estructura, litología, pendiente, geomorfología) a casos favorables o desfavorables, habiendo también situaciones transicionales entre unos y otros.

El documento final o mapa de orientación geotécnica se compone de dos (2) fases de lectura que deben efectuarse simultáneamente, una en el mapa de macro-zonificación y otra en el mapa de micro-zonificación.

Si bien es cierto que se hubiera podido presentar conjuntamente toda la información unificándola en un solo mapa, es cierto también que se hubiera dificultado la tarea de reproducción y posible interpretación por parte del usuario.

Se ha considerado oportuno por lo tanto separar la macro-información que caracteriza grandes sectores (macro-zonificación) de la micro-información característica de sectores más pequeños (micro-zonificación).

En la elaboración del mapa de macro-zonificación se han tomado en cuenta fundamentalmente los factores litológicos y geomorfológicos separando zonas con diferente comportamiento en base a la composición mineralógica de la roca, el nivel de meteorización, la situación estructural, los procesos de geodinámica externa, elementos todos que derivan de una exhaustiva investigación de campo y cuidadosa interpretación de pares estereoscópicos de misiones aéreas recientes y con más de treinta (30) años que reposan en los archivos del M.E.M.

Esta técnica resultó muy útil para obtener el historial completo de la evolución que ha tenido el área objeto de estudio.

Para la elaboración del mapa de micro-zonificación se han utilizado los valores cilindríticos obtenidos en el análisis frecuencial de pendientes en unión

con la disposición espacial de los taludes según su orientación y según las condiciones estructurales presentes. Más concretamente primero se realizó un análisis geoestructural y luego se ha adaptado el resultado al tipo litológico predominante en el sector estudiado.

Mediante el método de la proyección hemisférica se han ido separando los sectores estadísticamente homogéneos con respecto al buzamiento de la foliación y luego con la ayuda del mapa de orientación de taludes se han definido taludes conformes con la foliación y no conformes, o sea, cuesta de buzamiento y contracuestas, definiendo por lo tanto un primer nivel de estabilidad (estabilidad geométrica).

En una segunda etapa del análisis se ha podido determinar, con la ayuda de los valores de las pendientes, un nivel más preciso de estabilidad y de manera más acertada si existen condiciones geomecánicas favorables o desfavorables.

Es lógico que este análisis encuentre su mejor respuesta en roca fresca ya que en el caso de materiales meteorizados puede encerrar ciertas limitaciones.

En efecto, cuanto mayor es el espesor del suelo residual, menos directo y más complicado será el diagnóstico, aun cuando el método sigue siendo válido para interpretar el comportamiento del sustrato. En otras palabras, es muy común en regiones tropicales combinar los recursos de la mecánica de suelos y de rocas y utilizar, para los fines de estabilidad en laderas, los resultados más conservadores de ambos.

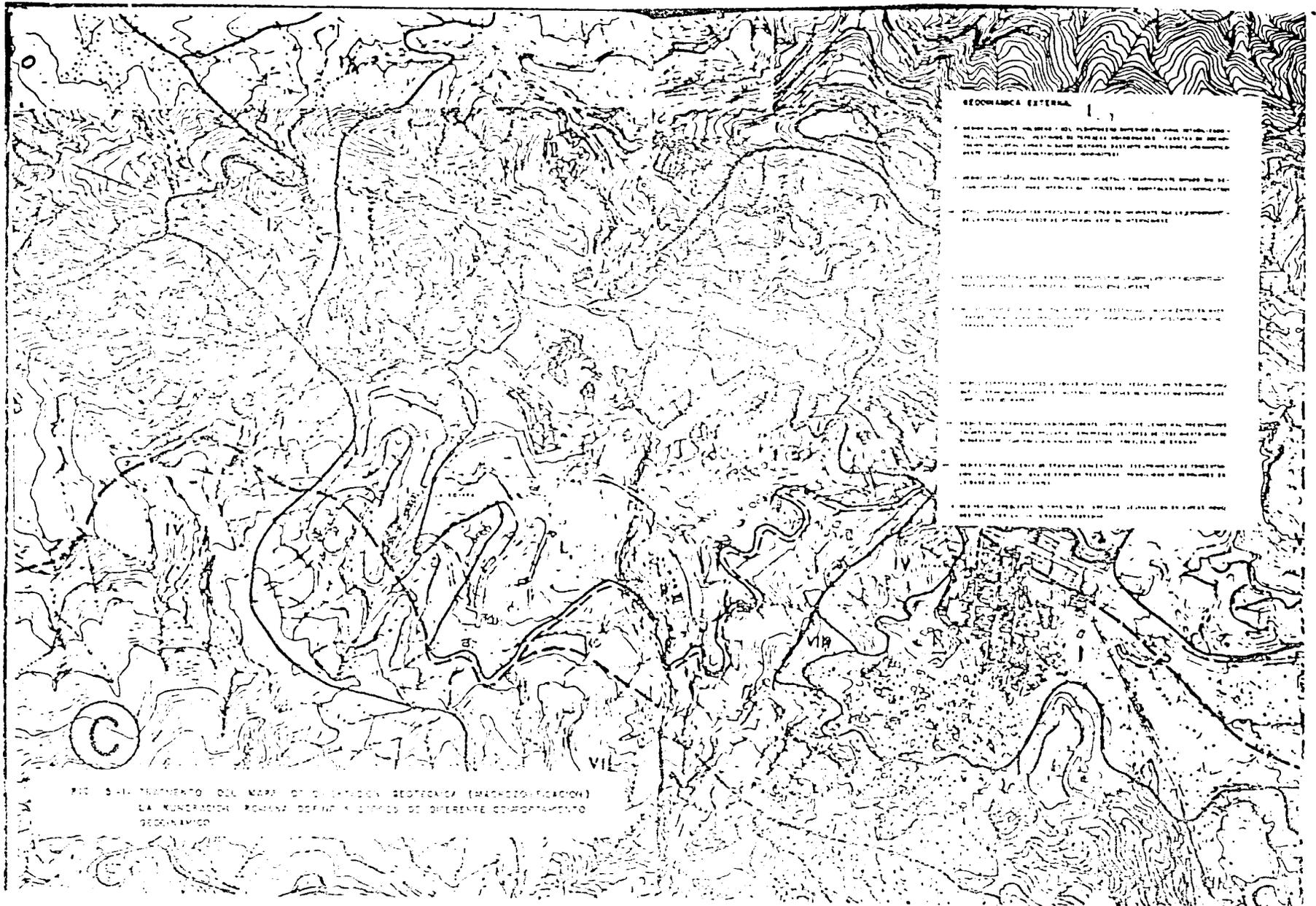
El usuario que así lo desee puede en sectores más pequeños o de cierto interés, lograr una interpretación más exacta y completa ya que existe una información básica suficientemente detallada como para elaborar un nuevo y más apropiado diagnóstico geotécnico.

Con el conjunto de datos estructurales se pueden determinar con más exactitud, rumbos y buzamientos efectivos de las capas (no estadísticos) y los patrones de diaclasas principales y secundarios, en el análisis litológico se puede definir con mayor precisión el funcionamiento de un sector afectado por meteorización o comportamiento anisótropo por efecto de las intercalaciones de las capas.

Por cuanto expuesto anteriormente se puede deducir que en la búsqueda de una información rápida, directa, conforme con escala del estudio, la consulta del mapa de orientación geotécnica satisface cabalmente nuestras exigencias. Si por otro lado se quieren obtener elementos complementarios importantes, con la consulta de todos los mapas temáticos puede enriquecerse de manera amplia la información anterior.

De esto deriva cuanto se ha venido repitiendo, o sea, que todos los mapas contienen un gran valor de conjunto e individual.

Durante la elaboración del mapa de orientación geotécnica se han considerado, como ya se ha dicho, los valores de resistencia al corte y en particular de fricción interna de los materiales pertenecientes a las unidades litológicas separadas y descritas, como el fruto de investigaciones aisladas y fidedignas.



**GEOLOGIA ESTERNA.**

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

33.

34.

35.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

42.

43.

44.

45.

46.

47.

48.

49.

50.

51.

52.

53.

54.

55.

56.

57.

58.

59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

68.

69.

70.

71.

72.

73.

74.

75.

76.

77.

78.

79.

80.

81.

82.

83.

84.

85.

86.

87.

88.

89.

90.

91.

92.

93.

94.

95.

96.

97.

98.

99.

100.

C

FIG. 5-11. TRATTAMENTO DEL MARE DI G. LIGURIA DA GEOTECNICA (MARCHIO-FRACIONI)  
 DA NUMERAZIONI ROMANE DOFINO A LXXXV DI DIVERENTE COMPORTAMENTO  
 GEODINAMICO



FIG. 9-1 MAPA DE ORIENTACION GEOTECNICA  
ESTUDIO GEOTECNICO DEL AREA METROPOLITANA DE CARACAS  
(SECTOR CENTRAL)

MACROZONIFICACION

CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES LITOLÓGICAS.  
(SEGUN MAPA LITOLÓGICO)

UNIDAD CALCAREA. (SECTOR A)

RESISTENCIA A LA DISREGGACION TOTAL DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL CONTENIDO DE CALCITA. LA METEORIZACION, NO ALTERA QUIMICAMENTE A LA CALCITA, LA DISUELVE CON DIFICULTAD.

LAS BANDAS MICACEAS ALTERADAS CONTINUAS REPRESENTAN ZONAS DE DEBILIDAD. CUANDO LA CONTINUIDAD DE LAS BANDAS MICACEAS ES INTERRUMPIDA REPETIDAMENTE (ESQUEJOS DEFORMADOS), HAY MAYOR PROBABILIDAD DE RESISTENCIA A LA METEORIZACION.

FRECUENTEMENTE ESCAPE DE AGUA DE TIPO REGATICO POR FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS.

EXCAVACION DE MODERADA A DIFICIL - (A VECES USO DE EXPLOSIVOS).

CONDICION DE FUNDACION MODERADA.

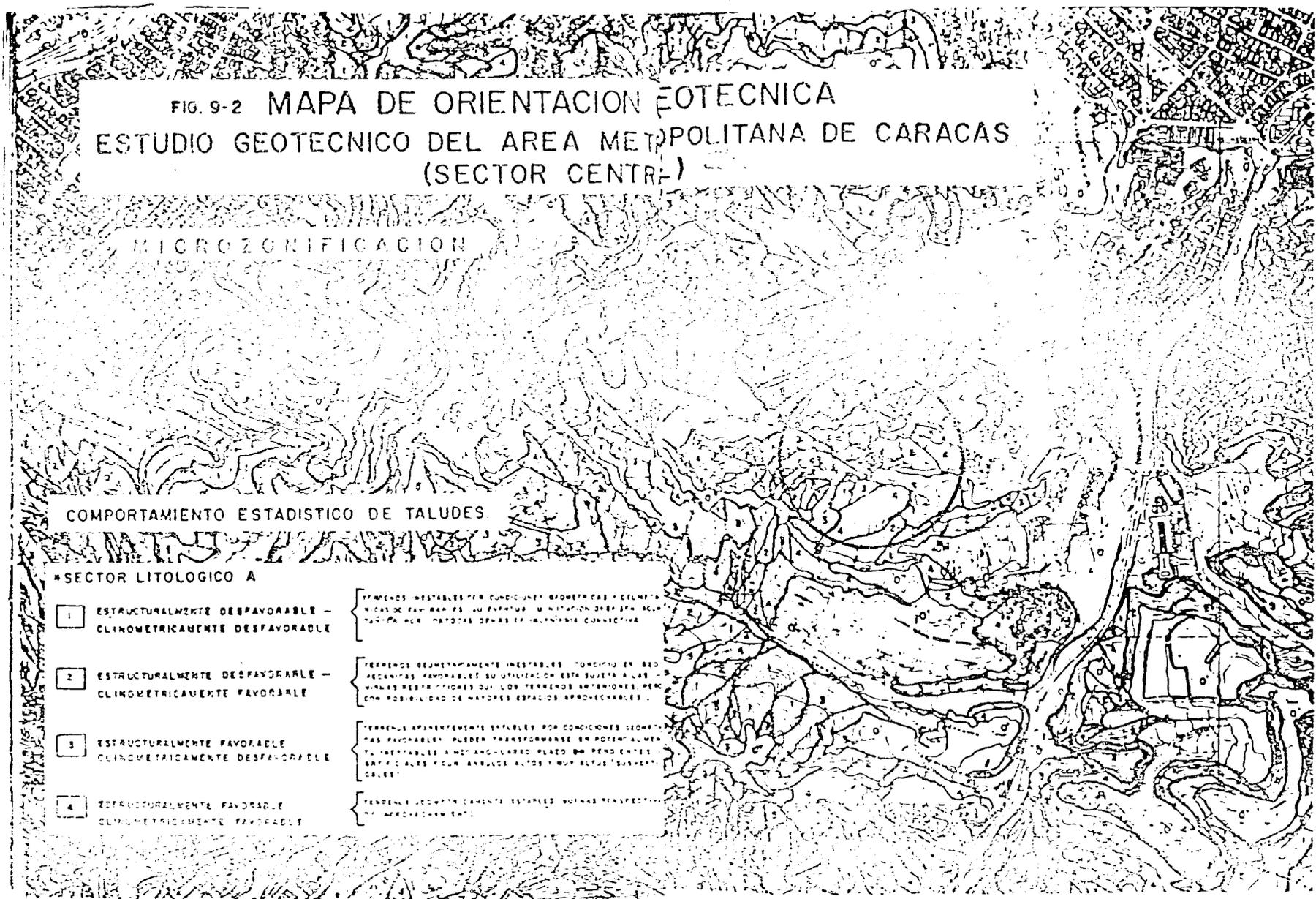
RELATIVAMENTE BUENA PARA OBRAS CIVILES.

TIPICOS DESLIZAMIENTOS CONTROLADOS POR FOLIACION (CAIDAS EN LAJAS) EN TALUDES INTERVENIDOS Y ROTACIONALES POR ALTO FRACTURAMIENTO DEL MATERIAL - SE DETECTA UN PROGRESIVO DETERIORO DEL TALUO HASTA VERDADEROS DESLIZAMIENTOS (EXCESIVO PLEGAMIENTO DE LAS CAPAS).

GEODINAMICA EXTERNA.

IV MEDIOS MONTAÑOSOS CON CIERTOS PROBLEMAS DE EROSION LAMINAR Y CONCENTRADA. PROTECCION VEGETAL INTERVENIDA - Desequilibrio latente

FIG. 9-2 MAPA DE ORIENTACION GEOTECNICA  
 ESTUDIO GEOTECNICO DEL AREA METROPOLITANA DE CARACAS  
 (SECTOR CENTRAL)



MICROZONIFICACION

COMPORTAMIENTO ESTADISTICO DE TALUDES

\*SECTOR LITOLOGICO A

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 ESTRUCTURALMENTE DESFAVORABLE - CLINOMETRICAMENTE DESFAVORABLE</p> | <p>TERRENOS INESTABLES POR CONDICIONES GEOMETRICAS Y CLIMATICAS CASOS DE FAVORABLES AL AVANCE DE LA INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD POR PARTIDAS DEBILES DE INFLUENCIA CONECTIVA</p>  |
| <p>2 ESTRUCTURALMENTE DESFAVORABLE - CLINOMETRICAMENTE FAVORABLE</p>    | <p>TERRENOS GEOMETRICAMENTE INESTABLES CONDICION EN RED ACLINADAS FAVORABLES SU UTILIZACION ESTA SUJETA A LAS VARIAS RESTRICCIONES QUE LOS TERRENOS ANTERIORES, PERO CON POSIBILIDAD DE MAYORES ESPACIOS APROVECHABLES</p> |
| <p>3 ESTRUCTURALMENTE FAVORABLE CLINOMETRICAMENTE DESFAVORABLE</p>      | <p>TERRENOS APARENTEMENTE ESTABLES POR CONDICIONES GEOMETRICAS FAVORABLES PUEDEN TRANSFORMARSE EN POTENCIALMENTE INESTABLES A MEDIANO-LARGO PLAZO DE PENDIENTES BAJAS A MEDIO ALTO ANCLAJES ALTOS Y BAJAS SUSCEPTIBLES</p> |
| <p>4 ESTRUCTURALMENTE FAVORABLE CLINOMETRICAMENTE FAVORABLE</p>         | <p>TERRENOS GEOMETRICAMENTE ESTABLES NOTAS RESPECTIVAMENTE APROVECHABLES</p>   |

Son valores muy variables y complejos dependiendo de muchos factores como son el estado físico de la roca, la anisotropía del material por cambios litológicos dentro de una misma unidad, la densidad de fracturación, la condición de las diaclasas (abiertas o cerradas), la rugosidad y eventual tipo de relleno de las mismas, la exposición de las laderas, grado de humedad e insolación, la intervención antrópica, etc., aspectos que han sido considerados globalmente y con los límites que la escala del estudio permite e impone.

Es por la complejidad de estos valores que se aconseja siempre, para un análisis más detallado, determinar estos valores geomecánicos oportunamente y no aceptar a priori valores calculados en otros sectores aparentemente similares.

Un objetivo más del estudio ha sido el de anexar en cada mapa una leyenda amplia y adecuada, para que instantáneamente se pueda obtener el diagnóstico deseado y los elementos que lo han producido.

Otro objetivo ha sido también de proponer una metodología que pueda encontrar una mejor aplicación y su mayor expresión en estudios de gran detalle necesitándose únicamente una información de campo pormenorizada y un manejo más riguroso de los parámetros disponibles.

Después de estas observaciones y para facilitar la consulta del mapa de orientación geotécnica se hace a continuación un ejemplo explicativo:

Primero se ubica un sector o punto, inmediatamente se determina, utilizando el mapa de macro-zonificación, a qué sector litológico pertenece (A - B - C - D y sectores mixtos B - C y A - C), precisándose de esta manera las características geotécnicas propias del sector.

En la segunda fase se determina consultando todavía el mapa de macro-zonificación, el comportamiento geomorfológico del sector en esta oportunidad señalado con uno de los números romanos del I al IX, y que reúne en forma global el inventario de procesos que caracterizan o se presentan en el sector.

Concluidas estas dos (2) fases que representan el macro-diagnóstico se pasa a la tercera fase que produce el micro-diagnóstico, que en otras palabras constituye una información más puntual del sector escogido.

En ella se consideran fundamentalmente los factores climométrico y estructural combinados con el talud en forma espacial, derivándose de esta manera el resultado final de la investigación geotécnica.

El punto escogido para el ejemplo está identificado con las siglas A-IV-3 y se halla en la urbanización Valle Arriba (Fig. 9.1 y Fig. 9.2).

Los pasos a seguir son los siguientes:

En el mapa de orientación geotécnica se determina que la letra mayúscula y el número romano, en este ejemplo A-IV, corresponden a la leyenda de macro-zonificación (Fig. 9.1), mientras que el número arábigo, en este caso el tres (3), se refiere a la leyenda de macro-zonificación (Fig. 9.2).

Esto quiere decir:

A = sector litológico A. Unidad calcárea con sus características geotécnicas (Fig. 9.1).

IV = medios montañosos con ciertos problemas de erosión.... Geodinámica externa (Fig. 9.1).

3 = estructuralmente favorable y climométricamente desfavorable. Nótese bien que este número se ubica en el correspondiente sector litológico A (leyenda de micro-zonificación) y el comportamiento en la respectiva llave que reza:

"Terrenos aparentemente estables por condiciones....., etc." (Fig. 9.2).

Finalmente, por los sectores litológicos mixtos B-C y A-E, deberá consultarse previamente el mapa litológico para poder establecer si prevalece un sector litológico u otro, y luego repetir el mismo procedimiento antes expuesto.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGUERPEVERE, S.E. - ZULOAGA, G. (1937)  
Observaciones geológicas en la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Bol. Geol. y Min., Caracas, Tomo 1, Nos. 2, 3, 4, P. 8-24.
- BRUGNER, W. - VALDINUCCI, A. (1972)  
Schema di classificazione della frane e relativi esempi - Estratto dal Bollettino de Servizio Geologico di Italia. Vol. XCIII. 154 Pags.
- BENCIOPIA, S. - ERCOLI, A. (1978)  
La fotointerpretazione applicata allo studio del territorio. 28 Pags. Geomap. Firenze, Italia.
- COLOMBO, P. (1973)  
Elementi di Geotecnica - Zenichelli - Bologna (Italia) 290 Pags.
- COMMISSIONE INTERMINISTERIALE PER LO STUDIO DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA E DELLA DIFESA DEL SUOLO (1971)  
Guida alla classificazione delle frane ed ai primi interventi - Estratti dagli atti della Commissione. 51 Pags.
- COOKE, R.U. - DOORNKAMP, J.C. (1978)  
"Geomorphology in environmental management". Oxford University Press. Gran Bretaña. 413 Pags.
- DEERE, D.U. - PATIGI, F.D. (1971)  
IV Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones (Memoria).  
Vol. 1. Escrito sobre el estado del arte. San Juan de Puerto Rico. Pags. 93-175.

- DENGO, G. (1971)  
Geología de la región de Caracas. Bol. Geol. Caracas, Vol. 1, No. 1.  
Pags. 41-115.
- FELIZIANI S., Piero (1976)  
Estudio Geotécnico de Superficie de Antimano. Inédito. Archivo de  
Dirección de Geología, M.E.M.
- FELIZIANI S., Piero (1981)  
Introducción al estudio geotécnico del Área Metropolitana de Caracas.  
Inédito Archivo Dirección de Geología, M.E.M.
- FELIZIANI S., Piero - RODRIGUEZ M., Domingo (1976)  
Reconocimiento geotécnico de la zona sureste de Caracas. Inédito.  
Archivo Dirección de Geología, M.E.M.
- FELIZIANI S., Piero - DE LUCA, Pasquale - BARRIENTOS S., Carlos -  
BASTARDO, Servando (1982).  
Estudio Geotécnico de la Urbanización Terrazas de Bella Vista. Inédito.  
Archivo Dirección de Geología, M.E.M.
- FLORES CALCARO, C.A. - RAMIREZ CASTILLO, C. (1963)  
Aspectos geotécnicos generales de las principales unidades estratigráficas  
venezolanas relacionadas con las presas de riego. I Jornadas de Riego.  
Caracas. 248 Pags.
- GONZALES, Juana de, et al (1980)  
Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Ediciones Foninves.  
Tomo I. Pags. 305 - 323.
- GUIDA M., G. - IACCARINO e VALLARIO, A. (1977)  
Le carte tematiche ad indirizzo geologico-tecnico per la riqualificazione  
ambientale. Un nuovo elaborato per la bonifica del Territorio: La carta  
degli interventi. Pubblicazione No. 106. Istituto di Geologia e Geofisica  
dell "Università Di Napoli", 23 Pags.
- HOEK, E. - BRAY, J. (1974)  
Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy. Londres.  
Inglaterra. 309 Pags.
- MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS (1970)  
"Léxico estratigráfico de Venezuela", 2da Edición. Bol. Geol. (Venezuela).  
Publicación Especial No. 4. 756 Pags.
- OFICINA DE INGENIERIA DE CONSULTA  
Ing° Roberto CENTENO WERNER - Ing° Carlos RODRIGUEZ ALVAREZ (Oct. 1980)  
Geología-Geomorfología de Superficie - Evaluación de estabilidad - Riesgos  
geológicos. Urbanización Colinas de Valle Arriba.
- OFICINA DE INGENIERIA DE CONSULTA  
Ing° Roberto CENTENO WERNER - Ing° Carlos RODRIGUEZ ALVAREZ (1980)  
Estudio Geológico de Superficie de la Variante Blandín del Enlace Vial  
Caracas-Litoral Central.

- OFICINA DE INGENIERIA DE CONSULTA  
Ing° Roberto CENTENO WERNER - Ing° Carlos RODRIGUEZ ALVAREZ (1982)  
Estudio Geológico-Geomorfológico. Evaluación de las condiciones de esta-  
bilidad de la zona. Sectorización de riesgos geológicos. Terreno en zona  
de Potrero Redondo. Los Marañjos.
- OFICINA DE INGENIERIA DE CONSULTA  
Ing° Roberto CENTENO WERNER - Ing° Carlos RODRIGUEZ ALVAREZ (Nov. 1983)  
Estudio de Riesgos Geológicos y Sectorización Geotécnica de parte de los  
terrenos de la Urbanización Colinas de Bello Monte.
- PAPANI G. - TELLINI C. (1973)  
Método elementare per elaborare uniformemente carte alla stabilità poten-  
ziale del terreni. Estratto de "L'ateneo parmense". Acta Naturalia.  
Vol. IX. Fasc. 2. Pags. 153-179.
- SALCEDO R., Daniel (1978)  
El uso de proyecciones hemisféricas como técnica de predicción y análisis  
de problemas relativos a estabilidad de taludes en macizos rocosos. 78 Pags.
- SINGER P., A. - DIAZ QUINTERO, A.  
Estudio de orientación geotécnica para la realización del plan zonal de ur-  
banismo de la hoya Baruta-La Boyera-El Hatillo. Ministerio de Energía y  
Minas. División de Geotecnia y Oficina Metropolitana de Planeamiento Ur-  
bano (OMPU). División de Medio Físico. 13 Pags.
- SINGER P., A. - MARQUEZ O., R. (1977)  
Zonificación preventiva de riesgos geológicos para el ordenamiento geotéc-  
nico del sector urbano Colinas de Santa Mónica. Distrito Federal.  
V Congreso Geológico Venezolano.
- STRAHLER, A.M. (1977)  
"Geografía Física" Ediciones Omega. Barcelona, España. 767 Pags.
- THORNBURY, W. D. (1966)  
"Principles of Geomorphology", Second Edition. John Wiley and Sons, Inc.  
U.S.A., 594 Pags.
- TRICART, J. (1968)  
Regiones chaudes, forests e savannes. S.E.D.E.S., Paris, Francia.
- WEHRMANN, M. (1972)  
Geología de la Región de Guatire - Colonia Tovar. Memoria del IV Congreso  
Geológico Venezolano, Tomo IV. Publicación Especial No. 5 del Boletín de  
Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 2093-2121.

ANEXO III.12.2.- EJERCICIO EN CLASE DE LA UNIDAD #12

## **ANEXO III.12.2.- EJERCICIO EN CLASE DE LA UNIDAD #12**

### **RIESGOS GEOLOGICOS MULTIPLES Y MAPEO DE INFRAESTRUCTURA VITAL**

Basado en el material presentado en clase y en mapas de referencia, prepare en borrador un mapa de infraestructura vital y el correspondiente texto explicando el porqué de su mapa. Asegúrese de incluir la explicación del orden de prioridad que puede usted haber asignado en el mapa.

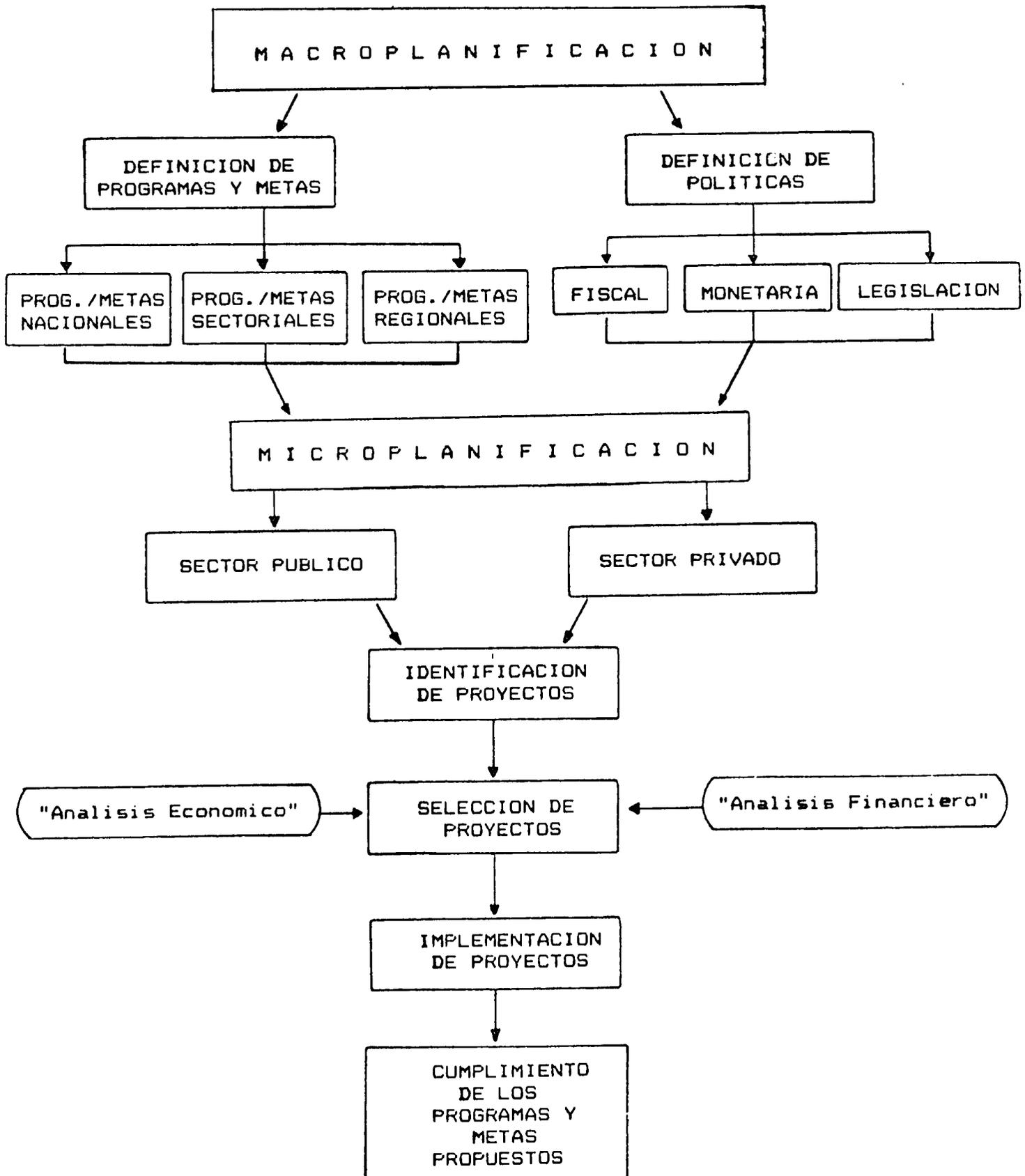
#### **NOTA AL INSTRUCTOR:**

Adjunte la siguiente información concerniente a la ciudad donde se está llevando a cabo el curso, de manera que los participantes puedan relacionar este ejercicio con las observaciones hechas durante el Viaje Técnico de Campo I y durante la estadía en la ciudad:

- a.- mapa de infraestructura urbana
- b.- mapa topográfico
- c.- mapas y registros de información de eventos de riesgos naturales
- d.- mapas de riesgos múltiples y/o de vulnerabilidad disponibles

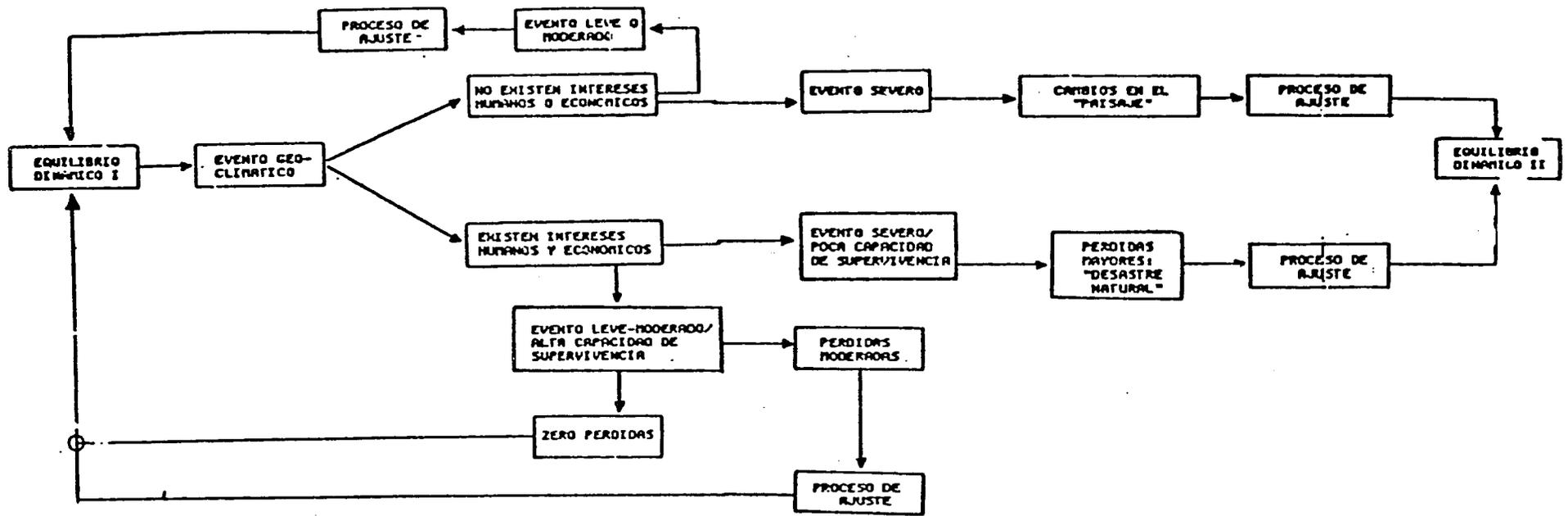
ANEXO III.15.1.- SEPARATA SOBRE EL PROCESO DE PLANIFICACION  
ECONOMICA

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO DE PLANIFICACION



ANEXO III.15.2.- SEPARATA SOBRE EL ANALISIS DEL BALANCE DE  
INTERCAMBIO DE LOS RIESGOS NATURALES

LOS "DESASTRES NATURALES" EN UN CONTEXTO DE INTERESES HUMANOS Y ECONOMICOS



295

ANEXO III.16.1.- SEPARATA SOBRE EL ANALISIS MULTICRITERIO

NOTAS: ESTRUCTURACION DE LOS OBJETIVOS  
TOMADAS DEL LIBRO  
"ENFOQUES BASICOS PARA LA TOMA DE DECISIONES  
CON OBJETIVOS CONFLICTIVOS"

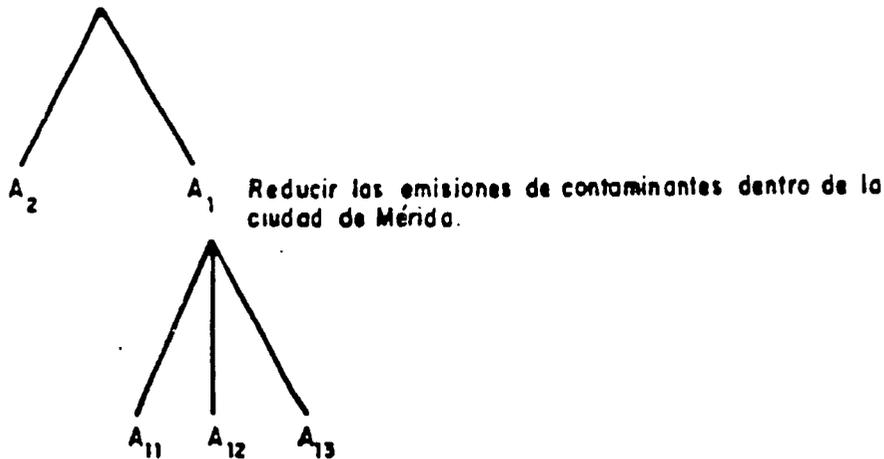
Autores: Jacobo J. Duek y Félix Cabrera

### III. ESTRUCTURACION DE LOS OBJETIVOS

#### Definiciones de Términos

Un *objetivo* indica el estado final o estado deseado. Un objetivo muy general y muy amplio establece sólo el área de interés; por ejemplo, A: "Mejorar el bienestar de los residentes de la ciudad de Mérida". Pero esta finalidad tan amplia no ayuda a generar soluciones alternativas específicas. De una manera más operacional este objetivo podría desglosarse en dos objetivos más detallados, un *objetivo de menor nivel* que el anterior; por ejemplo,  $A_1$ : "Reducir las emisiones de contaminantes dentro de la ciudad"; y  $A_2$ : "Crear una mejor actitud hacia la calidad del aire". El objetivo  $A_1$  puede a su vez subdividirse en otros tres objetivos de menor nivel, a saber,  $A_{11}$ : "Reducir las emisiones de dióxido de sulfuro",  $A_{12}$ : "Reducir las emisiones de óxido de nitrógeno" y  $A_{13}$ : "Reducir la emisión de partículas". Esta jerarquía de objetivos puede expresarse por una estructura gráfica de árbol, como sigue:

Objetivo A — mejorar el bienestar de los residentes de la ciudad de Mérida.



A cada uno de los objetivos de menor nivel, es decir de  $A_2$ ,  $A_{11}$ ,  $A_{12}$  y  $A_{13}$ , se puede asociar un *atributo* que indicará el grado en el cual cada alternativa contribuirá al logro de cada objetivo  $A_2$ ,  $A_{11}$ ,  $A_{12}$  y  $A_{13}$ .

La totalidad de los atributos asociados a los objetivos  $A_{11}$ ,  $A_{12}$  y  $A_{13}$ , definen el grado en que el objetivo  $A_1$  es alcanzado; el cual junto con la contribución del atributo asociado al objetivo  $A_2$  indicará el grado, en que cada alternativa contribuye al objetivo final  $A$ . En este caso se expresará por un vector de 4-upla. Cuando los objetivos de menor nivel que el objetivo  $A$  son objeto de una planificación, es decir, de un conjunto de acciones para alcanzar determinados niveles de estos objetivos en plazos de tiempo definidos, entonces se denomina usualmente a estos objetivos como *metas*. En consecuencia, una meta es diferente a un objetivo en que la meta puede o no puede ser alcanzada. Las metas son útiles para identificar claramente un nivel de mejoramiento hacia el cual se tiende. Por ejemplo, dado un objetivo amplio  $B$ : "Mejorar la eficiencia de la educación en la Universidad de Los Andes", una meta podría ser  $b$ : "Graduar al 80% de los que ingresan, en el tiempo establecido para cada carrera".

Sin embargo, en problemas de decisiones estratégicas, los objetivos son más relevantes que las metas para evaluar las alternativas. Para elegir entre alternativas se necesita un *criterio* o *regla de decisión*. Esta guía al que toma decisiones para elegir entre los cursos de acción que llevan a los objetivos deseados. El criterio que prevalece en teoría de decisión es maximización de la utilidad esperada; esto se detalla en el Capítulo 4.

### 2. Generación de Objetivos y Atributos

Para intentar cualquier análisis formal de un complejo problema de decisión se requiere una articulación o estructuración de los objetivos del que toma decisiones, y una identificación de atributos que sirvan para indicar la extensión en que se alcanzan estos objetivos. Las decisiones pueden ser hechas por un individuo o un grupo. En cualquier caso, no es posible establecer un procedimiento paso a paso, que conduzca a un significativo conjunto de objetivos y atributos. El proceso de estructuración interconectada de objetivos y atributos es básicamente un proceso de naturaleza creativa. No obstante, se pueden es

2/20

tablecer pautas útiles para llevar a cabo este proceso de conocimiento. Mac Crimmon (1969) sugiere los siguientes enfoques para generar objetivos: (1) examinar la literatura relevante, lo que significa examinar si otras personas o grupos, que han enfrentado problemas similares, han documentado objetivos que parecen relevantes al problema que se trata de resolver; (2) un estudio analítico, lo que significa construir un modelo del problema ya identificado, donde se especifican las variables de entrada y de salida consideradas más importantes. De esta manera surgen los objetivos más adecuados; (3) empirismo casual, lo que significa interrogar a otras personas o grupos respecto a cómo ellos establecen los objetivos y atributos para un problema dado. Cuando la generación de objetivos y atributos se realiza por un grupo de personas se puede usar el método Delphi para generarlos bajo consenso.

El método Delphi es un procedimiento dinámico para formar consenso a través del uso de cuestionarios o con consolas computacionales en línea. De esta manera se establece una discusión en la que los participantes no están presentes y no necesitan identificarse. En consecuencia, el método Delphi establece un foro para la comunicación en el grupo. Este método es particularmente útil cuando el grupo es demasiado grande para una productiva interacción personal. Pero lo más importante en este método es que el grupo, partiendo de puntos de vista personales muy diferentes, puede centralizarse en áreas de acuerdo. Este es su rasgo esencial, por lo que ha sido usado con éxito en el proceso de modelaje en diferentes áreas.

La búsqueda del consenso no se limita sólo a los valores, sino que también puede ser usado en las cinco etapas en que se ha resumido el proceso de resolución de problemas, mencionado en el primer capítulo. Como se ha indicado allí, estas etapas están influenciadas por el sistema de valores, pero el marco de comunicación provisto por el método Delphi puede servir como una experiencia de aprendizaje, en el cual se gana profundidad con respecto a los temas tratados. Luego los valores se van identificando en este proceso y "lo que es deseable" es considerado a la luz de "lo que es posible".

Un ejemplo ilustrativo de generación de objetivos, identificado como problema en el capítulo anterior, es la selección de un sistema de transportación urbana. El objetivo de jerarquía mayor puede ser A: "Mejorar la calidad de vida". Este objetivo principal o fin puede ser dividido en cuatro objetivos de menor jerarquía, A<sub>1</sub>: "Proveer máxima conveniencia", A<sub>2</sub>: "Proveer máxima seguridad", A<sub>3</sub>: "Proveer un sistema de máximo confort", A<sub>4</sub>: "Minimizar los costos del sistema y promover un desarrollo económico regional". Cada uno de estos objetivos a su vez pueden dividirse en otros de menor jerarquía. El objetivo A<sub>1</sub> se puede dividir en tres como son, A<sub>11</sub>: "Minimizar el tiempo de viaje", A<sub>12</sub>: "Minimizar los retrasos en las partidas", A<sub>13</sub>: "Minimizar los retrasos en la llegada". El objetivo A<sub>2</sub> puede ser dividido también en otros objetivos de menor nivel como, A<sub>21</sub>: "Decrecer los daños a la propiedad", A<sub>22</sub>: "Decrecer la fatalidad", A<sub>23</sub>: "Decrecer el deterioro". El objetivo A<sub>3</sub> podría ser subdividido en cuatro objetivos de menor nivel tales como, A<sub>31</sub>: "Minimizar los efectos deprimentes de la psicología humana", A<sub>32</sub>: "Proveer una visión estética agradable", A<sub>33</sub>: "Proveer fácil acceso al sistema", A<sub>34</sub>: "Minimizar las perturbaciones a los ecosistemas naturales". El objetivo A<sub>4</sub> podría ser subdividido en tres objetivos de menor jerarquía, A<sub>41</sub>: "Costos accesibles para implementar el sistema", A<sub>42</sub>: "Minimizar los costos de pasaje", A<sub>43</sub>: "Minimizar la utilización de energía".

Lo anterior podría representarse esquemáticamente en la Fig.2. Estos objetivos expresan el interés de todos los grupos implicados, a saber: (a) los usuarios, (b) los operadores del sistema, (c) otros grupos de la sociedad, (d) las instituciones que tengan que ver con el transporte como el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. De acuerdo a la definición de atributo se ha realizado una selección de atributos que miden el grado en que son alcanzados los objetivos. Estos atributos se muestran en la Tabla 1.-

Es una tarea compleja determinar el número y tipo de atributos, que midan cuánto cada alternativa aporta al logro de los objetivos señalados. Cuanto más complejo es un problema, más objetivos son necesarios

Figura 2

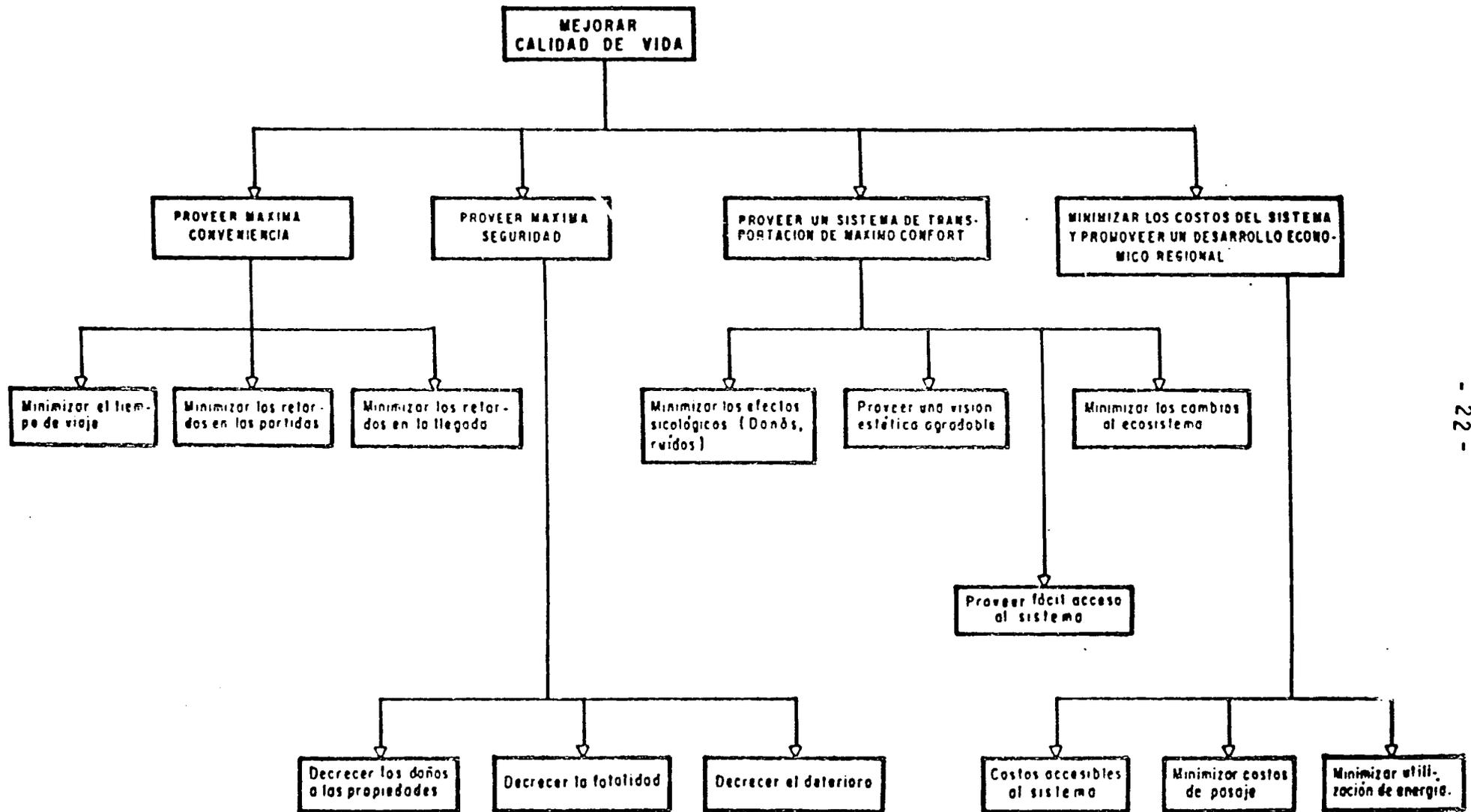


Tabla 1

ATRIBUTOS	DIMENSION	TIPO DE ATRIBUTO
$A_{11}$ : Minimizar el tiempo de viaje	Tiempo: en minutos	Cardinal
$A_{12}$ : Minimizar los retrasos en la partida	Tiempo: en minutos	Cardinal
$A_{13}$ : Minimizar los retrasos en la llegada	Tiempo: en minutos	Cardinal
$A_{21}$ : Decrecer los daños a las propiedades	Bolívares/año	Cardinal
$A_{22}$ : Decrecer la fatalidad	Muertes/año	Cardinal
$A_{23}$ : Decrecer el deterioro	Bolívares/año	Cardinal
$A_{31}$ : Minimizar los efectos psicológicos (injurias, ruidos)	Subjetivo 0 - 100	Ordinal
$A_{32}$ : Proveer una visión estética agradable	Subjetivo 0 - 100	Ordinal
$A_{33}$ : Proveer fácil acceso al sistema	Número de paradas en recorrido	Cardinal
$A_{34}$ : Minimizar las perturbaciones a los ecosistemas naturales	Subjetivo 0 - 100	Ordinal
$A_{41}$ : Costos accesibles para implementar el sistema	Bolívares	Cardinal
$A_{42}$ : Minimizar los costos de pasajes	Bolívares	Cardinal
$A_{43}$ : Minimizar la utilización de energía	Bolívares	Cardinal

para especificar sus posibles soluciones y, por ende, se necesitarán más atributos. Se debe entonces decidir sobre la manera apropiada de medir los valores de los atributos identificados; se puede elegir entre usar las mediciones estándar o se pueden construir escalas especiales. La

escala cardinal, que indica magnitud y dirección, es la más completa; la escala ordinal indica dirección pero no indica la magnitud del cambio; y la escala nominal indica cambio pero ninguna relación de orden. Cuando un atributo es medido en una escala cardinal y otro atributo es medido en una escala nominal, el intercambio es asimétrico (Mac Crimmon & Wehring, 1977). En el ejemplo precedentemente citado, los atributos son cardinales y ordinales.

### 3 Propiedades de los Objetivos y Atributos

Una propiedad de los objetivos es que, para un problema particular, la jerarquía de objetivos no es única. La jerarquía puede ser variada simplemente cambiando el grado en el cual ésta se formaliza. En un complejo problema de toma de decisiones se requiere de muchísimo tiempo para describir completamente las consecuencias de cualquiera de los posibles cursos de acción. Por lo tanto, para que sea de utilidad a la toma de decisiones, un atributo debe ser comprensivo y medible. Un atributo es *comprensible* si, conociendo el nivel de un atributo en una situación particular, el que toma decisiones tiene una clara comprensión de en qué extensión es alcanzado el objetivo asociado. Un atributo es *medible* si es razonablemente bueno para (1) obtener una distribución de probabilidad, para cada alternativa, sobre los posibles niveles del atributo; y en casos extremos poder asignar valores discretos; y (2) evaluar las preferencias del que toma decisiones para diferentes niveles posibles del atributo.

Entonces es posible ahora plantearse la cuestión de las propiedades de una manera más amplia ¿Es el conjunto de objetivos y sus atributos asociados apropiado para el problema? Siguiendo a Keenny & Raiffa (1976) se definen cinco propiedades que son deseables para seleccionar un conjunto de atributos. (1) Que sea *completo*, de manera que cubra todos los aspectos importantes del problema; (2) que sea *operacional*, de manera que pueda ser usado significativamente en el análisis; (3) que sea *descomponible*, de manera que todos los aspectos del proceso de evaluación puedan ser simplificados separándolos en partes; (4) que sea

redundante, de manera que se pueda evitar un conteo doble de algunas consecuencias; y (5) que sea *mínimo* de manera que la dimensión del problema se mantenga tan pequeña como sea posible.

Especificando estas propiedades se puede decir que un conjunto de objetivos es: (1) *completo* si éste es adecuado para indicar el grado en el cual se cumplen los objetivos generales. Esta condición es satisfecha cuando: (a) los objetivos de menor nivel en una jerarquía incluyen todas las áreas que tienen que ver con el problema considerado y (b) los atributos individuales asociados con cada uno de los objetivos de menor nivel en una jerarquía satisfacen el criterio de comprensibilidad, anteriormente señalado. En general, se puede decir que un conjunto de  $n$  atributos es *completo* si, conociendo el valor del atributo vectorial  $n$ -dimensional asociado con el objetivo general, el que toma decisiones tiene un cuadro claro acerca de la extensión en que éste se cumple. (2) Un conjunto de atributos debe ser *operacional*, puesto que el modelaje para la toma de decisiones es ayudar al que toma decisiones a elegir un mejor curso de acción, los atributos deben ser útiles para este propósito. Los atributos deben ser significativos para el que toma decisiones de manera que comprenda las implicaciones de cada alternativa. Deben también facilitar la explicación a otras personas y deben servir para construir y sostener una posición particular. (3) Para un análisis formal de una decisión se requiere que se cuantifiquen las preferencias del que toma decisiones con respecto a las consecuencias y sus juicios acerca de los eventos inciertos. Para un problema con  $n$  atributos esto significa evaluar una función de utilidad de  $n$ -atributos junto a la distribución de probabilidad para las relevantes incertidumbres. Debido a su implícita complejidad estas tareas son extremadamente difíciles, y aún imposible en problemas de decisión en los cuales la dimensionalidad  $n$  es modestamente alta, a menos que el conjunto de atributos sea *descomponible*. Lo que significa que las tareas mencionadas pueden ser divididas en partes de menor dimensionalidad. La independencia de preferencia y la independencia de utilidad, mencionadas en el parágrafo 5.3. dedicado al Análisis de Decisiones, son una condición para la descomposición del conjunto de atributos: (4) Si no se desean redundancias

206

en el conjunto final de atributos, éstos deben ser definidos evitando un conteo doble de las consecuencias. Este problema surge cuando las relaciones entre los fines y los medios de los objetivos no están claramente indicados, incluyéndose atributos que están asociados tanto con los medios como con los fines. Otra manera de introducir redundancia en un conjunto de atributos es cuando algunos atributos representan variables de entrada y otros representan variables de salida, del sistema bajo consideración. (5) Cuando un conjunto de atributos está sujeto a estos cuatro criterios discutidos, es deseable mantener este conjunto tan pequeño como sea posible. Cada vez que se subdivide un objetivo existe la posibilidad de excluir aspectos importantes. Además, a medida que se incrementa el número de atributos, se incrementan más las dificultades para cuantificar las preferencias de los multiatributos junto con las distribuciones de probabilidad. En algunos problemas se puede reducir la dimensionalidad combinando atributos. Puesto que en la mayoría de los problemas reales se desea completar objetivos conflictivos y, puesto que este ideal no puede ser alcanzado, hay un compromiso en la discusión de los intercambios.

No existe un único conjunto de atributos para un problema dado y éste tampoco tiene una única jerarquía de objetivos específicos. La elección del mejor conjunto de atributos a ser utilizado depende del uso del análisis y en particular de la asignación de probabilidades y utilidades. Los atributos permiten no sólo medir en los objetivos las consecuencias de cada estrategia, sino también una vez seleccionada una alternativa, permiten el seguimiento de la estrategia adoptada.

#### Atributos Indirectos

En muchos problemas es posible especificar un adecuado esquema de niveles jerárquicos de objetivos. No obstante, es a veces imposible asociar un atributo con los objetivos de más bajo nivel. Se debería entonces hacer otra subdivisión de objetivos o plantear los mismos en un esquema diferente; pero con ello se podría estar eliminando gran parte del análisis. Surge así la pregunta ¿Es posible tomar una decisión cuan

do no existen atributos asociados a los objetivos de más bajo nivel? La respuesta es afirmativa. En estos casos se puede utilizar lo que se conoce como atributos indirectos y una medida de preferencia directa. Estos dos conceptos ayudan a vencer estas dificultades.

Un atributo indirecto refleja el grado en el cual el objetivo asociado es alcanzado; pero no lo mide directamente. Esto implica que un tal atributo mide indirectamente el grado en que se alcanza un objetivo. En muchas ocasiones a los atributos indirectos no se los puede dimensionar directamente, ya que representan cosas intangibles; en esos casos se utiliza el concepto de medida de preferencia directa, el cual es un índice subjetivo. Con cada atributo indirecto y una medida de preferencia sobre cada uno se obtiene una distribución de probabilidad de cada atributo y se determina luego la función utilidad sobre esa distribución. Se calcula entonces la utilidad esperada del atributo, para cada curso de acción.

Como ejemplo final, admítase que se tiene un esquema de objetivos en niveles jerárquicos, en el que los objetivos de menor nivel son medidos por los atributos  $x_1, \dots, x_j, \dots, x_n$ . Se puede asumir que es relativamente fácil para el que toma decisiones, establecer sus preferencias evaluando los atributos en la forma  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_n)$ . Pero supóngase que esto es imposible, debido a que no se puede medir razonablemente ese conjunto de atributos  $X$ . Tómese como ejemplo una decisión que tiene que ver con estándares ambientales. Esta decisión está relacionada con un conjunto de atributos  $X$  de salud, asociados con diferentes niveles de contaminación. Aún no conociendo la relación entre los niveles de contaminación,  $\vec{y} = (y_1, \dots, y_j, \dots, y_n)$  (donde  $y_j$  puede ser "toneladas anuales de partículas que se descargan sobre el aire de la ciudad") y los niveles de salud  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_n)$ , se puede asignar para cada  $\vec{y}$  una distribución de probabilidad del vector  $\vec{x}$  asociado con cada  $\vec{y}$ . Si  $u_x(\vec{x})$  designa la utilidad para los niveles compuestos de salud, se puede calcular una función inducida de utilidad  $u_y$  sobre los  $\vec{y}$  niveles tomando:

$$u_Y(\vec{y}) = EX/\vec{y} \cdot u_X(\vec{x})$$

donde el operador  $EX/\vec{y}$  calcula el valor esperado de  $X$  dado  $\vec{y}$ ; esto se ilustra en forma esquemática en la Figura 3.

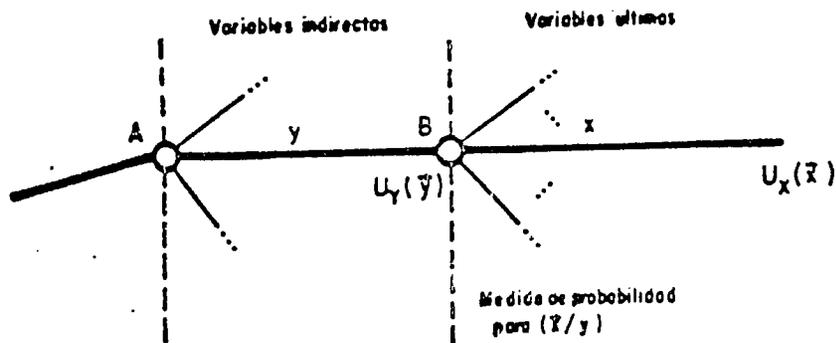


Fig. 3. Una función de utilidad inducida  $U_Y$

La rama  $\vec{y}$  conduce a un nodo de  $\vec{x}$  posibilidades, que es realmente un continuo de posibilidades de  $\vec{x}$  en un espacio n-dimensional. Luego se asigna un valor de utilidad  $u_X(\vec{x})$  para cada posición final y se promedian estas utilidades sobre un abanico de cada posible resultado de  $\vec{x}$ , usando la distribución de probabilidad condicional para  $\vec{x}$  dado  $\vec{y}$ . En la posición B en la Figura 3 se obtiene luego el valor inducido de utilidad  $u_Y(\vec{y})$ ; esto se repite para cada  $\vec{y}$ . Luego, por el procedimiento recursivo usual, se trabaja hacia atrás estableciendo una distribución de probabilidad sobre  $\vec{y}$  y promediando hacia atrás a la posición A, y así seguido.

Una situación en la cual este procedimiento es particularmente deseable es cuando se deben tomar decisiones para "mejorar la vida" en términos de los atributos  $X$  pero donde el impacto total de la decisión puede ser especificado por sus impactos sobre los atributos  $Y$ . Luego, el uso de la función inducida de utilidad  $u_Y$  reduce grandemente el esfuerzo implicado, puesto que una gran parte del modelo puede no ser considerado excepto en prudentes versiones periódicas. Cuando  $X$  representa varios a-

atributos e Y representa un sólo atributo se está evaluando un problema de multiatributos con un sólo atributo.

Cuando no es posible asignar una distribución al nodo B de posibilidades, se pueden evaluar subjetivamente las preferencias o utilidades para el espectro de las  $\vec{y}$  de manera directa. En consecuencia, al usar las variables indirectas  $\vec{y}$  en cambio de las variables "últimas"  $\vec{x}$  se suprime el nodo B de posibilidades y se usa la mente como un sintetizador informal al evaluar directamente la función  $u_Y(\cdot)$ . Diferentes personas que toman decisiones y que usen los mismos atributos indirectos  $\vec{y}$  pueden diferir en: (a) la asignación de  $u_X$ , (b) la distribución de probabilidades de  $(\vec{x}/\vec{y})$  y, (c) las discrepancias que surgen de la síntesis informal de las probabilidades y de las utilidades.

Recientemente se ha firmado un convenio entre el MAC y el CIDIAT para la elaboración de un Plan Nacional de Desarrollo de Recursos Hidráulicos con fines de riego. A fin de establecer una secuencia regional en la elaboración e implementación de los proyectos se ha planteado estudiar la posibilidad de jerarquizar dichas regiones. Los objetivos que se persiguen con esta planificación son los siguientes:

A Mejorar la calidad de vida.

A<sub>1</sub> Aumentar la producción agrícola, mediante el desarrollo de la agricultura.

A<sub>2</sub> Aumentar equitativamente los ingresos de la población.

A<sub>3</sub> Minimizar los impactos en el ambiente natural y social de manera que:

A<sub>31</sub> Se mantenga la renovabilidad natural de aguas y tierras.

A<sub>32</sub> Se mantenga la diversidad ecológica de la región.

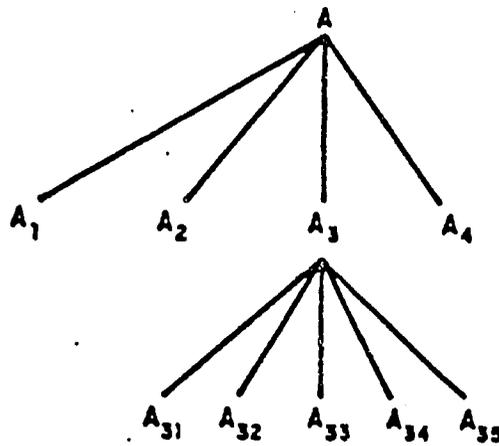
A<sub>33</sub> Se reduzca al mínimo el flujo migratorio campo-ciudad.

A<sub>34</sub> Se incrementen los valores tradicionales de la población.

A<sub>35</sub> Se aumente la cohesión familiar.

A<sub>4</sub> Promocionar una infraestructura para la salud y la educación.

Esta jerarquía se esquematiza en una estructura de árbol, como se muestra en la Figura 4.



En este caso habría que asociar un atributo a cada uno de los objetivos de menor nivel  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_{31}$ ,  $A_{32}$ ,  $A_{33}$ ,  $A_{34}$ ,  $A_{35}$  y  $A_4$ .

A algunos de estos objetivos es posible asociarle directamente un atributo y a otros no. El problema es medir en qué grado existen estos objetivos en las diferentes regiones, lo que implica que habrá regiones en que estos objetivos estén más logrados que en otras. Por lo tanto se asocian atributos indirectos a estos objetivos, de manera que al evaluar una región pueda determinarse por cuál de ellas comenzar. Los atributos escogidos se han mantenido a un mínimo y reflejan los factores naturales, sociales y económicos, implícitos en los objetivos de la planificación: éstos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Atributos	Dimensión	Tipo de Atributo
$x_1$ - Has. aptas para el riego $\sum w_i a_i^*$	Has.	Cardinal
$x_2$ - Precipitación anual	mm	Cardinal
$x_3$ - Disponibilidad potencial de agua superficial y subterránea, en m <sup>3</sup> anuales por Ha.	m <sup>3</sup> por año por Ha.	Cardinal
$x_4$ - Relación entre: N° de habitantes rurales/N° de habitantes de la región  Nota: habitantes rurales = $\frac{\text{habitantes de la región} - \text{habitantes de las ciudades}}{\text{habitantes de la región}}$	N° sin dimensión	Cardinal
$x_5$ - Población rural desempleada	%	Cardinal
$x_6$ - Capacidad agrícola: producción agrícola en la región por persona empleada/producción agrícola en Bs. en Distrito de Riego por persona empleada	N° sin dimensión	Cardinal
$x_7$ - Incremento marginal: incremento (en %) en la producción/incremento (en %) en las inversiones	N° sin dimensión	Cardinal
$x_8$ - Relación entre: ingreso per cápita de la población rural empleada/ingreso per cápita de la población urbana empleada	N° sin dimensión	Cardinal

\*  $a_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , clases de suelo con fines de riego.

$w_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , factor de equivalencia entre clases.

ANEXO III.20.1.- EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #20

## ANEXO III.20.1.- EJERCICIO TAREA DE LA UNIDAD #20

### REVISION DE LA TEORIA DE PROBABILIDAD

#### Problema Ilustrativo Sobre Análisis de Frecuencia en Hidrología

En la Tabla 1 se presenta la serie de valores extremos anuales para el río "Paguey" en el Paguey.

- 1.- Desarrollar la distribución probabilística empírica de la serie.
- 2.- Ajustar a la distribución empírica una distribución extrema Tipo I mediante:
  - a. el método gráfico utilizando el papel de probabilidad
  - b. el método del factor de frecuencia
  - c. el método analítico
- 3.- Determinar la avenida centenaria y milenaria correspondiente a cada uno de los tres ajustes.

TABLA 1

Serie de Valores Extremos Anuales

Para el Río "PAGUEY" en el Paso

Hoya = 810 Km<sup>2</sup>

Año Hidrológico	Creciente Máxima m <sup>3</sup> /s
1950-1951	975.5
1951-1952	640.0
1952-1953	860.0
1953-1954	800.0
1954-1955	583.0
1955-1956	1190.0
1956-1957	1030.0
1957-1958	1450.0
1958-1959	940.0
1959-1960	1330.0
1960-1961	1534.0
1961-1962	1856.0
1962-1963	1882.0
1963-1964	1460.0
1964-1965	950.0
1965-1966	1136.0
1966-1967	644.0
1967-1968	995.0
1968-1969	658.0
1969-1970	1870.0

SOLUCION

1. La distribución probabilística empírica de la serie de caudales instantáneos máximos anuales (serie de valores extremos anuales) para el río "Paguey" en El Paso, se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2. Distribución Empírica de la serie de valores extremos anuales de la escorrentía del río "Paguey" en el Paso

Orden m (1)	Caudal Máxi. Mo en m <sup>3</sup> /s Q <sub>m</sub> (2)	Probabilidad "Mayor que" (%) $P(Q > Q_m) = \frac{m}{n+1}$ (3)	Período de retor- no de Q <sub>m</sub> (años) $T_r = \frac{n+1}{m}$ (4)
1	1882.0	4.76	21.00
2	1870.0	9.52	10.50
3	1856.0	14.29	7.00
4	1534.0	19.05	5.25
5	1460.0	23.81	4.20
6	1450.0	28.57	3.50
7	1330.0	33.33	3.00
8	1190.0	38.10	2.63
9	1136.0	42.86	2.33
10	1030.0	47.62	2.10
11	995.0	52.38	1.91
12	975.5	57.14	1.75
13	959.0	61.90	1.62
14	940.0	66.67	1.50
15	860.0	71.43	1.40
16	800.0	76.19	1.31
17	658.0	80.95	1.24
18	644.0	85.71	1.17
19	640.0	90.48	1.11
20	583.0	95.24	1.05

$$\sum_{m=1}^n Q_m = 22792.00$$

$$\bar{Q} = 1139.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\sum_{m=1}^n Q_m^2 = 293279.32$$

$$s_Q = 420.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

217

2. Ajustes

a. Método Gráfico

En la figura 1, se presenta el ajuste gráfico en el que la media es igual a 1180 m<sup>3</sup>/s y la moda a 940 m<sup>3</sup>/s.

b. Método del factor de frecuencia

1) En la Tabla 3 se presenta el ajuste mediante el método del factor de frecuencia. a) El factor de frecuencia K de la columna (2) se calculó mediante la fórmula (3) - en la forma:

$$K = \frac{Q_m - \bar{Q}}{s_Q}$$

1.1) En la tabla 8.I.7 se entra con K y se obtiene el valor de T listado en la columna 3. Alternativamente se puede calcular los valores de T que figuran en la columna 3 mediante la ecuación:

$$T = \frac{-\exp\left\{\exp\left[-\left(\frac{T}{76}\right)K + 0.57721\right]\right\}}{1 - \exp\left\{\exp\left[-\left(\frac{T}{76}\right)K + 0.57721\right]\right\}}$$

1.1.1) la columna (4) de la tabla (3) se calculó mediante la relación:

$$P(Q \geq Q_m) = \frac{1}{T}$$

c. Método Analítico

La estimación de los parámetros de  $\alpha$  y  $\beta$  de la ecuación dando la probabilidad acumulada "menor que" o función de distribución:

TABLA 3. Distribuciones extrema tipo I mediante el factor de frecuencia serie de valores extremos del Río Paquey en El Paso

Caudal Máximo en m <sup>3</sup> /s	Factor de Frecuencia K	Período de Retorno en años T <sub>r</sub>	Probabilidad "Mayor que" en Q <sub>m</sub> P(Q > Q <sub>m</sub> )	Prob. Empírica "Mayor que" en Q <sub>m</sub> P <sub>E</sub> (Q > Q <sub>m</sub> )	Desviaciones [col(4)-col(5)] Δ = P - P <sub>E</sub>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1882.0	1.77	17.74	5.64	4.76	0.88
1870.0	1.74	17.10	5.85	9.52	3.67
1856.0	1.71	16.47	6.07	14.29	8.22
1534.0	0.94	6.46	15.48	19.05	3.57
1460.0	0.76	5.24	19.08	23.81	4.73
1450.0	0.74	5.12	19.53	28.57	9.04
1330.0	0.45	3.70	27.03	33.33	6.30
1190.0	0.12	2.62	38.17	38.10	0.07
1136.0	0.01	2.31	43.29	42.85	0.43
1030.0	0.26	1.84	54.35	47.62	6.73
995.0	0.34	1.72	58.14	52.38	5.76
975.5	0.39	1.66	60.24	57.14	3.10
959.0	0.43	1.61	62.11	61.90	0.21
940.0	0.48	1.55	64.52	66.67	2.15
860.0	0.67	1.36	73.53	71.43	2.10
800.0	0.81	1.26	79.37	76.19	3.18
658.0	1.15	1.09	91.74	80.95	10.79
644.0	1.18	1.084	92.25	85.71	6.54
640.0	1.19	1.081	92.51	90.48	2.03
583.0	1.32	1.05	95.24	95.24	0.00

TABLA 4. Ajuste de la Distribución Extremal Tipo I mediante el Método Analítico utilizando Parámetros estimados por el Método de los Momentos

Caudal Máximo en m <sup>3</sup> /s $Q_m$ (1)	Probabilidad Mayor que en % $P(Q > Q_m)$ (2)	Período de Retorno en años $T_r$ (3)	Dist. Empírica Prob. "Mayor que" en % $P_E(Q > Q_m)$ (4)	Desviación [col (2)-col(4)] $\Delta = [P - P_E]$ en % (5)
1882.0	5.68	17.62	4.76	0.92
1870.0	5.88	17.00	9.52	3.64
1856.0	6.13	16.32	14.29	8.16
1534.0	15.53	6.44	19.05	3.52
1460.0	19.07	5.24	23.81	4.74
1450.0	19.59	5.10	28.57	8.98
1330.0	26.98	3.71	33.33	6.35
1190.0	38.74	2.62	38.10	0.14
1136.0	43.34	2.31	42.86	0.48
1030.0	54.38	1.84	47.62	6.76
995.0	58.24	1.72	52.38	5.86
975.5	60.47	1.65	57.14	3.33
959.0	62.26	1.61	61.90	0.36
940.0	64.39	1.55	66.67	2.28
860.0	73.23	1.37	71.43	1.80
800.0	79.45	1.25	76.19	3.26
658.0	91.28	1.10	80.95	10.33
644.0	92.16	1.09	85.71	6.45
640.0	92.40	1.08	90.48	1.92
583.0	95.35	1.05	95.24	0.11

-7-

-6-

$$F(Q \leq Q_m) = e^{-\alpha(Q_m - \beta)}$$

La estimación de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  por el método de los momentos se obtiene como (ver Yeujevich):

$$\beta = \bar{Q} - 0.45 s_Q$$

$$\alpha = \frac{1.281}{s_Q}$$

Reemplazando  $\bar{Q}$  y  $s_Q$  por sus valores:  
 $\beta = 1139.60 - 0.45 (420.16)$   
 $\beta = 950.528$   
 $\alpha = \frac{1.281}{420.16} = 0.00304884$

Entonces

$$F(Q \geq Q_m) = 1 - e^{-0.003049(Q_m - 950.528)}$$

En la tabla 4 se presentan los valores  $Q_m$  con sus respectivas probabilidades calculadas mediante función de distribución (columna 2).

Se calculó el período de retorno que figura en la columna 3 como:

$$T_r = \frac{1}{F(Q \geq Q_m)}$$

511

### 3. DETERMINACION DE LA AVENIDA CENTENARIA Y MILENARIA

#### a. Por el Método Gráfico:

De la figura 1, se obtiene  $Q_{100} = 2850 \text{ m}^3/\text{s}$  avenida cente  
naria

(por el método gráfico)  $Q_{1000} = 3840 \text{ m}^3/\text{s}$  avenida mile-  
naria

#### b. Por el Método del factor de frecuencia:

1) Primero determinaremos  $K_{100}$  Y  $K_{1000}$  utilizando la fórmu-  
la siguiente:

$$K = - \frac{\sqrt{6}}{T} \left[ 0.577215 + \ln \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

Para  $T = 100$  años ;  $K_{100} = + 3.14$

$T = 1000$  años ;  $K_{1000} = + 4.94$

1.1) Para hallar a  $Q_{100}$  Y  $Q_{1000}$  utilizaremos la fórmula:

$$Q_T = \bar{Q} + \sigma_Q K_T$$

Para  $T = 100$  años :  $Q_{100} = 1139.6 + 420.16 (3.14)$   
 $= 2457.50 \text{ m}^3/\text{s}$

Para  $T = 1000$  años:  $Q_{1000} = 1139.6 + 420.16 (4.94)$   
 $3215.19 \text{ m}^3/\text{s}$

#### c) Por el Método Analítico

Utilizaremos la fórmula o función de distribución extre-  
mal Tipo I

$$- 0.03049(Q_{Tr} - 950.528)$$

$$\frac{1}{Tr} = F(Q > Q_{Tr}) = 1 - e^{-e}$$

6

$$- 0.03049(Q_{Tr} - 950.528)$$

$$= 1 - \frac{1}{Tr}$$

Tomando el logaritmo neperiano 1 vez

$$- 0.003049 (Q_{Tr} - 950.528)$$

$$= \ln \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right)$$

Tomando de nuevo el logaritmo y reconociendo que el  
lado derecho también es negativo, se obtiene:

$$- 0.003049 (Q_{Tr} - 950.528) = \ln \left[ - \ln \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$$

$$Q_{Tr} = 950.528 - 327.99 \ln \left[ - \ln \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]$$

Para  $T_r = 100$ ,  $Q_{100} = 2459.33 \text{ m}^3/\text{s}$

Para  $T_r = 1000$ ,  $Q_{1000} = 3216.04 \text{ m}^3/\text{s}$

### 4. Pruebas de Ajuste

#### a. Prueba de Sirmov-Kolmogorov

1) Prueba Smirnov-Kolmogorov. Para Ajuste Gráfico

En la Fig. 1, medimos en % la desviación horizontal entre  
los puntos y la línea ajustada. Escogimos la desviación  
máxima  $\Delta_{max}$ . que en este caso es:

$$\Delta_{max.} = 0.05$$

Del apéndice I obtenemos el valor crítico  $\Delta_0$  de la esta-  
dística de Smirnov-Kolmogorov para  $n = 20$  y un nivel  
confidencial  $\alpha = 5\%$   $\Delta_0 = 0.29$

Como  $\Delta_{max.} = 0.05 < \Delta_0 = 0.29$  aceptamos el ajuste gráfic  
representado por la línea recta de la figura 1 en base  
la prueba de Smirnov-Kolmogorov al nivel del 5%.

Prueba Smirnov-Kolmogov.

1) Para el ajuste mediante el factor de frecuencia.

En la Tabla 3 del Ajuste, llevamos en la columna (5) los datos de la columna (3) de la Tabla 2, representando la distribución empírica. Calculamos las desviaciones Δ entre las columnas (4) y (5) de la Tabla 3. o sea

$$\Delta = [P(Q \geq Q_m) - P_E(Q \geq Q_m)]$$

Identificamos la desviación máxima como:

$$\Delta_{max.} = 0.1079$$

Como  $\Delta_{max.} = 0.1079 < \Delta_0 = 0.29$

aceptamos el ajuste por factor de frecuencia en base a la prueba Smirnov-Kolmogorov al nivel del 5%.

1) Prueba Smirnov-Kolmogov para el Ajuste Analítico.

De la columna 5 de la Tabla 4 obtenemos  $\Delta_{max.} = 0.1033$ . Siendo  $\Delta_{max.} = 0.1033 < \Delta_0 = 0.29$  aceptamos el ajuste analítico por el método de los momentos en base a la prueba Smirnov-Kolmogorov al nivel del 5%.

b. PRUEBA  $\chi^2$

Requiere hacer con los 20 valores una distribución de datos agrupados. Escogemos los intervalos de clase de modo que cada clase tenga por lo menos 5 elementos. Con un tamaño de clase igual a  $470 \text{ m}^3/\text{s}$  obtenemos

1) Prueba  $\chi^2$  para Ajuste Gráfico

Intervalo de Clase $\text{m}^3/\text{s}$		Frecuencia $n_i$	Ajuste Gráfico $e_i = n(P_I - P_E)$	$(n_i - e_i)$	$\frac{(n_i - e_i)^2}{e_i}$
I	S				
1890 -	1420	6	3.4	2.6	1.99
1420	950	7	7.0	0	0
950	480	7	6.6	0.4	0.02

$$\chi^2 = 2.01$$

Para un nivel de probabilidad del 5% y correspondiendo a  $v = 3 - 1 = 2$  grados de libertad, obtenemos

$\chi^2 = 5.99 > \chi^2 = 2.01$  del apéndice II. Se acepta el

ajuste gráfico representada por la línea recta de la figura 1 en base a la prueba  $\chi^2$  al nivel del 5%

1.1) Prueba  $\chi^2$  para ajuste mediante Factor de Frecuencia.

En este método se estimó la mediana y desviación típica de la población por  $\bar{Q}$  y  $s_Q$  cuando se utilizó la fórmula:

$$Q = \bar{Q} + K s_Q$$

De modo que  $n = 2$  y el número de grados de libertad es:

$$v = K - 3$$

Por consiguiente se debe tener  $K \geq 4$  para que  $v > 0$ .

Tomaremos  $K = 4$ .

Intervalo de clase	Frecuencia observada $o_i$	Frecuencia esperada $e_i = n [P_{i+1} - P_i]$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
1882 - 1460	5	2.69	1.98
1460 - 1030	5	7.05	0.60
1030 - 860	5	3.84	0.35
860 - 583	5	4.34	0.31

$\chi^2 = 3.24$

$v = k - 1 - m = 4 - 3 = 1$

Como  $\chi^2 = 3.24 < \chi^2_{v=1, \alpha=5\%} = 3.84$  se acepta el ajuste por factor de frecuencia en base a la prueba  $\chi^2$  al nivel del 5%.

1.1.1) Prueba  $\chi^2$  para ajuste analítico por el método de los momentos. En este método se tiene que estimar  $\bar{Q}$  y  $s_Q$  de modo que  $m = 2$

Intervalo de Clase	Frecuencia observada $o_i$	Frecuencia esperada $e_i = n [F_i - P_{i+1}]$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
1882 - 1460	5	2.68	2.00
1460 - 1030	5	7.06	0.60
1030 - 860	5	3.77	0.61
860 - 583	5	4.24	0.14

$\chi^2 = 3.35$

$v = k - 1 - m = 1$

Siendo  $\chi^2 = 3.35 < \chi^2_{v=1, \alpha=5\%} = 3.84$  se acepta el ajuste analítico por método de los momentos en base a la prueba  $\chi^2$  al nivel del 5%

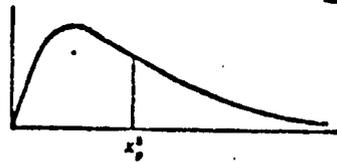
APÉNDICE I

Valor Crítico  $\Delta_0$  del estadístico A de Smirnov-Kolmogorov, para varios valores de N y valores de  $\alpha$  corrientemente utilizados en la hidrología (sacado de Yevjevich: "Probability and Statistics in Hydrology" 1973)

N	$\alpha$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

APENDICE II

PERCENTILES ( $\chi^2_p$ )  
DE LA  
DISTRIBUCION CHI-CUADRADO  
CON  $\nu$  GRADOS DE LIBERTAD  
(AREA SOMBRADA = p)

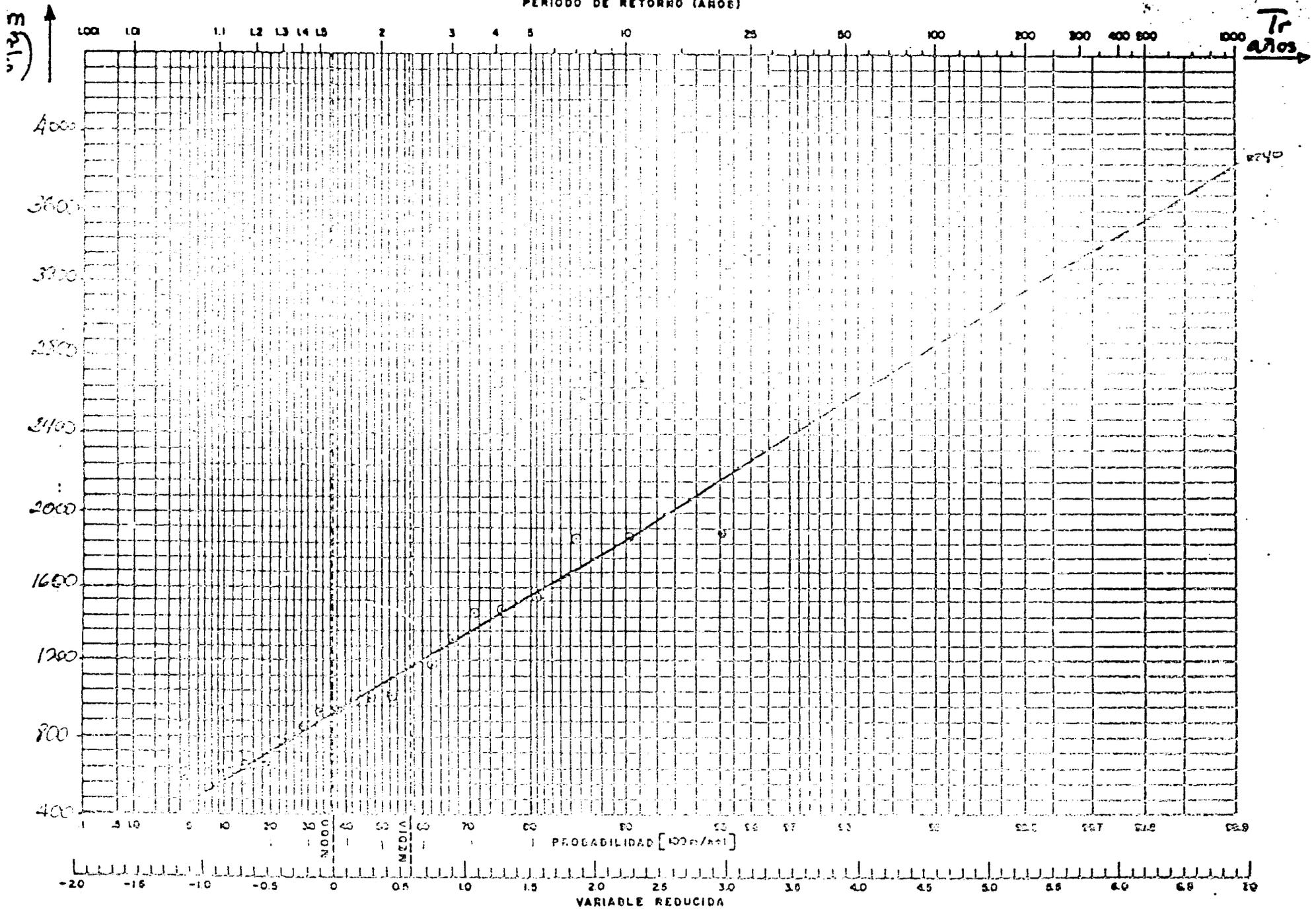


$\nu$	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.99}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.95}$	$\chi^2_{0.9}$	$\chi^2_{0.8}$	$\chi^2_{0.7}$	$\chi^2_{0.6}$	$\chi^2_{0.5}$	$\chi^2_{0.4}$	$\chi^2_{0.3}$	$\chi^2_{0.2}$	$\chi^2_{0.1}$	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.01}$	$\chi^2_{0.005}$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	0.455	0.102	0.0158	0.0019	0.0010	0.0002	0.0000				
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	0.575	0.211	0.103	0.0506	0.0201	0.0100				
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	0.584	0.352	0.216	0.115	0.072				
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	0.711	0.484	0.297	0.207				
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.51	1.15	0.831	0.554	0.412				
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	0.672	0.676				
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	0.989				
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34				
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73				
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16				
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60				
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07				
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57				
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07				
16	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60				
17	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.16				
18	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70				
19	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26				
20	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84				
25	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43				
26	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03				
27	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64				
28	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26				
29	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89				
30	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5				
35	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2				
40	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8				
45	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5				
50	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1				
60	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8				
70	56.8	53.7	50.3	46.2	43.1	36.2	30.8	25.8	21.9	19.8	17.9	16.1	14.6				
80	59.5	56.2	52.8	48.8	45.7	37.9	32.2	27.2	23.2	21.2	18.5	16.8	15.4				
90	62.0	58.4	55.2	51.4	48.3	40.0	33.8	28.8	24.6	22.6	19.8	17.8	16.3				
100	64.2	60.4	57.3	53.3	50.4	41.9	35.3	30.3	26.0	23.9	20.9	18.5	17.1				
125	72.6	68.4	65.2	61.2	58.3	47.0	39.3	33.3	29.3	26.3	22.3	19.3	18.3				
150	79.5	76.2	71.4	67.5	65.2	53.0	43.3	36.3	32.3	28.3	23.3	20.3	19.3				
200	104.2	107.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3				
300	166.3	112.3	106.6	101.9	96.6	98.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2				
400	175.3	124.1	118.1	113.1	107.6	99.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2				
500	184.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3				

# Rio Paguey en el Paso

## PAPEL DE PROBABILIDADES GUMBEL TIPO I

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)



ANEXO III.23.1.- SEPARATA SOBRE RIESGOS NATURALES Y EVALUACION  
DE PROYECTOS

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS  
AMERICANOS. DEPARTAMENTO DE  
DESARROLLO REGIONAL, O.E.A.

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS, CIDIAT

CURSO DE EVALUACION DE RIESGOS NATURALES PARA  
LA PREPARACION DE PROYECTOS DE INVERSION

EL USO DE INFORMACION SOBRE DESASTRES NATURALES EN EL ANALISIS  
ECONOMICO DE PROYECTOS EN EL SECTOR AGRICOLA

MERIDA - VENEZUELA

1° al 26 de septiembre de 19

## USO DE LA INFORMACION SOBRE PELIGROS NATURALES EN EL ANALISIS ECONOMICO DE LOS PROYECTOS DEL SECTOR AGRICOLA

### I. OBJETIVO

Los peligros naturales pueden tener impactos devastadores y de largo plazo sobre las economías de los países en desarrollo. Con frecuencia, esos impactos recaen severamente sobre el sector agrícola que, en la mayoría de los casos, es el sector más crítico en términos de empleo, ingresos y exportaciones. Por lo tanto, el análisis económico de proyectos agrícolas debería tener en cuenta los efectos potenciales de los peligros naturales.

Los tipos principales de peligros naturales que afectan a la agricultura en los países en desarrollo incluyen sequías, huracanes, erupciones volcánicas, terremotos, marejadas y otros tipos de crecidas que producen inundaciones. Todos estos peligros naturales tienen una probabilidad de ocurrencia de tipo probabilístico, o sea que ocurren con una cierta frecuencia. En muchos casos puede ser posible relacionar la información acerca de la frecuencia, severidad y duración de esos fenómenos con sus respectivos impactos económicos. Por lo tanto, la información sobre peligros naturales puede ser usada en el proceso de planificación del desarrollo, particularmente para evaluar la factibilidad de inversiones alternativas.

En este capítulo se presentan algunos de los impactos económicos de los peligros naturales en los países en desarrollo, poniendo énfasis en el sector agrícola, y luego se definen y discuten algunos conceptos sobre los riesgos y los peligros naturales. También se presentan diversos medios para incluir consideraciones sobre peligros naturales en el análisis de proyectos, y se discuten sus respectivos requerimientos de información. De igual forma se argumenta que la inclusión de información sobre riesgos en el análisis de proyectos puede ayudar a los encargados de tomar

decisiones a evaluar los impactos potenciales de los peligros naturales directamente sobre los resultados de un proyecto. El objetivo general del capítulo es presentar directrices para la incorporación de información sobre peligros naturales en el análisis económico de proyectos del sector agrícola.

## II. IMPACTOS ECONOMICOS DE LOS PELIGROS NATURALES

Todo indica que el sector agrícola en los países en desarrollo es particularmente vulnerable a los peligros naturales en comparación al mismo sector en los países industrializados. Esta noción es sustentada por dos argumentos: Primero, los datos provenientes de una variedad de fuentes indican que en su gran mayoría los desastres naturales -- aproximadamente el 90% del total -- ocurren en países en desarrollo. <sup>1/</sup> Segundo, la agricultura en estos países está menos protegida de los peligros naturales que en los países desarrollados debido a que tienen menos apoyo institucional y cuentan con una menor infraestructura para reducir los riesgos. Por ejemplo, en Estados Unidos los agricultores reciben protección contra riesgos de instituciones gubernamentales, como ser programas de seguros para cultivos y préstamos para casos de desastres; con respecto a la infraestructura para la reducción de riesgos puede mencionarse la masiva obra de ingeniería para el control de inundaciones a lo largo del Río Mississippi.

Por la propia naturaleza, los daños económicos que resultan de dichos fenómenos son erráticos y por lo tanto resulta difícil tomar medidas para combatirlos. Debido a que la agricultura es el sector principal en muchos países en desarrollo, los daños causados por los peligros naturales pueden alcanzar graves consecuencias. En cualquier país con un sector agrícola importante, una reducción significativa en la producción agrícola puede

---

<sup>1/</sup> Frank Long, "The Impact of Natural Disasters on Third World Agriculture", American Journal of Economics and Sociology, Vol. 37, No. 2, abril 1978, pp. 149-162.

repercutir muy seriamente en toda la economía, y ésto a su vez afectar el nivel de gastos y el empleo en otros sectores, además de que genera una escasez de alimentos.

Se pueden mencionar algunos ejemplos recientes. Cuando los huracanes David y Federico pasaron por la República Dominicana, en 1979, causaron un daño estimado de 342 millones de dólares. <sup>2/</sup> En un país donde los productos agrícolas representan el 37% del Producto Nacional Bruto y la agricultura emplea al 40% de la mano de obra, estos huracanes destruyeron el 80% de todos los cultivos y el 100% del banano. La producción agrícola cayó al 26%, en 1979, y continuó descendiendo hasta alcanzar el 16%, en 1980. <sup>3/</sup> En 1984, las peores inundaciones sufridas por Colombia en una década causaron 400 millones de dólares en daños a los cultivos y a la producción ganadera, mientras que las inundaciones en Ecuador, en 1982 y 1983, fueron la causa de que los cultivos de banano tuvieran una disminución de 4.3 millones de dólares. <sup>4/</sup> Estos son solamente algunos ejemplos de la magnitud de las pérdidas agrícolas que pueden resultar de los desastres naturales.

Además del impacto directo sobre la economía de una nación, los desastres pueden afectar también el empleo, el comercio, el nivel de endeudamiento externo, y asimismo la competencia por obtener los escasos recursos financieros para el desarrollo. Después que el huracán Fifi castigó a Honduras, en 1973, el empleo en el sector agrícola descendió un 70%. <sup>5/</sup> Estos efectos llevan a la conclusión de que "los efectos de

---

<sup>2/</sup> Naciones Unidas, "Case Report on Hurricanes David and Frederick in the Dominican Republic", Ginebra, 1980, página 6 (UNDRO).

<sup>3/</sup> U.S. Agency for International Development, Office of Disaster Assistance. Countries of the Caribbean Community. Washington, D.C., 1982, página 209.

<sup>4/</sup> Naciones Unidas, Economic Council on Latin America. Ecuador: Evaluation of the Effects of the 1982/1983 Floods on Economic and Social Development. Mayo, 1983.

<sup>5/</sup> Banco Mundial, "Memorandum on Recent Economic Development and Prospects of Honduras", 1979, pág. 37.

los desastres naturales en países propensos a estas calamidades tienden a anular el crecimiento económico real en los mismos. <sup>6/</sup>.

Hay dos tipos de medidas que pueden tomarse para mitigar los efectos de los desastres naturales en el sector agrícola: estructurales y no estructurales (ver Cuadro 1). La implementación de la mitigación estructural está constituida por medidas físicas y por la adopción de estándares que disminuyen la vulnerabilidad a los peligros naturales. Por ejemplo, los embalses pueden ser construidos para almacenar el exceso de agua producida por tormentas. Si se conectan con las redes de riego, las facilidades de almacenamiento podrán usarse también para aliviar las condiciones de sequía. La mitigación no estructural corresponde al establecimiento de prácticas y políticas que reducen la vulnerabilidad. Algunos ejemplos de prácticas no estructurales incluyen la diversificación de cultivos y el uso de variedades resistentes a la sequía. Hay varios medios no estructurales que los gobiernos pueden fomentar para la mitigación de riesgos, y entre ellos se incluyen la zonificación del uso de la tierra, protección de las áreas inundables cercanas a la costa, programas de relocalización, y establecimiento de sistemas de previsión y de alarma.

Si se practica la mitigación de peligros naturales se pueden lograr beneficios como, por ejemplo, los siguientes:

- Aumento de la producción y mayor estabilidad en el sector agrícola.
- Un uso más eficiente de la tecnología agrícola.
- Mayores ingresos de divisas.
- Mejor planificación del desarrollo debido a una mayor estabilidad.

7/

---

6/ Long, "The Impact of Natural Disasters", pág. 156.

7/ Long, "The Impact of Natural Disasters", pág. 160-161.

Esto no obstante, no quiere decir que toda medida disponible de mitigación de peligros naturales deba ser implementada. Desde el punto de vista económico, la mitigación debe ser practicada únicamente si los beneficios son mayores que los costos.

### III. CONCEPTOS SOBRE RIESGOS Y DESASTRES NATURALES

A fin de facilitar la discusión de los métodos económicos para analizar los desastres naturales y su mitigación, a continuación se definen y explican varios conceptos.

#### A. Probabilidad

La probabilidad expresa la posibilidad de que ocurra algún evento particular. A menudo esto está basado en la frecuencia histórica; por ejemplo, la probabilidad de que un huracán se abata este año sobre una isla podría ser considerado 0.1, porque esta isla ha sido azotada por huracanes en dos de los últimos veinte años. Sin embargo, las probabilidades utilizadas en las decisiones muy raras veces están basadas estrictamente en información histórica. Los encargados de tomar decisiones por lo general ajustan las frecuencias históricas en base a información disponible en el momento. Dichas frecuencias son conocidas como probabilidades subjetivas. Por ejemplo, un individuo que observa que en otras partes del mundo han ocurrido recientemente tormentas tropicales podrá querer asignar una probabilidad subjetiva más alta a una tormenta local de lo indicado por la frecuencia histórica.

#### B. Riesgo

Por lo general, riesgo se entiende como la probabilidad de sufrir pérdidas. En términos económicos esto se refiere a reducción en los ingresos, por ejemplo, debido a las pérdidas en cultivos agrícolas resultantes de un desastre natural. En este capítulo, el término "riesgo" también se usará de manera más general para referirse a la incertidumbre

CUADRO 1

MEDIDAS DE MITIGACION CONTRA DESASTRES EN EL SECTOR AGRICOLA

Medida de Mitigación	Riesgo	Estructurales	No estructurales
Forestación	Sequías, Vientos, Desertificación,	X	X
Refugio para Animales	Huracanes, Vientos	X	
Rompeolas en la Costa	Huracanes, Marejadas	X	
Protección de Areas Costeras Inundables	Huracanes, Marejadas		X
Cultivos de Contorno	Sequía, Desertificación, Inundaciones		X
Diversificación de Cultivos	Todos los riesgos		X
Seguros para Cultivos y Ganado	Todos los riesgos		X
Construcción de Embalses e Inspección	Inundaciones	X	
Pronóstico y Alarma contra Peligros	Todos los riesgos		X
Variedades de Cultivos Mejorados y Resistentes	Inundaciones, Vientos, Sequías/Desertificación		X
Zonificación del Uso de la Tierra	Huracanes, Inundaciones, Terremotos, Sequía/Desertificación		X
Mantenimiento de la Escorrentía Natural	Inundaciones, Sequía/Desertificación		X
Reforestación y Prevención de Deforestación	Vientos, Huracanes, Sequía/Desertificación		X
Relocalización	Todos los riesgos		X
Estabilización de Talúdes	Derrumbes	X	
Canalización de Ríos	Inundaciones	X	
Preparación de Terrazas	Inundaciones, Sequía/Desertificación	X	
Rompevientos Naturales y Estructurales	Huracanes, Vientos	X	

en una variable clave utilizada en la planificación económica. Por ejemplo, cuando se evalúan los beneficios y costos de un proyecto de riego deberá reconocerse que los precios y rendimientos de los cultivos agrícolas pueden fluctuar mucho durante la vida del proyecto. Estas fluctuaciones pueden ser consecuencia de la ocurrencia de desastres naturales; de condiciones cambiantes del mercado; y entre otros, de los ciclos climáticos.

### C. Aversión al Riesgo

La aversión al riesgo se refiere a la actitud de un individuo hacia el riesgo. Esto es, simplemente, el deseo de evitarlo. Un individuo adverso al riesgo preferirá sacrificar alguna cantidad de dinero para evitar un riesgo. Por ejemplo, agricultores adversos al riesgo estarán dispuestos a comprar pólizas de seguros contra granizada si el costo de las pólizas es "razonable". Sin embargo, un individuo con aversión al riesgo preferirá ignorarlo si el costo para evitarlo es demasiado alto. La evidencia empírica indica que la mayor parte de la gente siente aversión al riesgo, pero existe una amplia variedad en el grado de aversión. <sup>8/</sup> En otras palabras, para un nivel dado de riesgo algunas personas pagarán más que otras para evitarlo. La cuestión de si un gobierno debería o no ser adverso al riesgo se discutirá más tarde.

### D. Evaluación del Riesgo

Esto se refiere a la cuantificación de un riesgo y requiere que se determinen las consecuencias de un evento y la probabilidad de que ocurra un desastre. Por ejemplo, al considerar los efectos económicos potenciales de un terremoto en un proyecto agrícola, la evaluación del riesgo requeriría que se determinarían: (a) los impactos del terremoto en

---

<sup>8/</sup> Hans P. Binswanger, "Attitudes Toward Risk: Experiment in Rural India." American Journal of Agricultural Economics, 62 (1980): 395-407; Douglas L. Young, "Risk Preferences of Agricultural Producers: Their Use in Extension and Research", American Journal of Agricultural Economics, 61 (1979): 1063-1070.

la actividad agrícola y los componentes estructurales del proyecto (¿Se perderían los cultivos? ¿Serían destruidos los canales de irrigación? etc.); y, (b) la probabilidad de que ocurriera un terremoto en la región durante la vida del proyecto.

#### E. Manejo de Riesgos

El manejo de riesgos se refiere a las acciones que se toman para reducir las consecuencias o las probabilidades de situaciones desfavorables. De la misma forma, el manejo de peligros naturales se refiere a las actividades encaminadas a reducir los efectos negativos de dichos peligros. Un agricultor puede decidir instalar un rompeviento a lo largo y ancho de su campo para reducir las posibilidades de que el viento dañe sus cultivos de caña de azúcar. Mientras que ésto podrá reducir su ingreso promedio si es que es necesario desplazar parte de su cultivo para la instalación del cortaviento, la instalación del mismo aún podrá ser llevada a cabo como seguro contra una incierta pero potencialmente costosa ocurrencia -- una tormenta de gran proporción.

### IV. LOS PELIGROS NATURALES Y LA PLANIFICACION DEL DESARROLLO

#### A. La Planificación de Proyectos

Un proyecto agrícola es una inversión de capital para crear activos capaces de generar una serie de beneficios a lo largo del tiempo. Un proyecto específico puede ser independiente o parte de un paquete de proyectos concebido como un esfuerzo de desarrollo multisectorial e integrado. Si bien es cierto que la implementación de un proyecto es tal vez el aspecto más difícil y más crítico dentro de la administración del desarrollo, llevar a cabo una planificación cuidadosa es también de suma importancia. El proyecto puede ser independiente o formar parte de un paquete de proyectos que comprenden un esfuerzo multisectorial de desarrollo. Aunque la implementación de un proyecto es quizás el aspecto

más difícil de la administración del desarrollo, también es de suma importancia realizar una cuidadosa planificación del proyecto:

"para la mayor parte de las actividades de desarrollo agrícola, una preparación cuidadosa del proyecto antes de realizar los gastos es -- si no absolutamente necesario -- por lo menos, el mejor medio disponible para asegurar el uso eficiente y económico de los recursos financieros, y para aumentar las posibilidades de que la implementación se haga en el tiempo previsto". <sup>9/</sup>

Los principales aspectos de la planificación de proyectos pueden describirse en tres partes: perfil de proyectos; análisis de prefactibilidad; y, análisis de factibilidad. <sup>10/</sup>

1. Perfil de Proyectos: Esta es una propuesta de proyecto preliminar en la cual los costos generales; y, los beneficios para un proyecto específico son estimados en forma aproximada, y luego se identifican algunos enfoques alternativos.
2. Análisis de Prefactibilidad: Esta es una evaluación preliminar de la viabilidad técnica y económica del proyecto. En el análisis se hace una comparación de alternativas para los diferentes elementos del proyecto, y se descartan las opciones menos promisorias. Se hace una estimación de los costos de desarrollo y operación del proyecto, y se analizan los beneficios a fin de que puedan evaluarse los criterios de factibilidad económica.

---

<sup>9/</sup> J. Price Gittinger, Economic Analysis of Agricultural Projects, 2da. edición, Baltimore: John Hopkins University Press, 1982, pág. 3.

<sup>10/</sup> Organización de los Estados Americanos. Planificación del Desarrollo Integrado: Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA. Departamento de Desarrollo Regional, ----- 1982 pp. 226-227

3. Análisis de Factibilidad: Esta es la determinación final de la viabilidad de un proyecto de inversión que se ha propuesto. El proyecto debe ser analizado junto con la disponibilidad de recursos. Cada aspecto del plan es reexaminado, y se hacen estimaciones refinadas de los beneficios del proyecto; costos de construcción; operación y mantenimiento; y, además criterios de evaluación como valor actual neto, tasa interna de retorno y relación costo-beneficio.

B. Uso de la Información sobre Desastres Naturales

A pesar de que no constituye una práctica común, la planificación de proyectos podría ser bastante mejorada si los analistas incorporarán la información sobre desastres naturales en cada una de las etapas del desarrollo de proyectos. En un breve estudio de las técnicas actuales de formulación de proyectos y directrices de desarrollo utilizadas por varias organizaciones de desarrollo e instituciones privadas de financiamiento, quedó en evidencia la falta de información sobre riesgos, especialmente acerca de los desastres naturales. La mayoría de las instituciones no requieren de información sobre riesgos en las directrices que usan en la preparación de proyectos, excepto en los casos de proyectos de ingeniería. El riesgo hacia el medio ambiente parece ser una inquietud mayor que el riesgo proveniente del mismo.

Es importante presentar la información sobre riesgos al principio de la planificación del proyecto. Cuando esta información se incluye en los niveles de formulación, todo el diseño del proyecto puede ser alterado para acomodar los factores de riesgo. Si los riesgos son demasiado grandes podrá seleccionarse entonces un proyecto alternativo. La información sobre riesgos puede incluirse en la etapa de análisis de proyectos, justamente antes de que el mismo sea implementado, pero en esta etapa sólo puede ser posible tomar acciones limitadas para remediar el mal.

Los peligros naturales pueden ser considerados primero en la etapa de perfil, para lo cual pueden consultarse mapas de riesgos y frecuencias de casos de peligros. Por ejemplo, un mapa de planicies de inundación producido mediante el uso de sensores remotos mostrará áreas propensas a inundaciones muy severas. Desde el comienzo de la planificación de proyectos, los planificadores podrían querer eliminar la designación de estas áreas propensas a inundaciones para actividades agrícolas que requieran extensas inversiones de capital. En cambio, podría considerarse una alternativa de uso de la tierra que sea menos sensible a las inundaciones como, por ejemplo, la producción de arroz. En vista de la probabilidad de alto riesgo de inundaciones, el planificador también podría considerar la adopción de prácticas de mitigación de peligros que puedan reducir los riesgos a niveles aceptables.

Al nivel de prefactibilidad pueden hacerse consideraciones más complejas de los peligros naturales. Por ejemplo, podría prepararse un mapa de planicies de inundación con ocurrencia de cien años. Pueden estimarse probabilidades de peligros diferentes y usarlas para ajustar cifras de costos y beneficios. Si se hace un análisis formal de costo-beneficio, los procedimientos que se discuten más tarde en el capítulo, podrían usarse para incorporar en el análisis la información de peligros naturales.

Finalmente, en la etapa de factibilidad, los efectos de peligros naturales sobre los beneficios y costos pueden ser evaluados en forma más cuidadosa. Información más detallada sobre las probabilidades y consecuencias de los peligros naturales pueden extraerse y usarse para revisar el análisis costo-beneficio.

La información sobre desastres naturales y otros riesgos debe ser considerada, explícitamente, bajo la forma de probabilidades y consecuencias de diferentes resultados. De otra manera, dicha información entrará en el análisis en forma implícita. Si a un agrónomo se le pide que proporcione un valor estimativo único de productividad agrícola, seguramente incorporaría el riesgo en dicha estimación dando un

valor pesimista, pero si se le pidiera también, podría dar no sólo valores pesimistas sino optimistas y además los más probables, así como asignar probabilidades de ocurrencia para cada uno de dichos valores. Un ingeniero también consideraría el riesgo, seleccionando los criterios de diseño estructural para una tormenta con ciclo de frecuencia de veinte años. Los riesgos pueden ser tomados en cuenta en forma más sistemática teniendo en cuenta todas estas consideraciones.

## V. PRINCIPIOS DEL ANALISIS DE BENEFICIO-COSTO

### A. Introducción

El análisis económico es, en raras ocasiones, el único criterio en el cual se basan las decisiones de un proyecto. Las opciones hechas por los encargados de tomar decisiones también reflejan los aspectos políticos y sociales involucrados en la selección de proyectos. Uno de los enfoques que se toman cuando se consideran varios criterios para tomar decisiones es el análisis de criterios múltiples ("análisis multicriterio"), que se basa en una evaluación de niveles aceptables de cada criterio. Aunque la información sobre riesgos naturales puede ser incorporada directamente en un análisis económico, la probabilidad de desastres naturales podría ser considerada como una decisión separada. Un análisis de criterios múltiples daría una evaluación para determinar qué parte de este criterio puede bajarse antes de que afecte a otro criterio del proyecto y llevara a una decisión de riesgo aceptable. Es importante comprender que las decisiones de selección de proyectos, así como las alternativas dentro de un proyecto se hacen en base a diversos criterios incluyendo, entre ellos, el análisis económico.

El análisis de costo-beneficio es un método que los economistas han desarrollado para evaluar la eficiencia de las actividades de inversión en el sector público. A pesar de que el análisis costo-beneficio está diseñado para evaluar actividades fuera del mercado, la información económica para llevar a cabo los análisis surge muchas veces de las

actividades del mercado. Se trata de una técnica práctica para comparar los méritos de diferentes proyectos del sector público a través del tiempo. Existen diversas variaciones en las técnicas de análisis económico dentro del análisis costo-beneficio, de manera que los economistas de proyectos deberían buscar la forma de encontrar el mejor método para cada caso individual. Esta sección proporciona una vista general muy rápida de lo que es un análisis de costo-beneficio, el cual puede usarse como un lineamiento general sobre el tema. <sup>11/</sup>

El punto de vista adoptado en el análisis costo-beneficio es el que comprende la sociedad en su conjunto. Esto es lo que se le llama una posición contable. Cuando un individuo particular considera invertir o no en un proyecto dado, considera únicamente los beneficios y costos que tienen un impacto personal directo. Cuando la perspectiva social es tomada en cuenta, la posición contable cambia para considerar todos los beneficios y costos que afectan a dicha sociedad.

Otro aspecto importante del análisis beneficio-costo es el criterio conocido de "con" y "sin" el proyecto. El análisis debe evaluar el estado de las cosas con y sin el proyecto. El criterio de "con" y "sin" es importante para poder determinar qué efectos y elementos deben considerarse beneficios y costos de un proyecto. Supóngase que se está considerando un proyecto de riego para un área donde los rendimientos agrícolas muestran una tendencia de crecimiento. Dicho proyecto hará que los rendimientos sean aún mayores. Por lo tanto, al evaluar los beneficios potenciales del proyecto sería erróneo atribuirle la totalidad del aumento de la productividad ya que parte de ese aumento habría ocurrido de cualquier manera. <sup>12/</sup> En áreas de rápido desarrollo es particularmente importante asegurarse que los beneficios y los costos de

---

<sup>11/</sup> Para una visión más completa ver Gittinger, Economic Analysis of Agricultural Projects, y E.J. Mishan, Cost-Benefit Analysis: An Informal Introduction, 3a. edición, Boston: George Allen y Unwin, 1982.

<sup>12/</sup> Charles W. Howe, Benefit-Cost Analysis for Water System Planning, American Geophysical Union, Water Resources Monograph 2, Washington, D.C., 1971.

un proyecto sean contabilizados en forma adecuada, y que no incluyan cambios que deberían ocurrir sin el proyecto.

Un análisis de beneficio-costos puede ser organizado en tres pasos principales <sup>13/</sup>, que son:

1. Enumeración de todos los beneficios y costos de un proyecto propuesto.
2. Evaluación de todos los beneficios y costos a precios constantes.
3. Descuento de los beneficios netos futuros para ponerlos en valores actuales.

Si bien la ejecución de estos tres pasos puede parecer simple, un análisis completo exige un esfuerzo considerable. El economista o el planificador que está ejecutando el análisis, debería trabajar con otros especialistas como, por ejemplo, agrónomos, ingenieros e hidrólogos a fin de asegurarse de que todos los factores pertinentes sean considerados y que las relaciones técnicas de producción sean reflejadas adecuadamente. Este enfoque integrado e interdisciplinario para la planificación ha sido defendido por la OEA. <sup>14/</sup>

Los costos deben ser definidos de tal modo, que puedan contabilizarse los beneficios alternativos perdidos si el proyecto, en cuestión, es seleccionado. Los beneficios pueden incluir los efectos directos e indirectos que resulten del proyecto. Al comparar los flujos de beneficios con el de costos a través del tiempo, todos los valores

---

<sup>13/</sup> David N. Hижanan, The Economics of Government Activity, Nueva York: Holt, Rhinehart y Winston, 1973.

<sup>14/</sup> Organización de los Estados Americanos. Planificación del Desarrollo Integrado: Directrices y Estudios de Casos Extraídos de la Experiencia de la OEA. Departamento de Desarrollo Regional, enero 1984, pp. 226-227.

presentes y futuros deben ser expresados dentro de un marco de referencia común que se conoce como "valor actual". Para ésto, se requiere la selección de una tasa de descuento apropiada.

## B. Costos

Al medir los costos de un proyecto es necesario reflejar, en forma precisa, las pérdidas alternativas o beneficios que no serán aprovechados como consecuencia de la selección del proyecto. A estas alternativas se las denominan "costos de oportunidad". Los costos directos pueden incluir gastos incurridos en materiales y administración, como también los gastos asociados al uso de recursos naturales. Los costos de mitigación de desastres naturales, como los sistemas de canales, represas y rompevientos, también pueden ser incluidos. Además, pueden considerarse medidas no estructurales de mitigación como, por ejemplo, la diversificación de cultivos y zonificación agrícola. Los costos directos también deben ser considerados. Si, por ejemplo, un nuevo proyecto desviara los recursos hídricos de tierras agrícolas vecinas, la pérdida de producción resultante en dichas tierras debería ser contada como un costo del proyecto.

El analista debería estar consciente, también de que como consecuencia de distorsiones de mercado, los precios de los insumos podrían no reflejar necesariamente su verdadero valor para la sociedad. En estos casos los precios deberían ser ajustados para corregir las distorsiones. Los precios ajustados en esta forma se le denomina "precios sombra". Como un ejemplo del ajuste de los precios del mercado considérese el caso de un subsidio para fertilizantes. El subsidio hace bajar el precio del fertilizante usado en el proyecto. Para un análisis de beneficio-costos, el precio de mercado debe ser incrementado por el monto del subsidio a fin de reflejar su verdadero costo para la sociedad.

### C. Beneficios

Los beneficios de un proyecto agrícola pueden resultar tanto del aumento en el valor del producto agrícola como de la reducción en los costos de producción. Los beneficios provenientes de la mitigación de desastres naturales podrían ser medidos en términos de las pérdidas de ingresos agrícolas que se han evitado. Además de los beneficios directos, los proyectos también generan beneficios indirectos. Por ejemplo, un proyecto de riego puede producir "externalidades positivas", en el sentido de que aumenta la productividad de las tierras adyacentes al área actualmente irrigada por el proyecto.

La evaluación de los beneficios de un proyecto sólo debería incluir aumentos reales en la producción. Un proyecto de control de inundaciones podría conducir a un mayor valor de la tierra agrícola en el área protegida por el proyecto. Debido a que el valor más alto de la tierra apenas refleja la mayor capacidad potencial de producción de la misma, el hecho de contar el aumento del valor de las tierras como un beneficio del proyecto, llevaría a una doble contabilización de los beneficios.

### D. Descuento

Después de enumerar y evaluar todos los beneficios y los costos, el tercer paso en el análisis de proyectos corresponde al descuento de los beneficios y costos que se esperan. Esto se realiza a través del empleo de una tasa de descuento para convertir valores futuros en valores actuales. La necesidad de contar los valores futuros surge a partir del hecho que un monto de dinero recibido hoy tiene un mayor valor a una cantidad semejante recibida en el futuro. Esto sucede porque el dinero recibido hoy puede ganar intereses al invertirlo. Una inversión de cien dólares a una tasa anual del 10%, por ejemplo, tendrá un valor de 121 dólares al final de dos años. Los beneficios y costos futuros deben ser descontados de modo de expresarlos bajo un denominador común, a precios constantes y valor actual.

El analista del proyecto debe escoger una tasa de descuento, y siendo que a menudo en un proyecto se usa más de una tasa. Gittinger sugiere tres posibles alternativas: costo de oportunidad del capital, tasa de interés para el préstamo que financiará el proyecto; y, la tasa social de preferencia de descuento. El costo de oportunidad del capital es la tasa que resultará de la utilización de todo el capital en la economía si se llevan a cabo todas las posibles inversiones que rindan tanto o más en retorno. El costo de oportunidad del capital no puede conocerse con certeza, pero en la mayoría de los países en desarrollo está considerado entre un 8 y un 15% en términos reales. <sup>15/</sup>

#### E. Evaluación

El valor descontado o valor actual neto (VAN) de un proyecto es representado matemáticamente como:

$$\sum B_t / (1+r)^t - \sum C_t / (1+r)^t \quad t= 1,2,\dots,n \quad (1)$$

donde B = beneficios, C= costos, r= tasa de descuento, t= período de tiempo, n= vida económica del proyecto en años, y  $\sum$  es el operador sumatorio. Después que los beneficios y los costos son evaluados y ordenados en el tiempo, y luego de seleccionar una tasa de descuento, la ecuación (1) indicará el valor actual neto de un proyecto en consideración. Los criterios de decisión económica con respecto al valor de un proyecto es: (a) que tenga un valor actual neto positivo, y (b) que el VAN sea mayor que el de los proyectos alternativos que estén siendo considerados. Otra manera de considerar los beneficios y los costos de un proyecto es la de igualar el lado derecho de la ecuación (1) a cero y luego resolver la ecuación encontrando el valor de "r". Esto es lo que se conoce como tasa interna de retorno (TIR).

---

<sup>15/</sup> Gittinger, Economic Analysis of Agricultural Projects.

Para facilitar la comparación de proyectos, la ecuación (1) es con frecuencia reordenada como una relación beneficio-costo:

$$\frac{\sum B_t / (1+r)^t}{\sum C_t / (1+r)^t} \quad t= 1, 2, \dots, n$$

Cuanto mayor sea el valor actual neto de un proyecto, mayor será también su relación beneficio-costo. Una relación beneficio-costo mayor de 1 (uno) indica que el valor de los beneficios descontados excede al valor de los costos descontados.

## VI. LA INCORPORACION DE RIESGO AL ANALISIS BENEFICIO-COSTO

### A. Introducción

¿Deberían considerarse los riesgos en el análisis beneficio-costos? Arrow y Lind han argumentado que, pese a que la mayoría de los individuos sienten aversión al riesgo, los gobiernos deberían adoptar una posición de neutralidad cuando se trate de evaluar proyectos. <sup>16/</sup> Los autores opinan que, dado que los beneficios y costos de un proyecto son repartidos entre una gran cantidad de individuos, el elemento de riesgo que enfrenta cada persona es demasiado pequeño para que pueda ser considerado. Puesto que los riesgos de un proyecto son ampliamente compartidos, ello significa que un gobierno debería mostrarse indiferente entre un proyecto de alto riesgo y otro de bajo riesgo si ambos tienen el mismo valor actual neto esperado. Si bien podrían hacerse muchas consideraciones importantes al respecto, para efectos de la presente

---

<sup>16/</sup> K.J. Arrow y R.C. Lind, "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions", American Economic Review, Vol. 60, 1970.

discusión, el punto de mayor importancia es que el argumento anterior solo es aplicable a riesgos que en realidad enfrenta el gobierno. Los riesgos de desastres naturales son, en alto grado, soportados por individuos particulares y, por lo tanto las inversiones en proyectos que tengan efectos sobre el nivel de riesgo deberían incorporar consideraciones de este tipo. Más aún, si se tienen en cuenta algunos problemas como la deuda pública; la distribución de ingresos; y, otros de naturaleza social y política, todo indica que los gobiernos deberían asumir una postura de mayor aversión al riesgo que aquella sugerida por Arrow y Lind.

Considérese el ejemplo de cómo un solo proyecto con resultados altamente variables, podría tener un impacto significativo sobre una región o grupo de personas en particular <sup>17/</sup>. Supóngase entonces que, en el área costera de un país hay dos proyectos en consideración: el proyecto A tiene un VAN de 2 millones de dólares; y, el proyecto B, un VAN de 1.5 millones de dólares. Ahora considérese la variabilidad en el retorno de cada uno de los proyectos. Dado que el proyecto A tiene el valor mayor, éste es el que sería seleccionado si las consideraciones de riesgos fueran ignoradas en la evaluación. El proyecto A, sin embargo, es vulnerable a inundaciones y, por lo tanto, podría tener un valor actual entre 0.5 y 2.5 millones de dólares, dependiendo de la frecuencia y severidad de futuras inundaciones en el área. Por su parte, el proyecto B es menos susceptible a sufrir daños por inundaciones y, por lo tanto, tiene una variación más estable, de 1.3 a 1.7 millones de dólares. Debido a que el proyecto B muestra un retorno más estable, los residentes del área podrán preferir este proyecto pese a su menor VAN.

En algunos casos, las instituciones de préstamos también podrán querer tomar una posición de aversión al riesgo ya que deberán tener en cuenta la probabilidad del pago de los préstamos dentro de los plazos fijados. Sin embargo, es más probable que éstas muestren una mayor

---

<sup>17/</sup> Warren C. Baum, "Risk and Sensitivity Analysis in the Economic Analysis of Projects", World Bank Central Projects, Nota 2.02, julio de 1980.

inquietud acerca de los riesgos macroeconómicos que afectarán la capacidad de pago de la deuda de un gobierno, en vez de pensar en la forma en que un desastre natural pueda afectar el retorno económico de un proyecto específico.

Los analistas disponen de varios métodos para incluir consideraciones de riesgos en el análisis beneficio-costos. Una primera categoría de métodos puede ser aplicada cuando hay una pequeña cantidad de información sobre riesgos o desastres naturales. Un segundo grupo es apropiado para situaciones en las que existe información sobre distribución de probabilidades. Todo esto puede ser usado para comparar diferentes proyectos y alternativas dentro de un proyecto.

## B. Decisión de Criterios con Información Limitada

### 1. Período de corte

El procedimiento más radical para la incorporación de riesgos en el análisis de beneficio-costos, constituye el uso de un período de corte <sup>18/</sup>. Este enfoque es utilizado principalmente por los inversionistas privados, cuyo principal interés es el retorno del capital más que el desarrollo a largo plazo. La factibilidad económica bajo el período de corte requiere que, en unos pocos años, sean acumulados suficientes beneficios, de manera tal que cubran con holgura los costos del proyecto. Para proyectos de alto riesgo el período de corte puede ser establecido a plazos más cortos como, por ejemplo, de dos a tres años mientras que para proyectos de bajo riesgo el período sería mucho mayor, algo así como treinta años. <sup>19/</sup> La lógica de la regla del período de corte es, que los beneficios y los costos son tan inciertos después del período de corte

---

<sup>18/</sup> Mishan, Cost-Benefit Analysis, pág. 399.

<sup>19/</sup> Aún cuando se espera que los beneficios se extiendan más allá de los 30 años éstos valdrán muy poco si se los considera en un análisis de beneficio-costos debido a que su valor actual será muy bajo. Por ejemplo, usando una tasa de descuento de un 10%, cada dólar que se reciba dentro de 30 años significará apenas seis centavos en valor actual.

que no deberían ser considerados en la determinación de la factibilidad del proyecto. El período de corte debería determinarse, a más tardar, en la fase de prefactibilidad del desarrollo del proyecto.

Es necesario contar con alguna información para determinar el nivel de riesgo asociado a un proyecto. En este proceso, la información más útil sería una lista de eventos de desastres naturales; información sobre frecuencia de desastres; registros meteorológicos; mapas de uso de la tierra y de cultivos agrícolas; y, estudios de daños resultantes de desastres anteriores; todo ésto podría dar a los analistas una idea aproximada sobre los riesgos inherentes al proyecto. Además, fotografías de satélites podrían ser extremadamente útiles para determinar el período de corte. En muchos casos, no debería ser difícil obtener esta información para el período mínimo requerido de dos a cinco años.

Un período de corte sólo debería ser considerado en situaciones en las que exista poca información y, en que la naturaleza y la magnitud de los posibles desastres pudieran tener un gran potencial de daños a la agricultura, como sería el caso de tormentas o inundaciones de gran severidad. Por otro lado, sería difícil determinar un período de corte en el caso de desastres naturales de lenta gestación, tales como sequía o desertificación.

Como ejemplo del período de corte este método podría ser aplicado a un proyecto de producción de hortalizas y ganadería preparado para un país en desarrollo. Los objetivos serían incrementar la intensidad de cultivos y el ingreso agrícola. Este proyecto podría ser catalogado como arriesgado si el área estuviera sujeta a inundaciones frecuentes, ya que el agua causaría daños a los cultivos y al ganado, lo que reduciría los beneficios del proyecto. Por lo tanto, podría elegirse un período de corte de dos a tres años para costos y beneficios.

Si bien este enfoque intenta considerar los efectos de los riesgos naturales, en realidad todavía es poco satisfactorio. Los períodos de corte demasiado cortos pueden ignorar la información económica que está

asociada a gran parte de la vida económica de los proyectos. En lugar de lidiar directamente con los riesgos, este método descarta toda la información existente sobre el proyecto más allá del período de corte. Si los beneficios y los costos son altamente variables pasado el período de corte, habrá otros métodos que pueden ser utilizados para considerar estos beneficios y costos sin dejar de tomar en cuenta los riesgos implícitos.

## 2. Ajuste en las Tasas de Descuento

Otra manera ad hoc para reflejar la incertidumbre en el análisis de proyectos, es agregar a la tasa de descuento un porcentaje más por concepto del riesgo. El efecto de aumentar la tasa de descuento es dar menos peso relativo a aquellos costos y beneficios cuya incertidumbre aumenta en forma progresiva a lo largo del tiempo. <sup>20/</sup> Esta práctica es compatible con el comportamiento, que se ha podido observar, en el sector privado; cuando se realizan inversiones de negocios, los gerentes financieros suelen requerir tasas internas de retorno más altas para aquellas inversiones de mayor riesgo.

Al utilizar esta técnica, el economista debe enfrentarse con la decisión subjetiva de determinar el porcentaje de riesgo que debe agregarse a la tasa de descuento. El mismo tipo de información, que es útil para determinar un período de corte, puede ser utilizada para fijar la tasa de descuento. Esta información debería estar disponible en la etapa de prefactibilidad de la planificación del proyecto.

Una decisión subjetiva sobre la tasa de descuento, podría incluir información respecto de la posibilidad de que ocurra un desastre de lenta generación, además de desastres de corto desarrollo e impacto inmediato,

---

<sup>20/</sup> Algunos autores sugieren que se aumente la tasa de descuento para beneficios inciertos, y que se baje para los costos futuros también inciertos. Véase Lee G. Anderson y Russell F. Settle, Benefit-Cost Analysis: A Practical Guide, Lexington, Mass.: D.C. Heath, 1977. Sin embargo, en algunos tipos de proyectos los costos estarán menos sujetos a la incertidumbre que los beneficios.

tales como tormentas o inundaciones severas. Una vez más, este método debería ser empleado como último recurso, cuando no haya prácticamente ninguna información sobre riesgos naturales.

Al revisar el ejemplo sobre el proyecto de producción de hortalizas y ganadería, presentado anteriormente, puede verse que antes la ocurrencia de inundaciones debería considerársele como un proyecto arriesgado. Si la práctica normal es usar una tasa de descuento de 10% para los beneficios, la tasa que debería utilizarse entonces, para este proyecto particular, podría ser aumentada al 12 o 15%.

Este enfoque es preferible al del método de período de corte porque no ignora la información sobre los beneficios y costos futuros. Aún así, el monto del ajuste en la tasa de descuento es arbitrario y, el enfoque no reconoce diferencias en cuanto al riesgo a través de los diferentes componentes de un proyecto. Más adelante, se discuten otros enfoques más rigurosos y defendibles, los cuales son capaces de evaluar en forma cuantitativa la incertidumbre en los beneficios y costos.

### 3. Enfoques de la Teoría de Juego

A partir de la teoría de juego, se han sugerido dos estrategias para cuando no haya información confiable sobre distribución de probabilidades de desastres; ellas son: la estrategia del maximin y la del minimax-regret. Ambas estrategias pueden ser aplicadas en las fases iniciales de la formulación de proyectos, a medida que se va disponiendo de la información necesaria. Los tipos de información requerida para cada una de dichas estrategias son los registros de eventos históricos, datos climatológicos, y registros de daños causados por desastres naturales anteriores en el sector en cuestión, por ejemplo, datos sobre daños a cultivos en el sector agrícola. Mediante la utilización de esta información es posible estimar los beneficios resultantes de proyectos alternativos equivalentes bajo diferentes grados de severidad de desastres naturales. Los enfoques de la teoría de juegos resultan adecuados para el análisis de riesgos naturales de corto desarrollo e impacto inmediato, los que pueden ser fácilmente divididos en escenarios de menor o mayor daño.

A fin de ilustrar el enfoque del maximin, cuyo nombre deriva de la maximización del mínimo, se presentarán, como ejemplos, tres proyectos de control de inundaciones (a, b, c,) de igual costo. <sup>21/</sup> Por conveniencia, se asumirá que sólo hay dos estados climáticos posibles: lluvias muy fuertes y lluvias normales. Si ocurriera una lluvia muy fuerte, el valor actual neto de los tres proyectos sería 100, 120 y 150 millones de dólares, respectivamente. Si se produjeran lluvias normales los proyectos proveerían irrigación y otros beneficios descontados del orden de 30, 60 y 20 millones de dólares, respectivamente. Los beneficios del proyecto serán mayores en el caso de fuertes lluvias, ya que el beneficio principal de los proyectos de control de inundaciones es prevenir

---

<sup>21/</sup> Este ejemplo es similar a otro comentado en Anderson y Settle, Benefit-Cost Analysis, pp. 103-104.

que surjan daños causados por el exceso de agua. En el Cuadro 2 se presenta un resumen de los varios resultados.

La aplicación de la estrategia del maximin resultaría en la selección del proyecto B, ya que presenta un beneficio mínimo de 60 millones de dólares, comparado con los 30 millones del proyecto A y, los 20 millones del proyecto C.

CUADRO 2

MATRIZ DE BENEFICIO PARA TRES PROYECTOS HIPOTETICOS DE  
CONTROL DE INUNDACIONES  
(en millones de dólares)

	REGIMEN DE LLUVIA ELEVADO	REGIMEN DE LLUVIA NORMAL
Proyecto A	100	30
Proyecto B	120	60
Proyecto C	150	20

La estrategia del maximin tiene el problema de que fundamenta la selección de proyectos en base a la seguridad y, además es demasiado conservadora. Aún si los beneficios de los proyectos A y C fueran diez veces mayores que los del proyecto B, bajo condiciones muy severas de inundación, el proyecto B sería aún el proyecto seleccionado. Es por ello que esta estrategia puede llevar a la selección de proyectos que la mayoría de las personas estarían de acuerdo en afirmar que resultan inferiores. Por lo tanto se ha propuesto un enfoque alternativo o sea el método de minimax-regret.

La estrategia del minimax-regret constituye la minimización de la mayor pérdida que podría llegar a ocurrir. Esta estrategia puede ser ilustrada con los tres proyectos presentados en el cuadro 2. Si ocurriera una inundación severa, el proyecto C resultaría con el mayor beneficio, o sea 150 millones de dólares por pérdidas que se habrían evitado. Si el proyecto A hubiera sido seleccionado, los beneficios que se perderían por no haber seleccionado el proyecto C podrían ser de 50 millones de dólares

(150 -100), y si se hubiera seleccionado el proyecto B, los beneficios perdidos habrían sido de 30 millones de dólares. Por otro lado, si no ocurriera la inundación severa, el proyecto B produciría el máximo beneficio, 60 millones. En este caso, los beneficios perdidos habrían sido 40 millones para el proyecto C y 30 millones para el proyecto A. Ahora, considerando ambos eventos climáticos, lluvias fuertes y lluvias normales, se puede ver que el máximo de pérdidas (beneficios perdidos) habría sido de 50, 30 y 50 millones de dólares, respectivamente, para los proyectos A, B y C. De esta manera, la estrategia del minimax-regret llevaría a la selección del proyecto B, ya que éste tiene la menor intensidad de pérdidas.

#### 4. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad es otro método que permite la consideración de riesgos en el análisis de beneficio-costos. Este método se basa en el cambio de valores de parámetros clave para determinar sus efectos en el VAN de un proyecto. Generalmente los valores de esos parámetros son cambiados uno a uno, aunque pueden cambiar en combinaciones con otros. Esto puede ser útil si hay información que indique por cuánto se puede cambiar cada uno de los parámetros, por ejemplo, más o menos una desviación estándar. <sup>22/</sup> En la práctica, los valores son cambiados generalmente a tasas porcentuales arbitrarias, por ejemplo 10%. Obsérvese, no obstante, que esto no produciría un resultado informativo sobre los grados de dispersión en el VAN, ni tampoco toma en cuenta el grado de incertidumbre existente en los parámetros clave como, por ejemplo, cultivos.

Los análisis de sensibilidad pueden ayudar a la identificación de elementos dentro de los proyectos que exijan una consideración más depurada y, como tal, puede ser utilizado en la fase de perfil de proyecto para anteceder al análisis de riesgos. Además, un análisis de sensibilidad puede utilizarse para identificar áreas donde puedan aplicarse medidas de mitigación de desastres. El tipo de información que es útil para este análisis son los datos históricos de eventos, datos climatológicos y

---

<sup>22/</sup> George Irwin, Modern Cost-Benefit Methods, London: MacMillan Press, 1978, pág. 52.

meteorológicos e informes sobre daños causados en desastres anteriores . Esta información permitiría al economista variaciones porcentuales en los parámetros, a partir de desastres ocurridos en el pasado. Si se dispusiera de información confiable de probabilidades, tal como datos episódicos, un análisis más completo de riesgos podría determinar la frecuencia de desastres para evaluar las variables económicas usadas en los cálculos del VAN. Este tipo de análisis se discutirá más adelante.

Los proyectos de producción agrícola presentados antes pueden ser utilizados para demostrar la aplicación de métodos de análisis de sensibilidad. Con la ayuda de una micro-computadora o incluso de una calculadora de bolsillo, pueden estimarse las variaciones de cada uno de los costos y beneficios para determinar sus efectos sobre el resto del proyecto. Por ejemplo, un análisis de sensibilidad realizado en los rendimientos de cultivos podría demostrar que si la producción cae un 40% en el primer año como resultado de una inundación de nivel intermedio, los beneficios totales del proyecto pueden decrecer mucho o tomará un tiempo muy largo para recuperar los costos.

La mejor manera para presentar los resultados de un análisis de sensibilidad es por medio de "valores cambiantes". <sup>23/</sup> Estos son los valores críticos de las variables claves a cuyo nivel el valor actual neto del proyecto se convierte en cero (o la relación beneficio-costos cae por debajo de uno). Los "valores cambiantes" pueden presentarse de la siguiente manera:

<u>VARIABLES</u>	<u>VALORES CAMBIANTES</u>
Precio del Maíz	- 60%
Rendimiento del Maíz	- 20%
Costos de Construcción	+ 50%

---

<sup>23/</sup> Baum, Risk and Sensitivity Analysis", pp. 5-6.

En este ejemplo, la información sobre los valores de cambio indica que los rendimientos del maíz tendrían que declinar solamente en un 20% de su nivel esperando para que el VAN del proyecto se convierta en cero.

### C. Criterios de Decisión con Información de Probabilidades

Si se dispone de distribuciones de probabilidades para variables críticas, podrá llevarse a cabo un tratamiento más riguroso de los riesgos. Las distribuciones de probabilidades podrán fundamentarse en la evaluación subjetiva de expertos o en información histórica de datos específicos, climatológicos y meteorológicos. Por ejemplo, si se encontraran datos adecuados, la distribución de probabilidades para rendimientos agrícolas podría estimarse a partir de registros de producción agrícola o de estaciones experimentales. En muchos casos, estos datos no se hallan disponibles. Una alternativa sería deducir probabilidades subjetivas de agricultores, agentes de extensión o agrónomos. Una forma relativamente simple de obtener probabilidades subjetivas es el método de distribución triangular. Por ejemplo, a un individuo se le pide el rendimiento más probable y, a la vez el mejor y el peor que puedan obtenerse. Luego pueden utilizarse fórmulas para estimar la media y la variancia de la distribución de probabilidades. <sup>24/</sup> A expertos en el tema se les puede pedir que provean distribuciones subjetivas de rendimientos con medidas de mitigación de desastres naturales y sin ellas.

Debido a que los desastres naturales pueden afectar los beneficios de un proyecto y, también los costos como consecuencia de la destrucción de cultivos y de los sistemas de riego, en algunos casos puede ser deseable obtener distribuciones de la probabilidad de eventos de peligros naturales. La disponibilidad de información de probabilidades sobre peligros naturales dependerá de la cantidad y calidad de información recolectada. Registros más precisos darán mejores distribuciones de probabilidades y, por lo tanto, habrá también una mejor perspectiva de la

---

<sup>24/</sup> Para mayores detalles ver: Jock R. Anderson, John L. Dillon y J. Brian Hardaker, Agricultural Decision Analysis, Ames: Iowa State University Press, 1977.

situación concerniente a los riesgos. La información de probabilidades puede obtenerse de cualquier tipo de riesgos naturales que tengan magnitud y frecuencia mensurables.

Al estimar la distribución de probabilidades del VAN (u otra medida de factibilidad económica) se selecciona típicamente sólo un número selecto de variables sujetas a fluctuaciones, mientras que otras se consideran fijas para fines del análisis. Las variables a las que se les permite variar pueden ser las que se han identificado como importantes en el análisis de sensibilidad, o aquellas que, a través de la observación, se conocen como variables con una amplia gama de fluctuación. Las diversas distribuciones pueden combinarse para formar una distribución de probabilidades del VAN, ya sea matemáticamente o con métodos de simulación mediante el uso de computadora. Por lo general, este último enfoque es el más útil. <sup>25/</sup>

Las rutinas de computadoras que se encuentran disponibles darán repetidamente valores de muestra de las variables tomadas al azar (teniendo en cuenta sus interrelaciones). Estas variables pueden utilizarse más tarde para calcular el VAN. El número resultante de valores del VAN se aproximará entonces a la distribución del valor actual neto. La distribución lleva información acerca del riesgo que puede haber en los proyectos.

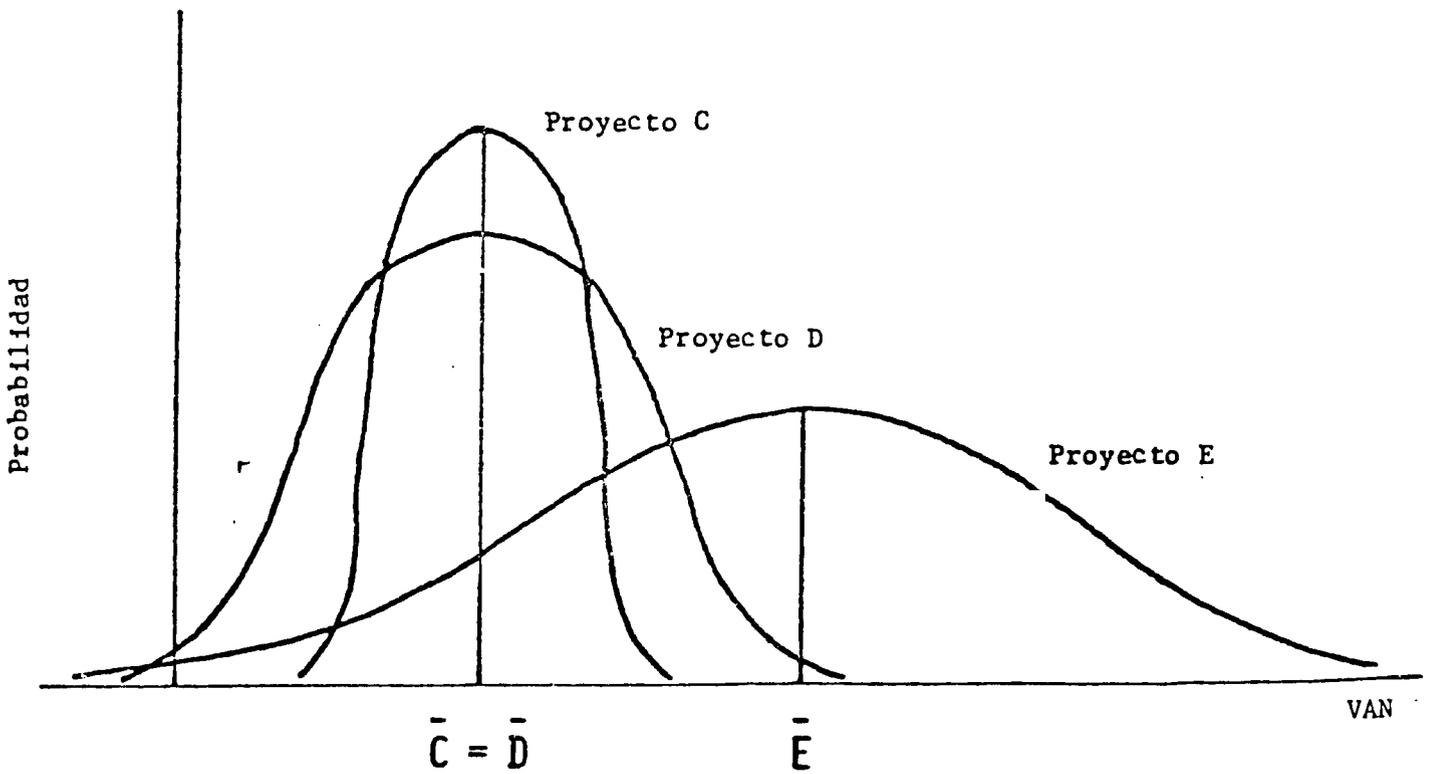
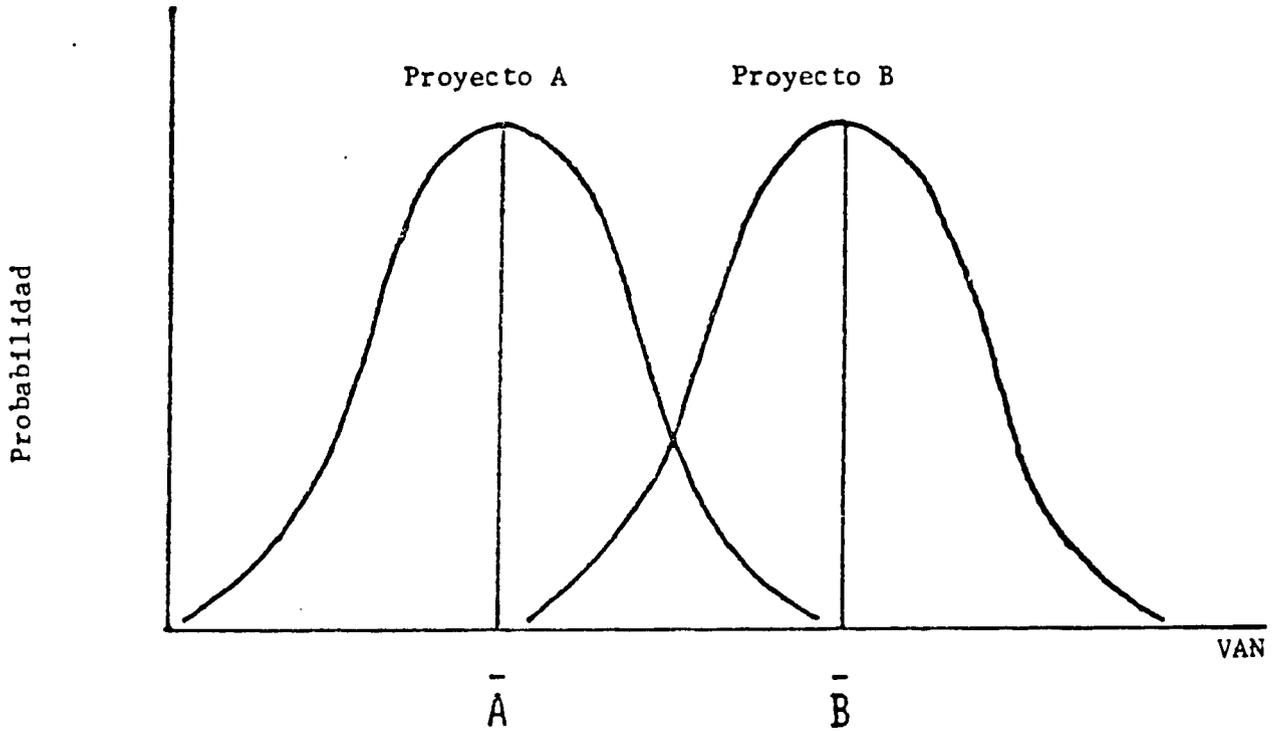
Después de que las distribuciones de probabilidades han sido calculadas se puede calcular la media o los valores promedio de cada distribución a fin de poder seleccionar entre proyectos o entre alternativas dentro de un proyecto. Este es el procedimiento más comúnmente empleado para utilizar los valores más probables de las

---

<sup>25/</sup> Para obtener detalles sobre procedimientos ver Shlomo Reutlinger, Techniques for Project Appraisal Under Uncertainty, (World Bank Staff Occasional Paper No. 10), Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1970. Si se usara más de una variable al azar deberán especificarse las covariancias entre las variables al azar (por ejemplo, precios y rendimientos), pues de otra manera los resultados podrían ser engañosos.

FIGURA 1

Distribuciones de Probabilidad del VAN para Diferentes Proyectos.



MS

variables económicas más importantes. Dicho procedimiento sería un enfoque neutral con respecto a riesgo; o sea que aún cuando fue usada la información de riesgos para estimar la distribución de probabilidades del VAN, la decisión final ignorará el riesgo relativo del proyecto. Se ha argumentado antes, sin embargo, que hay un número de razones por las cuales los gobiernos o las instituciones financieras deberían tener en cuenta el factor riesgo al comparar proyectos. Por lo tanto, la sola consideración del promedio del VAN es inadecuada, y también descarta la información útil contenida en la distribución de probabilidades. Más adelante, se discuten dos métodos para resumir la información de riesgo en una distribución de probabilidades: el análisis de la variancia media y el análisis de seguridad primero.

#### 1. Análisis de la Variancia Media

El análisis de la variancia media puede ser aplicado en la fase de prefactibilidad de un proyecto. La comparación de proyectos puede ser realizada preparando un gráfico con las funciones de probabilidad del VAN. La Figura 1 presenta diversas funciones de probabilidad asociadas a diferentes proyectos. En la parte superior de la Figura se aprecia que los proyectos A y B poseen distribuciones de probabilidades semejantes, pero la distribución de probabilidades del proyecto B se encuentra más hacia la derecha indicando que el VAN promedio es mayor:  $B > A$ . Ambos proyectos tiene el mismo grado de riesgo porque la variancia o dispersión en torno a la medida es la misma. Por lo tanto, el proyecto B sería preferido sobre el proyecto A porque el VAN esperado de aquél es mayor y su grado de riesgo es el mismo.

Varias otras comparaciones de proyectos se representan en la parte inferior de la Figura 1. Los proyectos C y D tienen la misma media, pero el proyecto D presenta un mayor grado de riesgo porque tiene una mayor dispersión en torno a la media. Si sólo se consideraran los valores del VAN medio, la sociedad en este caso se mostraría indiferente entre los proyectos C y D. No obstante, si la sociedad o la entidad prestamista sintiera aversión al riesgo, entonces el proyecto C sería preferido porque habría una posibilidad menor de que el VAN caiga por debajo de la media.

2/27

La comparación de los proyectos C y E es menos clara. El proyecto E tiene una media mucho más alta que el proyecto C, pero su variancia es también mucho mayor. Aquí existe una clara compensación de factores, o sea ventajas y desventajas entre la posibilidad de obtener un mayor VAN esperado y aceptar mayores niveles de riesgo. El encargado de tomar decisiones -- no el analista -- tendrá que decidir el peso que asignará a mayores valores medios de VAN en contraposición a mayores grados de riesgo.

Un análisis de variancia media puede aplicarse fácilmente al ejemplo del proyecto de control de inundaciones, presentado antes. La información que se necesitó para proceder con el análisis son los datos históricos de lluvias muy fuertes y de inundaciones ocurridas en el pasado, incluyendo magnitud y también frecuencia de ocurrencia. De esta información pueden calcularse las medias y variancias estadísticas. Entonces podrá disponerse de datos suficientes para determinar la probabilidad de riesgos, en este caso una inundación. Un planificador de proyectos puede revisar esta información cuando tome una decisión. Además, esta información puede utilizarse para calcular la distribución de probabilidades del VAN de los proyectos alternos de control de inundación. La distribución de probabilidades puede entonces utilizarse para calcular las medias y las variancias del VAN del proyecto. El planificador del proyecto puede apreciar la variancia o el riesgo del VAN resultante de las inundaciones.

## 2. Análisis de Seguridad Primero

La variancia de una distribución refleja la dispersión de las observaciones en torno a la media, tanto positiva como negativa; no obstante, el manejo del riesgo tiene relación principalmente con la reducción de pérdidas y, por lo tanto, se concentra en la parte izquierda de la distribución. Si la distribución de probabilidades es simétrica, como una distribución normal, entonces las decisiones basadas en la variancia, serán adecuadas para los propósitos del manejo de riesgos, porque las fluctuaciones negativas y positivas en torno a la media serán iguales. Sin embargo, algunas distribuciones de probabilidades, tales como las de beta, no son simétricas. Algunos fenómenos de interés para los

1,7

analistas de riesgos parecen seguir distribuciones asimétricas. Por ejemplo, si los rendimientos de maíz dan un promedio de 100 canastos de 27 kg cada uno por acre, una sequía que ocurriera cada 5 años podría ocasionar una baja en la productividad al nivel de cero. No obstante, todo indica que no será posible observar una variación en la productividad de igual magnitud en el sentido inverso, o sea que llegue a los 200 canastos. De esta forma, los analistas querrían seleccionar un criterio de decisión que se concentre en el segmento izquierdo de la distribución. Una ventaja adicional de ese enfoque es que se presta más fácilmente para discusiones sobre minimización de pérdidas. Esta es una importante aplicación para riesgos naturales cuando se consideran medidas de mitigación para la minimización de pérdidas agrícolas. El criterio de seguridad primero podría ser aplicado a riesgos naturales de tipo frecuente, tales como inundaciones y tormentas severas, pero quizá no sería tan útil para el análisis de eventos catastróficos de poca frecuencia, tales como erupciones volcánicas y marejadas.

El difundido análisis de riesgos concentrado en la porción inferior izquierda de la distribución de probabilidades es conocido como el análisis de seguridad primero. Este método puede ser fácilmente aplicado a los análisis de beneficio-costos. El método de seguridad primero puede ser representado así:

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar } \overline{VAN} \\ & \text{Sujeto a } P(VAN < C) \leq a \end{aligned}$$

donde VAN es el valor actual neto medio, P es la probabilidad, C es un valor de umbral crítico, y "a" es un pequeño valor de probabilidad. El criterio de decisión es el de maximizar el VAN sujeto a una restricción que dice que, la probabilidad de que el VAN caiga por debajo de un nivel crítico sea pequeña. Por ejemplo, el encargado de tomar decisiones podrá

15/8

escoger el proyecto con el mayor VAN esperado siempre que la probabilidad de que caiga por debajo de cero sea menos de 5%. <sup>26/</sup>

La Figura 2 presenta la probabilidad acumulativa del VAN para dos proyectos diferentes. Supóngase que el criterio de seguridad primero es establecido como la maximización del VAN sujeta a una probabilidad no mayor de 20% de que caiga por debajo de 20 000 dólares. Como el gráfico lo indica, la probabilidad de que el VAN caiga por debajo del valor crítico establecido es de 40% para el proyecto A y de 15% para el proyecto B. El criterio de seguridad primero recomendaría entonces descartar el proyecto A. De igual forma, si hubiera otros proyectos con menos de 20% de posibilidad de tener un VAN menor de 20 000 dólares, entonces el que tuviera el VAN más alto sería el proyecto que se recomendaría para implementación.

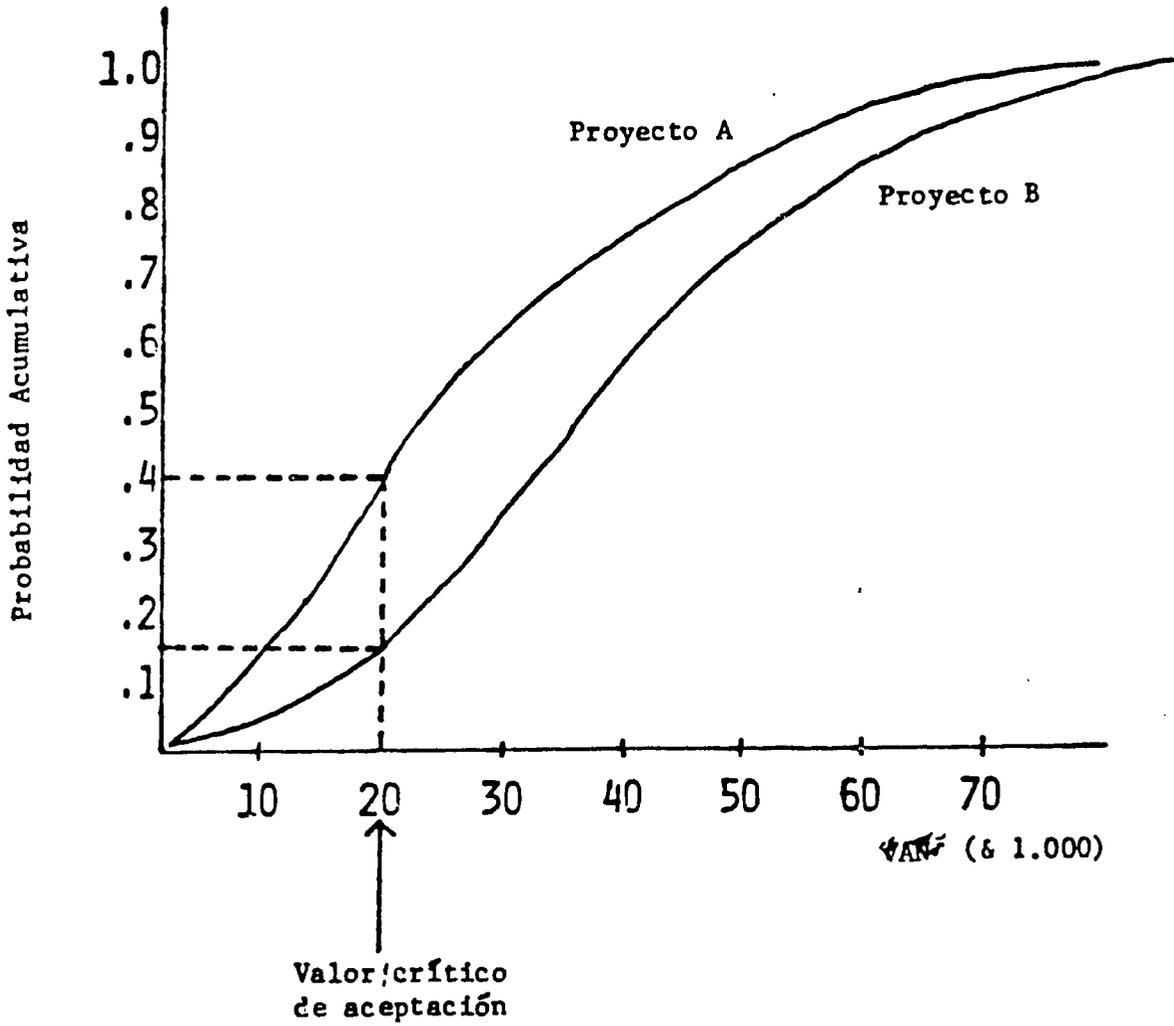
Un enfoque de seguridad primero puede ser aplicado al ejemplo de control de inundaciones, presentado antes. En esta etapa, el planificador de proyectos puede decidir qué nivel de VAN es el mínimo absoluto para que el proyecto continúe. Si el mínimo aceptable del VAN es de un millón de dólares y las probabilidades de que caiga por debajo de esa cifra son de 40, 20 y 70%, respectivamente, para los diferentes proyectos de control de inundaciones, el proyecto con la probabilidad más pequeña es el que tendría que ser seleccionado.

---

<sup>26/</sup> Para una ilustración de la forma de aplicar este enfoque al evaluador, ver Sushil Pandey, "Incorporating Risk in Project Appraisal: A Case Study of a Nepalese Irrigation Project", A/D/C - APROSC, Research Paper Series No. 18, Kathmandú, marzo de 1983.

FIGURA 2

Distribuciones de Probabilidad Acumulativa del VAN para Diferentes Proyectos.



## VII. CONCLUSIONES

Los riesgos naturales pueden tener un impacto económico considerable sobre el sector agrícola en los países en desarrollo. Los efectos pueden ser directos en términos de pérdidas de cultivos y ganado, como también indirectos bajo la forma de desempleo y reducciones de ingresos. Los riesgos naturales y otras formas de riesgos pueden hacer que el resultado de proyectos de desarrollo sean inciertos. Alguna parte de esta incertidumbre puede reducirse a través de medidas de mitigación contra desastres. Los métodos tradicionales para el análisis de proyectos producen valores de criterios de evaluación, y los más utilizados son el valor actual neto, la relación beneficio-costos y la tasa interna de retorno. Estos valores son inadecuados para juzgar proyectos cuyos beneficios y costos varían ampliamente. El analista de proyectos dispone de varios métodos para incorporar los desastres naturales y otros tipos de información sobre riesgos en el análisis de proyectos. Los encargados de tomar decisiones tendrán mayores posibilidades de evaluar mejor los efectos de riesgo en los proyectos cuando se les presenta las distribuciones de probabilidades. Cuando la información sobre riesgos es limitada, los períodos de corte, ajustes en las tasas de descuento y el análisis de sensibilidad pueden utilizarse para evaluar el riesgo en forma rudimentaria. Sin embargo, estos enfoques tienen varias desventajas. Cuando existe mejor información sobre probabilidades, las distribuciones de probabilidad del valor actual neto así como otros criterios de factibilidad pueden ser generados a través de simulaciones por computadoras y otros métodos. Estas distribuciones de probabilidades pueden usarse luego para comparar proyectos basados en el análisis de variancia media y en el de seguridad primero.

0175P

8.22.86

2/6/1

## LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Los propósitos de la Organización de los Estados Americanos (OEA) son los siguientes: afianzar la paz y la seguridad del Continente; prevenir las posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados Miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos, y promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social y cultural.

Para el logro de sus finalidades la OEA actúa por medio de la Asamblea General; la Reunión de Consulta de Ministros de Relaciones Exteriores; los tres Consejos (el Consejo Permanente, el Consejo Interamericano Económico y Social y el Consejo Interamericano para la Educación, la Ciencia y la Cultura); el Comité Jurídico Interamericano; la Comisión Interamericana de Derechos Humanos; la Secretaría General; las Conferencias Especializadas, y los Organismos Especializados.

La Asamblea General se reúne ordinariamente una vez por año y extraordinariamente en circunstancias especiales. La Reunión de Consulta se convoca con el fin de considerar asuntos de carácter urgente y de interés común, y para servir de Órgano de Consulta en la aplicación del Tratado Interamericano de Asistencia Recíproca (TIAR), que es el principal instrumento para la acción solidaria en caso de agresión. El Consejo Permanente conoce de los asuntos que le encomienda la Asamblea General o la Reunión de Consulta y ejecuta las decisiones de ambas cuando su cumplimiento no haya sido encomendado a otra entidad, vela por el mantenimiento de las relaciones de amistad entre los Estados Miembros así como por la observancia de las normas que regulan el funcionamiento de la Secretaría General, y además, en determinadas circunstancias previstas en la carta de la Organización, actúa provisionalmente como Órgano de Consulta para la aplicación del TIAR. Los otros dos Consejos, que tienen sendas Comisiones Ejecutivas Permanentes, organizan la acción interamericana en sus campos respectivos y se reúnen ordinariamente una vez por año. La Secretaría General es el órgano central y permanente de la OEA. La sede tanto del Consejo Permanente como de la Secretaría General está ubicada en Washington, D.C.

La Organización de los Estados Americanos es la asociación regional de naciones más antigua del mundo, pues su origen se remonta a la Primera Conferencia Internacional Americana, celebrada en Washington, D.C., la cual creó, el 14 de abril de 1890, la Unión Internacional de las Repúblicas Americanas. Cuando se estableció la Organización de las Naciones Unidas se integró a ella con el carácter de organismo regional. La Carta que la rige fue suscrita en Bogotá en 1948 y luego modificada mediante el Protocolo de Buenos Aires, el cual entró en vigor en febrero de 1970. Hoy día la OEA está compuesta de treinta y dos Estados Miembros.

**ESTADOS MIEMBROS: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, (Commonwealth de las), Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Dominica, (Commonwealth de), Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Grenada, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, St. Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela.**