REPUBLICA DE CHILE MINISTERIO DEL INTERIOR
OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA
BIBLIOTECA
CENTRO NACIONAL DE DOCUMENTACION
PROTECCION CIVIL
INV. 9/
C.3
MEMORIOOA

estudio de desastres

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA
MINISTERIO DEL INTERIOR

Y

DEPARTAMENTO DE PROGRAMAS
SOBRE EL AMBIENTE
MINISTERIO DE SALUD

1530

ESTUDIO DE DESASTRES

MEMORIA TECNICA
INGENIERO CIVIL
VICTOR HUGO ESPINOSA CARRASCO

CHILE – * – 1978

A G R A D E C I M I E N T O S

Me hago un deber en agradecer la acogida favorable y las facilidades otorgadas para la ejecución del presente trabajo, a las siguientes instituciones:

- Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI).
- Departamento de Programas sobre el Ambiente del Ministerio de Salud Pública.
- Departamento de Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Asimismo, deseo destacar en forma especial la participación y colaboración de:

- Ingeniero, Daniel Juricic Villalón.
  Jefe de la Sección Higiene Ambiental del Ministerio de Salud Pública. Profesor Guía.
- Señor, Alfredo Saleh Murra.
  Jefe del Departamento de Protección Civil de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior.
- Doctor, Horacio Boccardo Zapata.
  Asesor del Ministerio de Salud Pública.

En algunos capítulos específicos de esta Tesis, han colaborado los señores:

- Benito Cuadrado L. y Oscar Badilla S. Ingenieros Agrónomos de la Oficina Coordinadora de Sequía del Ministerio de Agricultura.

- Edgar Kausel K. Ingeniero, Director del Departamento de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile.

- Hugo Moreno R. Geólogo Investigador de la Universidad de Chile.

- Hugo Cárcamo S. Ingeniero Forestal, ONEMI.

- Fernando Maldonado P. Ingeniero Forestal, CONAF.

- Julio Monreal U. Ingeniero, Ministerio de Salud Pública.

- Bayardo Goudeau R. Programador, CODELCO.

Además, quiero agradecer la colaboración brindada por las señoritas: Alicia Núñez B. (Dactilógrafa), Helia Moya H. (Dibujante Técnico), Patricia Muñoz V y María Morales A. (Bibliotecarias del Departamento de Obras Civiles de la Universidad de Chile), Amada Margotta T., y al señor Patricio Moreira S.

Finalmente, deseo hacer extensivos estos agradecimientos a todas las instituciones y personas que no han sido nombradas y han tenido, en alguna medida, participación en esta memoria.

VICTOR HUGO ESPINOSA C.

DEDICATORIA

A MI HIJA Y A MI MADRE

CE

OGO

TULO I INTRODUCCION

TULO II ANTECEDENTES GENERALES

- Antecedentes Nacionales

- Antecedentes Internacionales

ULO III DESASTRES METEOROLOGICOS

Tormentas

.- Introducción

.- Zonas de Riesgo Potencial

.- Medidas Preventivas

.- Medidas de Emergencia

.- Tormentas en Chile

Sequía

- Introducción

- Causas y Predicción de las Sequías

- Consecuencias

- Medidas Preventivas para enfrentar sequía

- Medidas de Emergencia

La sequía en Chile

Ondas Frías

.1.- Inundaciones
.1.1.- Introducción
.1.2.- Zonas de Riesgo Potencial
.1.3.- Medidas Preventivas
.1.4.- Medidas de Emergencia
.1.5.- Inundaciones en Chile
.2.- Desplazamientos de Masas de Suelo
.2.1.- Introducción
.2.2.- Zonas de Riesgo Potencial
.2.3.- Medidas Preventivas
.2.4.- Medidas de Emergencia
.2.5.- Antecedentes necesarios en un desplazamiento de suelo
.6.- Comportamiento ante sismos según los tipos y condiciones de suelos
.7.- Desplazamiento de Masas de suelo en Chile

ITULO V DESASTRES TELURICOS Y TECTONICOS
.- Terremotos
1.- Introducción
2.- Intensidad de un Sismo
3.- Magnitud de un Sismo
4.- Zonas de Riesgo Potencial
5.- Daños provocados por los Terremotos
6.- Metodología y Análisis de daños Sísmicos

.1.8.- Medidas de Emergencia
.1.9.- Terremotos en Chile
.2.- Tsunamis
2.1.- Introducción
2.2.- Magnitud de un Tsunami
2.3.- Velocidad y Amplitud
2.4.- Orígenes
2.5.- Zonas de Riesgos Natural Potencial
2.6.- Medidas Preventivas
2.7.- Medidas de Emergencia
2.8.- Tsunamis en Chile
3.- Erupciones Volcánicas
3.1.- Introducción
.2.- Acción Volcánica y Productos Volcánicos
.3.- Torrentes de Lava
.4.- Domos
.5.- Tefra o Materiales Piroclásticos
.6.- Torrentes de Cenizas
.7.- Aludes Incandescentes
.8.- Lahares
.9.- Gases Volcánicos
10.- Predicción de Erupciones
11.- Zonificación Volcánica
12.- Erupciones Volcánicas en Chile
TULO VI ACCIDENTES
- Falla en las Construcciones

6.1.2.- Fallas en los Caminos
6.1.3.- Puentes
6.1.4.- Estanques Elevados
6.2.- Explosiones
6.2.1.- Introducción
6.2.2.- Clases de Explosiones
6.2.3.- Explosivos
6.2.4.- Incendios y Explosiones
6.2.5.- Zonas de Riesgo Potencial
6.2.6.- Efecto de las Explosiones
6.2.7.- Medidas Preventivas
6.2.8.- Medidas de Emergencia
6.3.- Incendios Urbanos
6.3.1.- Introducción
6.3.2.- Triángulo de Fuego
6.3.3.- Clasificación de los Incendios
6.3.4.- Orígenes y Causas
6.3.5.- Causas de Propagación
6.3.6.- Zonas de Riesgo Potencial
6.3.7.- Riesgo de Incendio
6.3.8.- Clasificación de la Resistencia al Fuego de los edificios
6.3.9.- Medidas Preventivas
6.3.10.- Salvamento de Vidas
6.3.11.- Incendios Urbanos en Chile

6.4.- Incendios Forestales

6.4.1.- Introducción

6.4.2.- Combustión

6.4.3.- Factores que afectan el grado de Energía Liberada

6.4.4.- Clasificación de los Incendios Forestales

6.4.5.- Forma y Velocidad de Propagación

6.4.6.- Efectos de los Incendios Forestales

6.4.7.- Causas Generales de los Incendios Forestales

6.4.8.- Características del Comportamiento de los Fuegos y su Medio Ambiente

6.4.9.- Combustible del Bosque

6.4.10.- Comunicación

6.4.11.- Transporte

6.4.12.- Personal para el control de Incendios Forestales

6.4.13.- Pasos a seguir en la información y control de un incendio

6.4.14.- Incendios Forestales en Chile

6.5.- Introducción de Tóxicos o Agentes Patógenos en los sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

6.5.1.- Introducción

6.5.2.- Agentes Biológicos

6.5.3.- Agentes Químicos

6.5.4.- Causas más Probables de Contaminación

6.6.- Otros

6.6.1.- Contaminación de Aguas

6.6.2.- Contaminación Atmosférica

6.6.3.- Accidentes de Tránsito

6.6.4.- Pérdidas de Suelo

6.6.5.- Accidentes Mineros

6.6.6.- Accidentes Aéreos y Ferroviarios

6.

CAPITULO VII OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

7.1.- Observaciones Generales Citadas por la UNDRO

7.2.- Recomendaciones y Conclusiones Generales

ANEXOS

Anexo Nº 1 Estadísticas Nacionales

Anexo Nº 2 Resumen de las Necesidades de Saneamiento en Situaciones de Desastre

Anexo Nº 3 Reservas de Equipos y Suministros

Anexo Nº 4 Reacciones Sicológicas en Desastres

Anexo Nº 5 Problemas de Roedores Artrópodos en Situaciones de Desastres

Anexo Nº 6 Estadísticas Computacionales

Anexo Nº 7 Aspectos Económicos y Poblacionales de Chile

Anexo Nº 8 Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI)

BIBIOGRAFIA

P R O L O G O

El objetivo fundamental de la presente memoria, patrocinada por el Servicio Nacional de Salud (SNS) y la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI), es llamar la atención a los profesionales, especialmente a los ingenieros civiles, sobre los graves problemas que enfrenta la humanidad y a los que se ve abocada la ciencia frente a los desastres, y así invitarlos a colaborar con sus conocimientos en nuestro país en esta gran tarea que patrocinan las Naciones Unidas por intermedio de la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en caso de Desastre (UNDRO). Otro objetivo es que sirva de ayuda para la Protección Civil.

Los ingenieros deben dedicar atención especial al diseño y construcción de edificios y otras estructuras de ingeniería civil en las zonas de alto riesgo potencial. Los asentamientos humanos deben estar ubicados en lugares de riesgo mínimo. Los asentamientos deben estar diseñados y administrados de tal manera que se aminoren todos los tipos de riesgos a que puedan estar expuestos en una zona determinada.

Es muy importante destacar que las medidas de seguridad y prevención, muchas veces no se consideran por evitar un aumento en el costo, aun cuando el riesgo que se corre en vidas humanas y daños materiales es muy alto. Entre estos errores podemos mencionar algunos de una gran lista:

a) Mala distribución de los asentamientos humanos, que aumentan los riesgos.

b) Incumplimiento de las medidas de seguridad contra incendios en el diseño de los edificios.

c) Mala ubicación de industrias, que pueden causar

explosiones o emanaciones de gases tóxicos.

d) Ubicación de poblados en pasillos de aludes, zonas sísmicas o en planicies de inundación.

e) Escasa aplicación de los planes para evitar el avance de la erosión, del desierto, etc.

Por lo tanto, sería aconsejable considerar en los programas de estudios de la Escuela de Ingeniería una cátedra destinada a la "Prevención y Emergencia frente a los desastres", que evitaría el desconocimiento de esta materia logrando enfrentar mejor estas calamidades.

La Ingeniería Sanitaria tiene múltiples conexiones con variadas disciplinas y actividades, y a su vez el Ingeniero Sanitario debe estar preparado para enfrentar cada situación con un criterio amplio, dado que esta profesión es muy extensa en su campo de acción y de gran importancia en su contenido, hecho que no sólo le permite sino que le exige encarar los problemas del ambiente en conjunto con otros profesionales. Consecuentemente con esto, en la presente memoria han cooperado y asesorado directa o indirectamente ingenieros (civiles, químicos, forestales y agrónomos), geólogos, meteorólogos, programadores, médicos, psicólogos y también otros distinguidos especialistas. Corroborando esta idea, es conveniente citar que el Comité de Educación Profesional de la Asociación Americana de la Salud Pública define a un Ingeniero Civil Sanitario como " un ingeniero adiestrado en técnicas que le permiten asesorar, administrar, supervisar o dirigir actividades profesioneals o científicas en que los conocimientos y la pericia en materia de ingeniería son esenciales

para identificar y controlar los factores ambientales que pueden tener efecto perjudicial en el bienestar físico, mental o social del hombre".

Es conveniente recordar que en Chile se realizó en 1970 el "Seminario sobre la Ingeniería Sanitaria ante una Situación de Catástrofe", organizado por la Sección Ingeniería Sanitaria del Departamento de Obras Civiles de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, con el patrocinio de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI), el Capítulo Chileno de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, a través del Convenio Chile 6.400. En este evento particparon prestigiosas autoridades científicas del país.

Este tema se incluye en forma muy breve en la cátedra Saneamiento I de la especialidad, y que en definitiva fue la razón que motivó la realización de esta memoria junto a la orientación recibida del Ingeniero Daniel Juricic Villalón (Profesor Guía) y del Médico Horacio Boccardo Zapata, ambos profesores de dicha cátedra.

En el presente estudio, se comienza exponiendo algunos antecedentes de importancia, tanto nacionales como extranjeros, como una muestra breve de las graves consecuencias que causan algunos desastres, tanto a los habitantes como a la economía de un país.

Los capítulos siguientes describen los distintos desastres, entregando una visión general de ellos, las medidas preventivas y de emergencia correspondientes, y destacando fundamentalmente

aquellas materias relacionadas con la Ingeniería Civil. En algunos puntos fueron incluídas estadísticas que sirvieron para entregar ciertas deducciones o simplemente como información adicional.

En el capítulo 7, se incluyen conclusiones generales emitidas en su gran mayoría por la UNDRO por intermedio de la bibliografía adjunta. Se incluye además un pre-estudio de estadísticas computacionales, algunos mapas de desastres a confeccionar y varios temas posibles de memoria.

Finalmente se agregan anexos que pueden ser de gran utilidad en relación con las medidas preventivas y de emergencia frente a un desastre.

Es importante destacar además, que para la realización de esta memoria se ha contado con la valiosa ayuda de expertos profesionales en cada tema y de una excelente bibliografía, en su mayoría de estudios realizados por las Naciones Unidas, de las cuales se han tomado y estudiado las ideas principales consecuentes con los objetivos de esta memoria.

Es obvio también, que cada punto de este trabajo otorga por sí sólo posibilidades para el estudio y realización de varias memorias específicas en todas las especialidades; por ello, se exponen los problemas en forma general, aun cuando es claro que se podría profundizar hasta los límites que se desee.

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Para todas las poblaciones de los paises del mundo, con excepción de la guerra, nada crea una amenaza tan grave para el medio humano como los desastres naturales, tales como inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, tormentas, tsunamis y otros. En los últimos decenios, los desastres naturales causaron, directa o indirectamente, aproximadamente dos millones de muertos. De este total más de 500.000 murieron como resultado del maremoto de la bahía de Bengala de 1970 y 100.000 perecieron en los terremotos de Irán (1969), de Perú (1970) y de Guatemala (1976).

Además de las muertes que ocasionan los desastres naturales, también causan grandes pérdidas económicas; solamente en el Asia Sud-Oriental los ciclones tropicales causaron daños por un monto aproximado a 500.000 millones de dólares en 1970, en tanto que el terremoto producido en Chile en julio de 1971 originó daños de alrededor de 150 millones de dólares.

Los muertos y los daños materiales causados por los desastres, van acompañados de graves perturbaciones sociales y físicas que afectan más duramente a los sectores de la población que poseen menos recursos.

Las pérdidas originadas por los desastres aumentan con el tiempo paralelamente al crecimiento demográfico (que incrementa el número de personas expuestas al riesgo), a la urbanización (que acrecienta las pérdidas de vidas y bienes) y al desarrollo económico (que aumenta el volumen y el valor de los bienes que pueden ser destruídos). (2)

Los desastres naturales dejan una gran cantidad de personas sin hogar, privadas de alimentos adecuados, ropa y otros artículos esenciales y, además, expuestas a condiciones climáticas

adversas y a la propagación de enfermedades.

Como la protección de la salud no puede ser eficaz sin crear un ambiente saludable, es evidente que una de las necesidades primordiales, dentro de las obras de socorro en caso de desastres, es la prestación inmediata de los mejores servicios sanitarios que permitan las circunstancias y los recursos disponibles.

Los desastres constituyen un importante problema que pueden interferir con el desarrollo, por lo tanto es necesario dar una gran importancia a las medidas preventivas, considerando especialmente un aprovechamiento adecuado de la tierra y una planificación física y constructiva relacionadas con la ubicación de los asentamientos humanos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un desastre natural es un acto de la naturaleza de tal magnitud que da origen a una situación catastrófica en la que súbitamente se desorganizan los patrones cotidianos de vida y la gente se ve hundida en el desamparo y el sufrimiento; como resultado de ello, las víctimas necesitan víveres, asistencia médica y de enfermería, así como otros elementos fundamentales de vida y protección contra factores y condiciones ambientales desfavorables. (1)

Según la ONEMI, un desastre o catástrofe se produce cuando "sobre una extensión determinada sobrevengan destrucciones y daños materiales que amenacen al mismo tiempo la vida y la salud del hombre y cuando los poderes públicos se encuentran ante la necesidad de comprometer los efectivos y medios requeridos para eliminar los efectos de la catástrofe por métodos de intervención que difieren por su ritmo y por su forma de las actividades habituales." (11)

C A P I T U L O II

ANTECEDENTES GENERALES

2.1.- ANTECEDENTES NACIONALES

Las pérdidas, tanto directas como indirectas, que ha sufrido nuestro país por los desastres naturales o causados por el hombre son cuantiosas y alcanzan cifras dramáticas. Estas pérdidas causan grandes trastornos socio-económicos, debido, por una parte por la destrucción de los recursos existentes y la ejecución de las medidas de emergencia, rehabilitación y reconstrucción, y por otra parte al gran número de muertos, heridos y damnificados.

En los últimos 35 años, por concepto de terremotos, sequías, temporales e inundaciones y erupciones volcánicas, Chile ha sufrido grandes pérdidas, que se detallan en el Anexo Nº1. Las pérdidas directas totales estimativas de estos desastres son: (8)

Pérdida directa en dólares	US$1.500.000.000.-
Personas fallecidas	33.000.-
Personas heridas	64.000.-
Personas damnificadas (sin incluir sequía)	5.000.000.-
Viviendas destruídas	250.000.-
Viviendas dañadas	750.000.-

Si a estas pérdidas agregamos los daños indirectos; interrupción de faenas, pérdidas de producción de mercado, de mano de obra calificada y otras que han provocado todos los demás desastres, tendríamos cifras tan significativas que justifican plenamente cualquier esfuerzo nacional que se realice para reducir estos valores.

2.2.- ANTECEDENTES INTERNACIONALES

En el mundo, las regiones más expuestas a desastres son, el círculo de paises que bordean el Mar Meridional de China (Tifones), la Bahía de Bengala (Ciclones), el Atlántico Occidental, el Caribe y el Golfo de México (Huracanes), el extremo Septentrional de Africa (Inundaciones y Terremotos) y el Anillo de Fuego de todos los paises que rodean el Océano Pacífico como Japón, Las Américas y la URSS (Terremotos). (2)

En la figura Nº 1, se muestran los epicentros de los terremotos ocurridos en 1974, que nos permite apreciar las zonas más sísmicas del mundo. Chile es un país con un alto riesgo sísmico. (12)

A continuación se entregará una lista de desastres internacionales, que permitirá en cierta medida apreciar la magnitud de los daños que puede provocar un desastre.

Huracán (Junio de 1957, Texas, EEUU) (4)

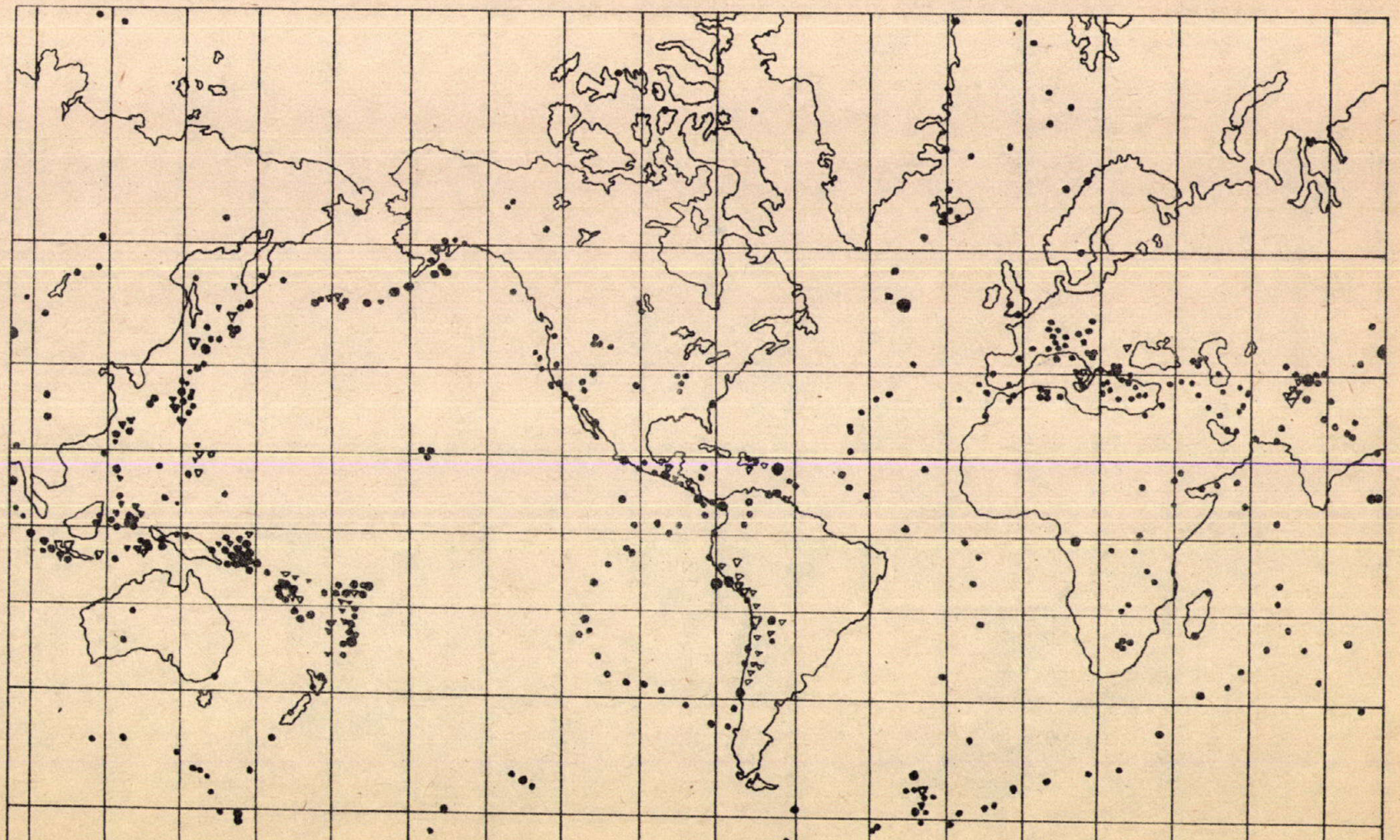
Número de muertos	370
Número de heridos	3.883
Número de hospitalizados	220

Huracán (Octubre de 1976, La Paz, México) (ONEMI)

Número de muertos	625
Número de heridos	1.400
Casas destruídas	10.000
Velocidad (Km/hr)	190

FIGURA Nº1

TERREMOTOS DE 1974, MAPA DE EPICENTROS (12)



Inundación (Julio a Octubre de 1974, Bangladesh) (ONEMI)

Número de muertos	1.200
Número de muertos por enfermedad o hambre	27.500
Población afectada	36.000.000
Casas destruídas	425.000
Casas parcialmente destruídas	868.000
Instituciones de educación afectadas	16.200
Camino inundado (Km)	1.300
Pérdidas en dólares	579.200.000
Costo de la ayuda (US$)	185.800.000

Inundación (Marzo de 1976, Manila, Filipina) (ONEMI)

Número de muertos	160
Casas afectadas	115.558
Población afectada	602.000
Area inundada (Há)	16.000
Casas inundadas	30.000

Deslizamientos de Tierras (Abril de 1974, Muyunmarca, Perú)(12)

Número de muertos 450

Otros daños: El río Mantaro se obstruyó durante 44 días causando inundaciones y daños a la tierra y caminos y aldeas río arriba. Después de romperse la represa de escombros el 8 de junio, la descarga alcanzada fue de alrededor de 10.000 m^3/seg causando extenso daño

río abajo, pero, gracias a la evacuación precautoria, no murió ninguna persona.

Terremoto (Diciembre de 1972, Managua, Nicaragua) (ONEMI)

Número de muertos	19.120
Número de heridos	36.000
Número de desplazados	250.000

Tsunami (1883, Kradatoa) (58)

Durante la Erupción del Volcán Krakatoa, en 1883, se produjeron Tsunamis que destruyeron las aldeas costeras de las proximidades de Java y Sumatra donde murieron más de 36.000 personas.

Erupción Volcánica (1815, Isla de Sumbawa) (58)

La erupción de Tambora, en la isla de Sumbawa, en 1815, enterró las partes próximas al volcán hasta una profundidad de 1,50 a 20 mts., y en ls isla de Lombok, 140 Kms. al oeste del volcán, las cenizas tenían un espesor de 50 cms. La amplia destrucción de cultivos produjo una hambruna que, según se dice, mató a más de 80.000 personas.

Explosión (Abril de 1947, Texas) (14)

Número de muertos	490
Número de heridos	3.000

Explosión (Diciembre de 1917, Halifax, Inglaterra) (14)

En una fábrica de explosivos, se produjo una explosión que ocasionó la muerte de 1.500

personas.

Incendio (Diciembre de 1903, Chicago) (14)
En el teatro Iroquois, se produjo un incendio que ocasionó la muerte de 602 personas.

Terremoto y Conflagración (Septiembre de 1923, Tokio) (14)
Murieron 91.344 personas en Tokio y Yokohama.

Incendio Forestal (Octubre de 1918, Minesota, EEUU) (14)
Provocó la muerte de 559 personas.

Epidemias (57)
Es conveniente recordar, aun cuando en la época actual existen medidas que previenen la enfermedad, que en Europa se estima que murieron 25 millones de personas como consecuencias de la Peste Bubónica, en el siglo XIV. La viruela, causó la muerte de 60 millones de personas, en el siglo XVIII.

Los antecedentes mostrados nos permiten apreciar la gravedad del problema que representan las catástrofes para nuestra civilización.

C A P I T U L O III

DESASTRES METEOROLOGICOS

Se denominan desastres Meteorológicos a todos aquellos desastres naturales que tienen ese origen.

Entre ellos se pueden mencionar: tormentas (huracanes, tornados, ciclones, tormentas de nieve, temporales), ondas frías, ondas cálidas, sequías, marejadas. De este grupo se estudiarán las tormentas, la sequía y muy suscintamente las ondas frías. El análisis de las marejadas es similar a los tsunamis.

3.1.- TORMENTAS

3.1.1.- INTRODUCCION

Las tormentas, conocidas según las diferentes partes del mundo con distintos nombres como Ciclones en el Océano Indico, Huracanes en el Océano Atlántico, Tifones en el Océano Pacífico, pueden producir corrientes aéreas giratorias con una velocidad de 100 a 400 km/hora y una velocidad de desplazamiento de 50 a 70 km/hora. A menudo se acompañan de lluvias copiosas, inundaciones, incendios y explosiones.

Las cubiertas de los edificios son arrastradas por el viento por carecer de anclajes suficientes. El viento también rompe los vidrios de las ventanas y los muros ligeros que quedan sometidos a una presión positiva que actúa de dentro hacia afuera del edificio y a las poderosas fuerzas de succión ocasionadas por el propio viento fuera del edificio.

Además de los daños primarios causados por la fuerza de la tormenta misma (casas destechadas, árboles desarraigados, etc.), los objetos sólidos que arrastran consigo producen daños extensos a la vida humana y a la propiedad. Los vientos tempestuosos levantan toda clase de materiales y los lanzan con gran fuerza. Las tormentas producen averías en las líneas y postes de energía eléctrica, interrumpen el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de agua potable y desagües, así como de las estaciones de

bombeo que trabajan por electricidad. Se plantean problemas de eliminación, porque se acumulan desechos que favorecen la propagación de moscas y otros organismos nocivos.

La destrucción de las líneas eléctricas de tendido aéreo, ocasiona graves daños en el suministro de electricidad. Los cortocircuitos pueden originar un peligro de incendio.

3.1.2.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

La configuración del relieve de la tierra, como por ejemplo la distribución de pequeñas colinas, podría proteger ciertos espacios contra determinadas direcciones del viento; así también zonas de bosques con árboles de raíces profundas. Estas zonas son de bajo riesgo.

Las zonas costeras y ribereñas, las gargantas y valles estrechos, que aumentan la velocidad de los vientos y su poder destructor, son de alto riesgo local, si la dirección y velocidad del viento y condiciones ambientales (materiales sueltos, edificios poco resistentes, etc.) son tales que dejan una zona expuesta al bombardeo de materiales arrastrados.

3.1.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS (49)

3.1.3.1.- En las Ordenanzas de la Construcción

La carga de diseño debida al viento, en las zonas de tormentas, deberá considerarse como una carga primaria.

Todas las cargas debidas al viento constituyen cargas dinámicas, puesto que son consecuencia de un fluído en movimiento; pero para simplificar el diseño, se supone que actúa como carga estática, equivalente a las cargas dinámicas. Sin embargo esta hipótesis no es correcta en ciertos tipos de estructuras vulnerables a las fuerzas del viento, como algunas torres especiales, las chimeneas altas y los puentes colgantes.

En el análisis estático y dinámico de las estructuras sometidas a cargas debidas al viento, deberán considerarse los siguientes factores:

a) La velocidad del viento.

b) El factor de la forma del edificio.

c) El factor de ráfagas.

d) La relación Altura-Velocidad.

e) El efecto de Succión.

En los edificios importantes (centrales nucleoeléctricas, hospitales, edificios públicos) las cargas de cálculo debidas al viento deberán ser tales que sean mínimas las probabilidades de que sean superadas durante el tiempo que haya de durar la estructura, ya que la intensidad de diseño del viento depende, además de la zona, del período de de cálculo considerado. Los edificios no deben situarse en zonas de riesgo potencial alto.

En el diseño se deben considerar materiales adecuados con uniones que permitan que los muros se fijen fir-

mémente a los cimientos y al techo.

Finalmente, los materiales de construcción, que no deberían usarse en zonas de tormentas son:

a) Muros de adobes o bloques de barro sin cocer.

b) Muros de cañizo.

c) Mortero de arcilla.

d) Cubiertas u otros elementos con baja resistencia al viento.

3.1.3.2.- En las Construcciones

Al tratar de mejorar la seguridad de las pequeñas edificaciones, que son las más vulnerables en las zonas de tormentas, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

a) Colocar tirantes de protección (Fig. Nº 2-A).

b) Elevar el nivel del terreno, si esto resulta posible, para proteger los edificios contra las inundaciones (Fig. Nº 2-B).

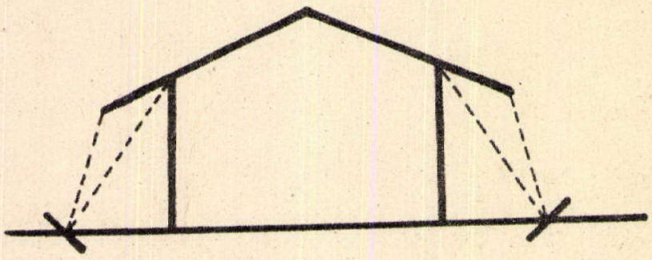
c) Seleccionar un suelo de buena cimentación que no pierda su capacidad para soportar la carga, incluso cuando esté anegado.

d) Proteger los edificios plantando árboles a una distancia no inferior a 15 metros del edificio (Fig. Nº 2-B).

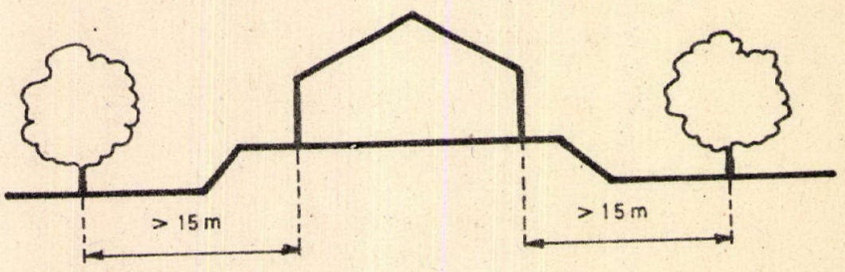
e) Reducir al mínimo el empleo de cubiertas livianas de débil pendiente y planas.

f) Reducir al mínimo el empleo de cornizas, mar-

FIGURA Nº 2



A TIRANTES DE PROTECCION



B ELEVACION DEL TERRENO Y PLANTACION DE ARBOLES

quesinas, etc.

g) Utilizar en lo posible materiales pesados.

h) Prevenir la solevación del edificio (Fig. Nº 3-A).

i) Fijar riostras de contraviento para proporcionar estabilidad (especialmente en edificios con grandes salas o naves, como escuelas, etc) (Fig. Nº 3-B).

j) Considerar buenos anclajes y conexiones de los elementos que constituyen el edificio; por ejemplo, las tejas deberán fijarse a las latas; las latas a los listones de la cercha; las cerchas a las correas de cubierta; las correas al armazón del muro; el armazón del muro a los cimientos. (Fig. Nº 4; A, B, C y D).

k) Mantener las construcciones en un estado compatible con las fuerzas previstas en su diseño, o demolerse construcciones viejas y ruinosas que ya no es posible reparar.

l) Proteger las ventanas mediante contraventanas fijas (Fig. Nº 5-A) o mediante la adopción de medidas provisionales de protección (Fig. Nº 5-B). Al romperse los vidrios de las ventanas el viento de la tempestad penetra fácilmente en las habitaciones, lo que ocasiona presiones ascensionales sobre las cubiertas y la posible

destrucción de todo el edificio. Se recomienda que en las ventanas se reduzca al mínimo el empleo de grandes láminas de vidrio. Los marcos de las ventanas deben ir bien anclados a los muros. Las ventanas y las puertas exteriores deberán construirse de manera que sean lo suficientemente fuertes para resistir los efectos de las ráfagas de viento.

m) Proteger las construcciones de madera contra la descomposición mediante una capa de pintura y contra los hongos y termitas con el empleo de insecticidas. Las bandas y anclajes metálicos deberán protegerse con pintura anticorrosiva. Estas medidas evitan que las viviendas queden destruídas durante una tempestad y deteriorarse algunos elementos estructurales.

3.1.3.3.- Generales

a) Considerar todas las medidas preventivas contra incendios e inundaciones. Estas catástrofes son generalmente secuela de las tormentas.

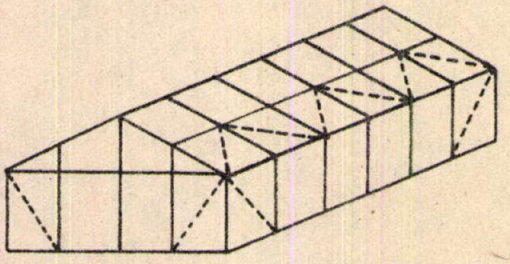
b) Proteger las zonas de muelles o las tierras ribereñas vulnerables con sacos de arena.

c) Almacenar agua suficiente y contar con tuberías de capacidad adecuada para luchar contra el fuego.

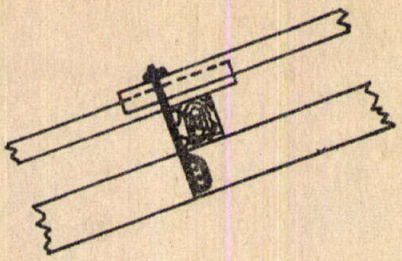
FIGURA Nº 3

MALA MEJOR

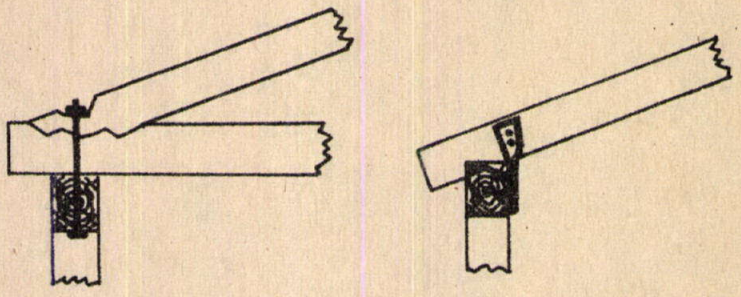
A PREVENCION DE SOLEVACION



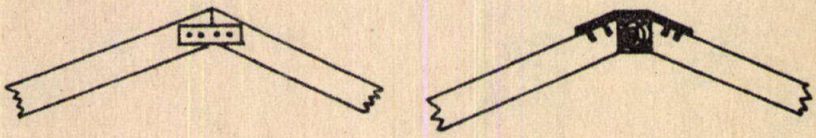
B RIOSTRAS DE CONTRAVIENTOS



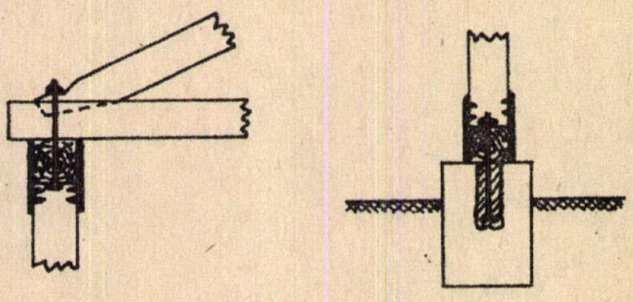
A FIJACION DEL RECUBRIMIENTO SOLAPADO A LAS LATAS Y LISTONES



B FIJACION DE LAS CERCHAS A LAS CORREAS DE ENTRAMADO DE LA



C FIJACION DE LAS PENDIENTES DE UNA CUBIERTA



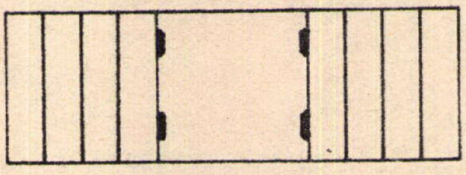
D FIJACION DE LA CORREA DE UN ENTRAMADO DE CUBIERTA AL ARM

MURO Y DEL ARMAZON DEL MURO A LA CIMENTACION

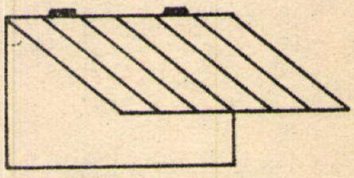
FIGURA Nº5

(49)

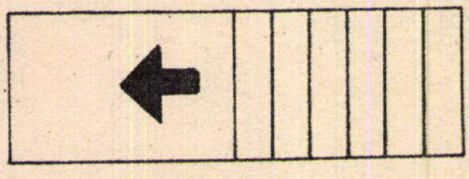
A PROTECCION MEDIANTE CONTRAVENTANAS



BISAGRAS LATERALES

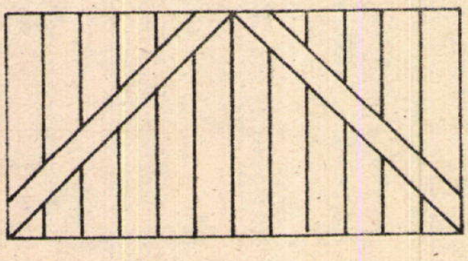


BISAGRAS EN LA PARTE SUPERIOR



CORREDERA

B REFUERZO CON TABLEROS



d) Recoger y poner a salvo materiales sueltos, herramientas y equipo ligero. Estos materiales podrían causar graves daños a la vida humana y a las viviendas.

e) Tomar precauciones contra la erosión de zonas sujetas a inundaciones.

f) Podar los árboles y derribar los que pudieran ser peligrosos (especialmente los secos)

g) Los árboles de raíces profundas pueden servir de protección natural contra los vientos.

3.1.3.4.- Alertas

Es necesario mantener una buena coordinación entre los sistemas de seguimientos (probablemente internacionales) y alerta con los organismos meteorológicos, autoridades públicas y la oficina nacional de emergencia de un país.

Los sistemas de seguimiento permiten, en la mayoría de los casos, definir la trayectoria que describirá una tormenta y con ello concentrar las medidas de alerta y precaución a una zona más reducida. El tiempo que se dispone para la alerta dependerá del tipo de tormenta.

3.1.4.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Antes de que empiece la temporada de tormentas o antes que comience una tormenta en una zona determinada, deberá adoptarse las siguientes medidas generales de precaución:

a) Fijar las partes de las cubiertas que no estén

bien sujetas como tejas, y repararse contraventanas.

b) Eliminar los árboles secos o que se estén secando y los objetos movedizos deberán quedar bien sujetos a la casa o protegidos con una red contra tormentas.

c) Reforzar las casas y cubiertas con tirantes.

d) Tener una reserva de tableros, contraventanas contra la tempestad y maderos para cubrir las ventanas y arriostrar las puertas exteriores.

e) Reforzar bien y/o perforar los rótulos y carteles colgados.

f) Evacuar o proteger a las personas que estén expuestas a alto riesgo como consecuencia de la tormenta, en planicies de inundación, en terrenos expuestos a la destrucción de líneas eléctricas, a los que vivan en construcciones muy deficientes, etc.

g) Proteger a la población de la propagación de epidemias, ya que según la cadena de acontecimientos, las tormentas, siempre van acompañadas de inundación y ésta de epidemia.

h) Emitir claramente las medidas que debe adoptar el público en las diferentes etapas de la alerta.

3.1.5.- TORMENTAS EN CHILE

En nuestro país no ocurren tormentas tropicales como ciclones, tifones o huracanes.

En Chile, son frecuentes los vientos fuertes acompañados comúnmente por grandes lluvias, y se denominan a estos fenómenos temporales.

En un gran porcentaje, los temporales han sido acompañados por inundaciones y de todas las consecuencias propias de este tipo de desastre.

Las estadísticas nacionales más importantes en los últimos 35 años se muestran en el cuadro Nº 19 del Anexo Nº 1. Las regiones más afectadas por esta catástrofe son la V, VI, VII, VIII y Area Metropolitana.

3.2.- SEQUIA

3.2.1.- INTRODUCCION

La disponibilidad de Recursos Hídricos de un país se ve gravemente afectada cuando se presentan períodos de sequía, con el consiguiente daño para los programas sanitarios y agrícolas, entre otros. En una sequía, el recurso agua disminuye notablemente creando dificultades para satisfacer las distintas demandas en industrias, minería, riego, energía eléctrica y, lo que es más importante, en agua potable, aun cuando la legislación chilena estipula que frente a una situación de esta naturaleza tiene la primera prioridad. En todo caso, generalmente es necesario que se adopten medidas de racionamiento para solucionar en parte el déficit de este recurso en las otras actividades cuya importancia no podemos desconocer.

Estadísticamente, puede hablarse de sequía o déficit de precipitaciones cuando en una zona la caída pluviométrica, en un período determinado, es inferior a lo establecido como normal de acuerdo a los promedios para dicho período. Dichos promedios son los obtenidos a través de un registro de 30 años como mínimo, conforme a acuerdos internacionales.

Desde otro punto de vista, podría definirse la sequía como un estado que se presenta cuando la disponibilidad de Recursos Hídricos, en una determinada zona o localidad, no son suficientes para satisfacer los requerimientos norma

les de consumo humano, animal, vegetal e incluso industrial. Este déficit puede ser causado por baja pluviométrica o por mala distribución. Ambos casos son igualmente graves.

La definición estadística tiene menor significación, pués si consideramos, por ejemplo, el ámbito agrícola, más que la caída total de lluvias dentro de un determinado período, importa y es decisiva la distribución a lo largo del año, o la caída de lluvias en períodos o épocas que favorezcan en forma directa a los cultivos o plantas. La segunda definición, siendo más general, involucra una idea más clara, ya que se refiere a la disponibilidad del recurso, tanto desde el punto de vista de precipitación de lluvia, como agua superficial obtenida por derretimiento de nieve o bien por escurrimiento superficial. Sin embargo, suele haber una relación entre la caída de lluvia y nieve y los períodos de sequía.

3.2.2.- CAUSAS Y PREDICCION DE LAS SEQUIAS

No es posible establecer períodos cíclicos para la ocurrencia de las sequías, ni tampoco precisar con exactitud las causas o factores de su origen, aun cuando hay algunas teorías que relacionan dicho fenómeno con las manchas solares, basadas en el ciclo solar de 11,3 años como promedio en que el sol experimenta un "Máximo de Actividad Solar". Otras teorías la relacionan con los cambios en el medio ambiente producidos por la actividad humana.

En Chile, entre 1824 y 1976 se observaron 9 años

aislados con precipitaciones suficientemente bajas como para producir problemas y "serie de años secos" que van de 3 a 13 años (con 1 ó 2 años lluviosos intercalados en los períodos más largos), estos son los siguientes: (Oficina Coordinadora de Sequía del Ministerio de Agricultura)

CUADRO Nº 1

Años Deficitarios		Años Lluviosos	Años desde serie anterior
1830-1832	3	-	-
1838-1840	3	-	5
1863-1875	11	1864-1868	23
1889-1897	8	1891	13
1906-1917	10	1907-1914	9
1923-1925	3	-	5
1943-1947	4	1944	17
1954-1964	10	1962	6
1967-1976	5	1972-1974	2

Estas series secas se presentan cada vez más cercanas unas de otras y separadas por años cada vez menos lluviosos. La tendencia hasta el momento es una gradual disminución de las reservas de aguas naturales que estan usando como complemento y/o sustituto de las aguas de lluvia.

No hay una teoría aceptable que explique en forma completa como los cambios solares se transforman en cambios

de tiempo. Por otra parte, las conclusiones derivadas de la hipótesis solar son de una utilidad relativa, ya que los ciclos de las manchas solares no son regulares, oscilan desde 7 hasta 17 años, y tienen un promedio de 11,3 años. No obstante lo expresado, las combinaciones de tendencias o variaciones rítmicas proporcionan un índice sobre los cambios que se pueden producir en las precipitaciones en un período prolongado de años.

En nuestro país, la causa actual del déficit de las precipitaciones es principalmente la ubicación que ha tenido el anticiclón del Pacífico, centro de altas presiones que se ha estacionado frente al Norte Chico y Zona Centro Sur. De ahí que la Isla Juan Fernández presenta actualmente una precipitación normal, en cambio el continente presenta déficit acentuado. Este centro de altas presiones ejerce una acción moderada sobre la inestabilidad que traen los frentes de mal tiempo, o bien si lo hacen pasar por una altura de 3.000 a 4.000 metros, se transforma en frente frío que pasa sin precipitar. Esta situación y las características orográficas favorable del Norte Chico han llevado a pensar en las posibilidades de estimular artificialmente las precipitaciones a fin de aprovechar estos frentes que pasan sin precipitar.

3.2.3.- CONSECUENCIAS

Las consecuencias más notables en una sequía, son las siguientes:

a) Baja el nivel de la napa subterránea, secando

pozos y terrenos. Disminuye el volumen de agua en los sistemas de regulación y en los afluentes. Es importante dejar claro que en el caso de pozos profundos, no se producen problemas si en el diseño de éste se contempla la variación posible de la napa.

b) Pérdidas en el sector ganadero; por muertes, baja de peso, enfermedades, gastos de traslados, etc.

c) Incremento de los incendios forestales, debido a la disminución de la humedad en la vegetación de los bosques.

d) Menor producción del sector agrícola y menor plantación forestal.

e) Pérdidas en el sector Minero-Industrial y de producción de energía hidroeléctrica.

f) Baja de producción de los productos de granja, como leche, queso, mantequilla, huevos, etc.

g) Aumenta la erosión debido a la protección insuficiente del suelo.

h) Un menor desarrollo de las praderas naturales, ya que éstas tienen un período que depende del ciclo hidrológico. No hay generación o se produce un desarrollo incompleto (apresura la madurez).

i) Debido al menor desarrollo de las praderas natu

rales, a la menor disponibilidad de forraje y a la forma desmedida que la masa ganadera presiona sobre los recursos vegetales existentes, desaparece la vegetación que lleva a un proceso acelerado de desertización.

j) Se altera el ciclo hidrológico debido a la disminución de los índices normales de precipitación y posteriormente a la disminución de agua evaporada (terrenos y vegetación seca) y menor volumen de agua en los sitemas de regulación y distribución.

k) Incrementa notablemente la cesantía, la pobreza.

l) Aumento de precios de los productos que son afectados (menor cantidad) y de otros productos que también son afectados por la emergencia.

m) Una secuela de la sequía es el hambre.

n) Emigración y presión demográfica en otras zonas.

3.2.4.- MEDIDAS PREVENTIVAS PARA ENFRENTAR LA SEQUIA

Las medidas preventivas deben orientarse en general a un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos naturales renovables y en particular a los recursos hídricos.

Entre estas medidas se pueden mencionar las siguientes:

a) Adecuada coordinación de los Servicios Públicos que tengan relación con el problema. La experiencia que se ha vivido en Chile en las últi-

mas sequías indica la conveniencia de que esta coordinación sea unificada y centralizada como una forma de aprovechar mejor los recursos humanos, económicos y de instalación. Esta coordinación debe contemplar también la participación de entidades privadas, como una forma de aprovechar su propia experiencia y los recursos de que dispongan.

b) Alumbramiento de nuevas fuentes de agua y mejoramiento de las existentes, como política permanente, e integración de dichas fuentes a los sistemas permanentes de distribución.

En agua potable, sería conveniente reconsiderar alternativas para la obtención de nuevas fuentes de agua, entre las cuales pueden señalarse:

1.- Desalización de las aguas de mar.

2.- Reutilización de las aguas servidas.

3.- Empleo de icebergs.

4.- Detección de fuentes naturales de agua mediante prospecciones, aumentando su número y por lo tanto la capacidad disponible.

En cuanto a la agricultura, analizar como posibilidad la ejecución de programas para la producción de lluvias artificiales de eficiente aplicación en otros países, tales como Estados

Unidos y Japón.

Para uso múltiple del agua, debería considerarse una adecuada regulación de las aguas mediante una serie de embalses distribuidos en diferentes hoyas hidrográficas con el objeto de disminuir los grandes volumenes de agua que se pierden en el mar. Paralelamente con esto minimizar las infiltraciones y evaporaciones en las masas o cursos de agua.

c) Mejoramiento y mantenimiento de los sistemas de conducción y distribución de agua, con lo que se logra evitar pérdidas sustanciales por infiltración. En agua potable, permitiría mejorar las dotaciones para un mayor aprovechamiento de dicho recurso; el control de las pérdidas debe realizarse mediante inspección y mantención periódica. En agricultura aplicar sistemas de riego racionales y eficientes evita pérdidas considerables por infiltración (ej. riego excesivo).

d) Construcción de sistemas de acumulación y regulación en las zonas más críticas, a nivel de zona. En agua potable, podrían estar representados por una serie de estanques que aumentan notablemente el volumen de emergencia considerado para esa localidad. Para uso múltiple, este

sistema estaría representado por un sistema de embalse, lagos, tranques pequeños, etc.

e) Campaña de difusión y educación permanente. En agua potable, nos permite controlar el uso y consumo de este elemento, evitando las pérdidas y derroches por mal uso en riego de jardines o deficiencia en las instalaciones de artefactos. En Chile en el año 1968 se realizó una campaña intensiva al respecto, en Santiago, lográndose disminuir los consumos en un 30% aproximadamente. Un sistema compulsivo es el de tarifas fraccionarias de acuerdo al consumo.
En lo que respecta a la agricultura, una campaña intensiva a nivel nacional, permite mejorar los sistemas y métodos de riego.

f) Campaña permanente sobre conservación y manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora, paisaje, etc.). Actualmente en nuestro país se encuentra en proceso para su aprobación la ley sobre conservación de Recursos Naturales Renovables, patrocinada por el Ministerio de Agricultura; su promulgación será fundamental para alcanzar estos objetivos.

g) Promover la reforestación y mejoramiento de las praderas. Además debe continuarse con la campaña destinada a evitar y controlar los

incendios forestales y/o de pastizales en épocas de verano fundamentalmente, con el objeto de evitar la destrucción de las aguadas y la erosión de los suelos; esta labor es realizada en nuestro país por la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

La escorrentería tanto superficial como subterránea es acelerada en ausencia de bosque, produciendo problemas graves de erosión, agotamiento acelerado de las fuentes de agua y aumento considerable de la turbiedad de este recurso, potencialmente utilizable para consumo humano.

h) Promover la formación de organizaciones regionales para cada cuenca hidrográfica, con el objeto de distribuir adecuadamente los recursos de cada hoya. En ellas deberían participar todos los organismos fiscales y particulares que demanden estos recursos.

Es digno destacar, a modo de ejemplo, que con posterioridad a la sequía que afectó al valle del río Limarí el año 1968, se constituyó la Corporación de Riego y Agricultura del Valle del Limarí (CORVAL) que ha funcionado con eficiencia hasta hoy.

i) Formación de un organismo de carácter permanen

te que se preocupe de todos los problemas derivados de una sequía. Dicho organismo debería coordinar eficientemente a las instituciones comprometidas en el estudio de este problema, tales como el Ministerio de Agricultura, Dirección Nacional de Obras Sanitarias, y la Dirección General de Aguas entre otras.

j) Promoción de un programa de investigación sobre mejoramiento en los usos del agua y también sobre nuevas alternativas de obtención de este recurso. Dentro de estos programas podrían considerar los siguientes tópicos:

1.- Reutilización de las aguas servidas. En Chile, se podrían realizar estudios en el Centro Experimental de Aguas Servidas (CEXAS), de Melipilla. En un futuro cercano, se construirá en dicho centro una planta a base de filtros rápidos para potabilización de las aguas servidas en forma experimental.

2.- Estudio de factibilidad de sistemas de desalinización de las aguas del mar.

3.- Investigaciones geológicas para detectar nuevas fuentes de alternativas de agua pobble, especialmente en aquellas zonas donde el recurso agua llega a ser insuficiente a

causa de la sequía.

4.- En zonas críticas, como por ejemplo, en minas e industrias muy alejadas de la fuente de agua en las que se transporta por medios muy costosos, estudiar posibilidades de redes independientes de agua potable para consumo (bebida, lavado) y para usos diversos (WC, urinarios, lavado de calle, uso industrial) consiguiendo en algunos casos una reutilización con un tratamiento primario en algunos usos y la utilización de fuentes de agua no apta para la bebida y cuyo tratamiento es costoso.

5.- Estudio de tasas de riego.

6.- Estudio de sistemas de riego de alta eficiencia.

7.- Estimulación artificial de las precipitaciones.

3.2.5.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Detectada una zona de sequía, situación que generalmente es denunciada por los organismos técnicos del agro y por los propios agricultores afectados, las medidas inmediatas a seguir serían:

a) Declaración por decreto de "Zona de Escasez de Agua" y designación de "Comisiones Repartidoras

de Agua" en cada Hoya Hidrográfica de la zona afectada. Esta declaración de zona de escasez permite una redistribución de los recursos hídricos de cada cuenca, estableciendo incluso prioridades para su uso. En todo caso la primera prioridad es para la bebida de la población, y a continuación deberá considerarse la agricultura, debido a la modalidad de su ciclo productivo (1 año) que hace difícil la modificación de los planes de producción y lenta su recuperación económica. Por otro lado, el mayor número de población afectada depende de la agricultura.

b) Si a través de la información obtenida por los organismos del agro y los propios afectados, se establece una agudización del fenómeno de escasez de agua, correspondería la dictación de un decreto declarando zona de catástrofe al área afectada.

En Chile, esta medida permite la aplicación de la ley 16.282 (ley de catástrofes) y sus modificaciones posteriores. La declaración de "Zona de Catástrofe" permite disponer de fondos del 2% Constitucional, para ser utilizados en combatir o paliar los efectos de la sequía y la designación de un organismo con amplias fa-

cultades para abordar el problema.

Este procedimiento fue utilizado en 1968, creando la "Comisión Nacional de la Sequía", cuya misión fundamental es coordinadora y ejecutiva, (la experiencia indica que este organismo debería tener un carácter de servicio permanente y disponer de los medios humanos, materiales y económicos para el desempeño eficiente de sus funciones). Este punto, es decir, declarar catástrofe la sequía, otorga amplias atribuciones a los encargados del cumplimiento de las medidas de emergencia.

c) La primera y fundamental medida es el abastecimiento de agua potable para la población tanto urbana como rural. Ello involucra montar una operación completa de distribución mediante camiones aljibes, dotados de motobombas estableciendo las fuentes de abastecimiento; recorridos periódicos de entrega, como también la distribución estratégica de copas de agua para acumular y donde pueda surtirse la población, especialmente en el caso de poblados rurales o suburbanos.

d) Traslado y evacuación de ganado desde las zonas afectadas. Se debe establecer prioridades para las especies (vacuno, ovinos, caprinos, caballa

res, etc.); e incluso dentro de las especies de acuerdo a fines de producción.

e) Traslado de forraje y alimentos hacia la zona afectada para mantener el ganado que no es aconsejable evacuar, como es el caso del ganado lechero.

f) Distribución de alimentos y víveres a la población más afectada especialmente del ámbito rural, que carece de ingresos como consecuencia de la falta de trabajo.

g) Establecimiento de nuevas fuentes de trabajo, para ocupar la mano de obra disponible, en lo posible en el lugar mismo o cercano a su vivienda, para evitar éxodo a otras zonas, con el consecuente desmembramiento del grupo familiar que a veces termina en abandono definitivo, creando problemas aún más graves.

h) Otorgamiento de créditos en condiciones especiales, para promover obras de mejoramiento de infraestructuras en el sector rural o construcción de viviendas u otras obras en el sector urbano.

i) Redistribución de los recursos hídricos para regadío en cada cuenca, estableciendo prioridades para los cultivos y plantaciones, previo informe de los organismos especializados.

j) Recomendación de redistribución de cultivos en las zonas afectadas, dando prioridad a las de menor consumo de agua y desplazamiento de éstos a zonas menos afectadas.

k) Establecimiento de líneas de créditos para adquisición de forrajes, alimentos para el ganado y adquisición de elementos para mejorar eficiencia del riego.

l) Dictar disposiciones que alivien la situación tributaria y previsional en las zonas afectadas.

m) Establecer poderes compradores de ganado y cueros. Efectuar ferias especiales para el remate de ganado en las zonas afectadas.

n) Condonación de deudas en casos debidamente calificados por organismos competentes.

ñ) Fomentar, mediante créditos, la habilitación de pozos existentes, disponiendo asimismo el establecimiento de tarifas de consumo eléctrico rebajadas, para el regadío mecánico como una forma de incentivar su utilización.

o) Dictar normas tendientes a liberar de derechos de internación los equipos de bombas de pozo profundo y equipos anexos destinados a riegos de alta eficiencia.

3.2.6.- LAS SEQUIAS EN CHILE

3.2.6.1.-Estadísticas

Durante el año 1968, y a raíz de la grave sequía que afectó a 11 provincias, se hizo una evaluación económica de los daños, llegándose a establecer las cifras siguientes: (Ministerio de Agricultura)

CUADRO Nº 2

CUADRO ESTIMATIVO DE PERDIDAS

(En pesos; actualizados al mes de nov. de 1976)

A.-

GANADERIA	NUMERO	VALOR EN PESOS
Vacuno muerto	100.000	190.464.600
Ovinos muertos	1.000.000	171.635.400
	Total	362.100.000

B.- Por pérdida de peso (Kg)

ESPECIES	Cantidad Animales	Pérdida Peso	Valor en Pesos
Bovinos	1.000.000	180.000.000	1.029.005.700
Ovinos	1.700.000	43.000.000	246.094.300
		Total	1.275.100.000

C.- Pérdidas de Lana

Cantidad de Ovinos	Producción Lana	Menor producción de Lana	Valor en Pesos
1.700.000	3.500 (ton)	2.100 (ton)	12.000.000

(La producción de 1.400 toneladas fue lana quebradiza y de mala calidad y bajo valor comercial).

D.- Pérdidas de Leche

(Cálculo en 10 meses)

Cantidad de Vacas	Producción en Litros	Menor Producción	Valor en Pesos
140.000	245.000.000	98.000.000	112.000.000

RESUMEN DE PERDIDAS PECUARIAS

(Total de pérdidas pecuarias estimadas en 10 meses)

A.-	Por muertes	$ 362.100.000
B.-	Pérdida de peso	$1.275.100.000
C.-	Pérdida de Lana	$ 12.000.000
D.-	Pérdida de Leche	$ 112.000.000
	Total	$1.761.200.000

CUADRO Nº 3

CUADRO ESTIMATIVO DE PERDIDAS EN CULTIVOS FRUTALES Y VIÑAS

Cultivos	Menor Producción	Menor Producción
Papas	QQ/M 1.010.000	$ 66.709.941
Arroz	280.000	31.067.772
Maíz	772.750	68.615.939
Cáñamo grano	9.200	3.621.397
Cáñamo fibra	11.950	9.529.992
Frejoles	149.900	26.302.777
Curagüilla rama	6.200	-

Curagüilla gramo	12.150	-
Maravilla	114.900	$ 19.059.983
Raps	5.500	953.000
Remolacha	778.400	17.725.784
Tabaco	75.500	4.764.996
Heno Alfalfa	753.754	62.897.944
Heno Trébol	230.975	17.153.985
Mezcla de Pasto	58.000	1.543.859
Heno Ovillo	1.100	53.367
Frutales y Viñas	-	762.399.324
Otros productos	-	66.709.940
Total pérdida agrícola		$1.159.109.000

RESUMEN

Total Pérdida Agrícola	$1.159.109.000
Total Pérdida Pecuaria	$1.761.200.000
Total Pérdida Sequía	$2.920.309.000

Como pérdidas adicionales no contabilizadas, habría que considerar la no plantación de 12.000 Há de forestales y las pérdidas provocadas por incendios en matorrales, praderas e instalaciones que tuvieron un gran incremento con motivo de la sequía.

Esto sólo es el aspecto agropecuario; pero hubo además pérdidas en el sector Minero-Industrial y de producción de energía hidroeléctrica que no fueron evaluados. Incluso no

se consideró en la evaluación agropecuaria la pérdida por menores rendimientos.

Del análisis de los cuadros anteriores, puede deducirse las enormes pérdidas económicas provocadas por la sequía y los transtornos que ellas involucran para la producción en general y para la vida de los habitantes de un país.

El cuadro de pérdidas de cultivos, frutales y viñas, nos sirve para ver cuales son los productos más afectados y así tomar las medidas preventivas que sean necesarias.

3.2.6.2.- PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LAS SEQUIAS

En los últimos 100 años los períodos más graves de sequía en Santiago se han presentado en los años 1879-1892-1924-1967-1968 y 1976, oportunidades en que el promedio de agua caída estuvo por debajo de los niveles normales.

Sin embargo, en otros años este fenómeno se ha presentado en ámbitos más restringidos, lo que no ha provocado tanta expectación pública, sin que ello signifique que no tenga repercucicnes graves en la producción. Tal es el caso de lo que ocurrió en la III y IV región y área metropolitana (Tiltil) y Coyhaique en 1975.

Analizando estadísticamente la caída pluviométrica en la ciudad de Santiago, se puede observar que entre los años 1849 y 1967 (118 años) se contabilizan 67 años con precipitaciones inferiores al promedio de un año normal que es de 360.2 mm (más del 50%). De estos 17 años deficitarios, des-

tacan los siguientes cuya precipitación es inferior al 50% de lo normal:

1863	86 mm
1869	158 mm
1873	158 mm
1879	166 mm
1892	123 mm
1919	170 mm
1924	66 mm
1946	127.3 mm
1967	172.8 mm
1968	69 mm

Sin embargo, aun cuando aparentemente los años de sequía son pocos, se nota, en el análisis estadístico, que entre los años 1946 y 1976, se contabilizan más de 20 años con precipitaciones inferiores a lo normal. Incluso si se analiza la pluviometría de los últimos 15 años, el promedio anual en Santiago sólo llega a 270 mm; lo que indica que hay una disminución progresiva y alarmante de las precipitaciones y que el proceso de arificación o desertización, avanza en forma sostenida hacia el Sur.

Un aspecto que se relaciona con la sequía, es el aumento experimentado por los promedios de temperatura de verano en Santiago. Analizando las estadísticas se puede verificar la siguiente situación:

a) Promediando las temperaturas desde 1861 a 1940 nos da un valor medio de 19.2º C y desde 1941 a 1968 éste aumenta a 20,3º C, o sea la temperatura de verano ha aumentado en 1.1º C.

b) Si se analiza también los años secos, se observa que la frecuencia de éstos desde 1861 a 1940 era de 11% y aumenta a un 21% desde 1941 a 1968 (casi el doble).

c) Igualmente se observa una disminución del agua caída en el mismo período, 1866 a 1940, el promedio anual es de 356.0 mm y baja a 319.3 mm de 1941 a 1967.

Las zonas más frecuentemente afectadas por sequías son la III, IV, V, VI, VII, y área metropolitana. En otras regiones tiene un carácter ocasional, como ocurrió en Aysén en 1975.

En la III región dicho fenómeno, tiene una incidencia limitada, ya que no hay agricultura de secano y es una región minero-agrícola.

En la IV región, existe una importante producción agrícola y ganadera (sin desconocer por ello la producción minera), por lo tanto, la sequía tiene graves consecuencias en esta zona.

En esta región comienza practicamente la agricultura de secano, siendo ésta de carácter marginal, ya que está sujeta en su producción a las condiciones de pluviometría de

cada año. La sequía en la IV región reviste siempre caracteres dramáticos, por sus consecuencias y el efecto que produce en la agricultura y ganadería, tanto de riego como de secano, y en las condiciones de vida de la población.

En esta región los principales valles agrícolas son: Elqui, Limarí, Choapa, y en menor escala Quilimarí.

La producción principal es: frutales, ganadería mayor y menor, cultivos de primores (tomates, ají, papas, etc.) y cereales.

Es particularmente importante la producción de frutas de exportación y la elaboración de Pisco y Aguardiente de gran calidad. También la ganadería mayor produce ejemplares de calidad, tanto por la condición de sus suelos y de su clima.

En la V región los principales valles son Petorca, La Ligua, Putaendo y Aconcagua. Las áreas más frecuentemente afectadas son : el sector alto de Petorca y La Ligua y el valle de Putaendo. La producción Agropecuaria de esta región es de las más importantes del país, por su suelo, clima y área regada, que ocupa una extensión apreciable.

La agricultura y ganadería de secano es asimismo importante y por lo tanto sufre los efectos de las sequías con cierta intensidad.

En el área metropolitana, los sectores más afectados por la sequía correspondenal sector norte: Peldehue, Colina, Lampa, TilTil, Runque y Montenegro.

En la VI y VII región, son los sectores costeros de secano los que suelen sufrir más intensamente los efectos de la sequía, si bien ésta no se presenta, sino en forma ocasional.

La ganadería menor y el cultivo de trigo de secano son los principales rubros de producción de dichas zonas.

En síntesis, la sequía es un fenómeno de ocurrencia más o menos frecuente en la IV y V región, aun cuando en esta última, sólo reducida a ciertas áreas y su presencia va disminuyendo a medida que se avanza hacia el Sur. Asimismo su incidencia e importancia económica para la agricultura, va decreciendo a medida que aumenta la pluviometría. Un 40% de disminución en la pluviometría es mucho más desastroso, por ejemplo, en la IV ó V región, que en la VIII ó IX región.

En la figura Nº 6, podemos observar las precipitaciones medias anuales, correspondientes al período 1931-1960 (Dirección meteorológica de Chile) de las distintas regiones del país. Además se muestran las zonas más afectadas por las sequías, y la superficie agrícola y territorial de cada región.

3.2.6.3.- COMENTARIOS

Siendo Chile, un país con un régimen invernal de lluvias que suelen prolongarse hasta la Primavera, se habla de sequía cuando dentro de los períodos o meses en que debe caer dicha lluvia, ésta se presenta en forma notoriamente inferior a lo normal o distribuida en forma irregular

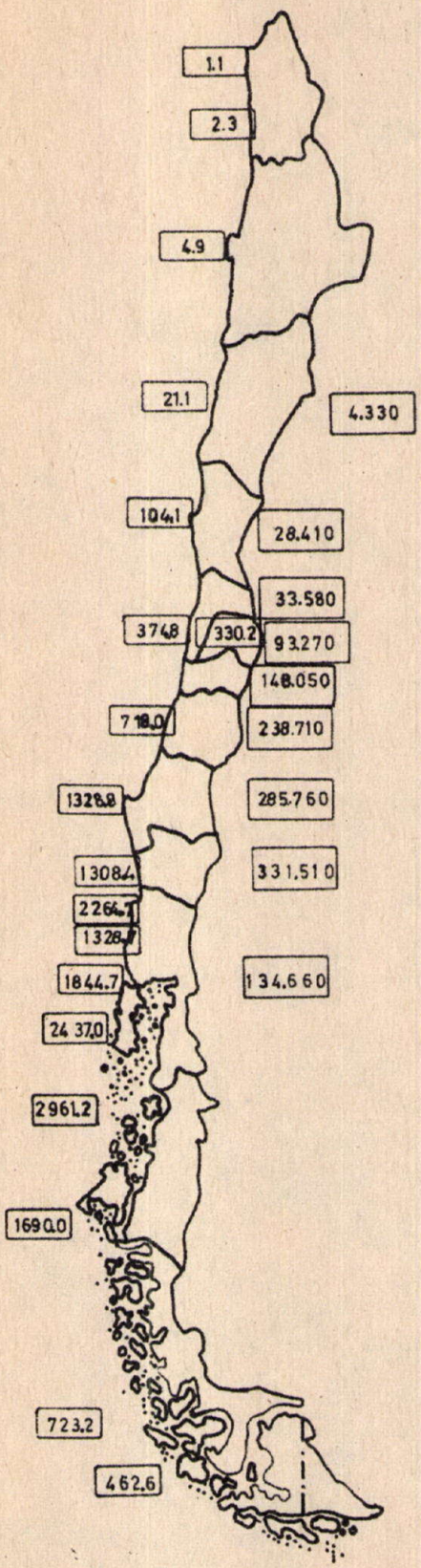
(sequía año 1976), en que medien lapsus demasiado prolongados entre una precipitación y otra.

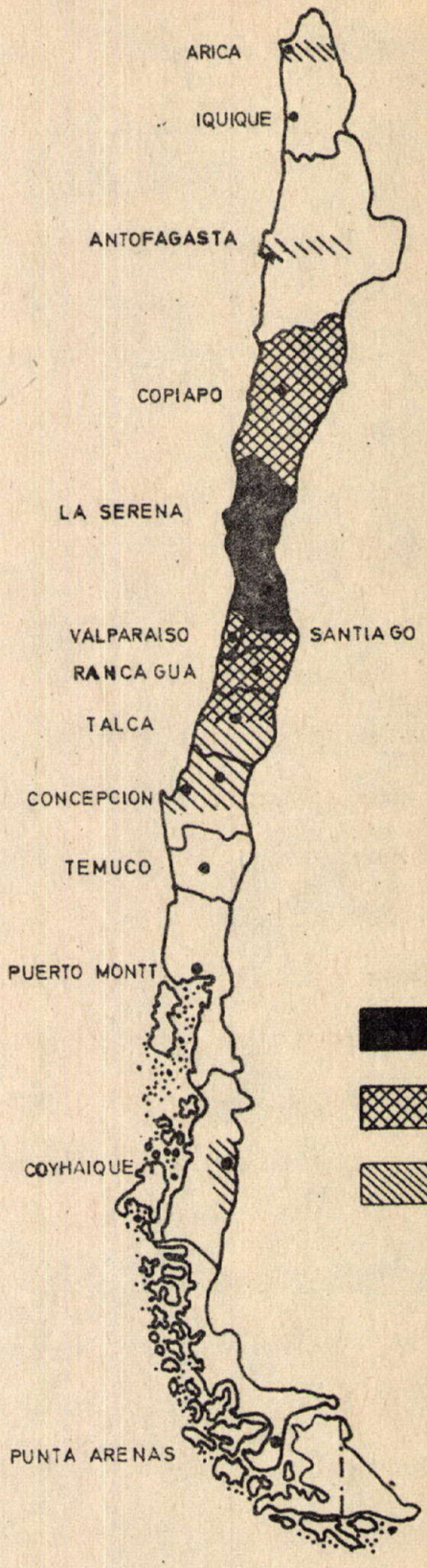
Esta situación tiene mayor incidencia en las zonas de menor precipitación. Por ejemplo, durante 1976 en la Hoya Hidrográfica del Limarí, la primera lluvia cayó el 27 de mayo. Posteriormente no hubo precipitaciones hasta comienzo de agosto, lo que implica un período muy prolongado entre la primera y segunda precipitación que afecta directamente a la agricultura y ganadería. Esta misma situación se presentó en varias regiones del país. Por otro lado, lo que hasta mediado de agosto en la V y VI región se consideró un año seco, se vio posteriormente compensado con una serie de precipitaciones, que cayeron en forma regular y en períodos y cantidades oportunas, que permitieron salvar las siembras de secano y mejorar los recursos forrajeros y las aguadas. En éste caso y pese que el total de agua caída es inferior a un año normal, su incidencia en la agricultura ha sido poco notoria, reforzado esto por la caída de nieve en la cordillera que garantiza un caudal adecuado de los ríos, en el período de mayor consumo en la agricultura (meses de octubre a marzo).

Estos ejemplos no hacen sino ratificar lo explicado al comienzo de este capítulo, en el sentido de hacer difícil la definición de sequía. Este fenómeno, sin embargo, en algunas regiones va adquiriendo el carácter de endémico (III, IV región y sectores de la V región y Area Metropolitana); como resultado de un decrecimiento sistemático de las

FIGURA Nº 6

SEQUIA





A. PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES Y SUPERFICIE DE CULTIVOS

B RIESGOS DE SEQUIA

PRECIPITACION MEDIA ANUAL EN mm. (1931-1960)

SUPERFICIE DE CULTIVO EN Ha (RESTO DEL PAIS: 3770. I, II, XI y XII)

precipitaciones y de una irregularidad cada vez mayor, lo que se puede comprobar analizando estadísticas.

En el fondo, se trata de un proceso lento pero implacable de desertización, motivado en gran parte por una destrucción indiscriminada de los recursos naturales renovables por la acción del hombre. Buen ejemplo de esta situación, es lo que ocurre en la IV región, donde la destrucción del recurso del suelo y los recursos vegetales, ha ido haciendo cada vez más difícil la agricultura y ganadería de secano. Asimismo, el promedio de precipitaciones ha disminuido notoriamente con el correr de los años; lo que, unido a una explotación exhaustiva y descontrolada de dichos recursos, la irregularidad de las precipitaciones y la presión excesiva del ganado sobre la vegetación, especialmente ganado caprino, han llevado a dicha región a un estado avanzado de desertización, con pérdida total de recursos, a veces irrecuperables. Es lo que habitualmente se conoce con el nombre de "Avance del Desierto". Como consecuencia de ello y otros factores, la IV región, ocupa la vanguardia en el mapa de la "Extensa Pobreza" en Chile.

3.3.- ONDAS FRIAS

Las temperaturas anormalmente bajas pueden congelar el suelo hasta una profundidad considerable y, a consecuencia de ello pueden reventar las tuberías de agua y alcantarillado. La obstrucción de tomas de agua y el congelamiento de depósitos, tanques y filtros abiertos pueden dificultar su funciona

miento. Las instalaciones domiciliarias de agua potable en estas situaciones, deberían revestirse con un aislante térmico para evitar que revienten debido a su aumento de volumen al congelarse el agua. Surgen problemas para mantener una temperatura adecuada en el interior de las habitaciones y para utilizar instalaciones al aire libre.

C A P I T U L O IV

DESASTRES TOPOLOGICOS

Se denominan así todos aquellos desastres naturales cuya principal causa es, generalmente, la configuración del terreno.

Entre ellos se pueden distinguir: inundaciones, aludes, deslizamientos, corrimientos, derrumbes.

4.1.- INUNDACIONES

4.1.1.- INTRODUCCION

Las inundaciones ocasionan considerables daños y pérdidas de vidas. La mayoría de las inundaciones fluviales son consecuencia de lluvias excesivas, nieve derretida y acumulaciones de hielo.

Se sabe que algunos ríos se desbordan con regularidad cada año y los antecedentes permiten predecir el momento en que se elevará el nivel del agua y la altura que alcanzará. Las inundaciones súbitas e imprevisibles se deben a lluvias torrenciales anormales sobre suelos rasos, húmedos o congelados, donde un desagüe rápido produce torrentes violentos en lechos fluviales que normalmente están secos o llevan poco caudal.

Algunas inundaciones se producen porque las aguas rebasan presas y diques, o estas construcciones fallan, o bien marejadas causadas por terremotos o tormentas.

Los daños resultan de la inundación de las tierras y de la fuerza destructiva de las aguas de crecidas. Las inundaciones pueden dislocar cañerías de agua y alcantarillado. Pueden llegar a inundarse las instalaciones de tratamiento de aguas y las estaciones de bombeo, y el sedimento fino que puede entrar en las bombas, los motores y otros materiales, es causa de reparaciones costosas y prolongadas, cuando se estropean las estructuras protectoras de pozos y manantiales. El agua de inundación puede producir contaminaciones. Las sali-

das de alcantarillado y las inundaciones de tratamiento de aguas negras son las más expuestas a la inundación. El reflujo en las alcantarillas inundadas produce el rebosamiento de registros, tanques sépticos y pozos negros. Las aguas de crecidas dispersan toda clase de desechos y plantean un grave problema de limpieza y eliminación. Los detritos acumulados favorecen la propagación de moscas y roedores. Las inhumaciones y la eliminación de cadáveres de animales se hacen urgentes y, en ocasiones, difíciles.

Paradójicamente, el fuego es un peligro relacionado estrechamente con las inundaciones. Las aguas de crecidas pueden derribar tanques de petróleo o gasolina o invadir depósitos de combustible, y derramar su contenido en zonas extensas; si estos combustibles arden, el fuego se propaga muy rápidamente, porque los detritos y otros objetos flotantes suelen proporcionar abundante material combustible. Los cortocircuitos del sistema eléctrico de edificios inundados pueden provocar incendios y eléctrocuciones. (1)

Las inundaciones son sumamente destructivas en las planicies aluviales y otras zonas de tierras bajas y requieren sistemas de prevención más amplios que los demás desastres. Las medidas de construcción son locales en lo que se refiere a las ordenanzas de zonificación y de la construcción, pero las obras de ingeniería requieren la planificación de cuencas hidrográficas enteras. También las ordenanzas de zonificación y de la construcción tienen que coordinarse para

toda la cuenca.

4.1.2.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

Las planicies de inundación fluvial y costeras son las regiones de máximo peligro potencial desde el punto de vista de los asentamientos humanos en general. Es importante que se definan las superficies de la planicie de inundación y el límite del agua superficial de inundación con respecto a las crecidas potenciales de diversa gravedad y frecuencia.

También se consideran zonas de riesgo potencial, los sitios donde pueden producirse inundaciones como secuela de otro desastre como terremotos, corrimientos de tierra, tormentas y otros fenómenos.

4.1.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS (49, 50)

4.1.3.1.- En las ordenanzas

Reglamentar el aprovechamiento de la tierra. Se pueden incluír en las ordenanzas generales que regulan: la zonificación, la construcción de edificios, la parcelación de la tierra.

En las zonas expuestas a inundaciones, pueden permitirse razonablemente los siguientes usos:

a) Parques, espacios abiertos, zonas de juego.

b) Usos que dependan normalmente del río y sus riberas, si se toman precauciones apropiadas.

c) Zonas y reservas de protección del medio ambiente.

d) Producción y comercialización agrícolas.

e) Estacionamiento de vehículos de motor, y otros usos que requieran espacios pero que ofrezcan posibilidades de rápida evacuación.

f) Otros usos esenciales para el cultivo del país.

Las ordenanzas de zonificación y de construcción pueden especificar las siguientes condiciones para los edificios que deban construirse en las zonas periféricas de evacuación de crecidas:

a) Los suelos de las construcciones deberán estar por encima de ciertos niveles determinados de inundación.

b) Las construcciones deberán diseñarse para resistir inundaciones y velocidades específicas del agua, y ser, por otra parte, a prueba de inundaciones.

c) Los sistemas de alcantarillado, eliminación de desechos y otros sistemas análogos queden a salvo de las inundaciones.

Las ordenanzas de construcción deben especificar requisitos adicionales:

a) Anclajes adecuados.

b) Los materiales de construcción utilizados no deberán estar expuestos a daños como consecuencia del agua misma o de la corriente o crecida.

En el diseño de estructuras y edificios sometidos a la presión de agua, deberán tenerse en cuenta las siguientes cargas:

a) Cargas hidroestáticas, que pueden actuar verticalmente sobre las superficies horizontales o lateralmente sobre las superficies verticales. Las superficies inclinadas están sometidas a componentes de carga tanto verticales como horizontales, resultante de la presión hidroestática.

b) Cargas ascensionales que actúan en dirección vertical en la parte inferior de las superficies horizontales o inclinadas de los edificios o estructuras.

c) Cargas hidrodinámicas sobre los edificios o estructuras originadas por la corriente del agua de inundación. Las cargas hidrodinámicas pueden convertirse en cargas hidroestáticas equivalentes.

4.1.3.2.- <u>En las construcciones</u>

a) Protección de los edificios sin sistema de defensa.

Si no existe un sistema de defensa para la protección contra inundaciones en las zonas que hay que salvaguardar, deberán adoptarse las disposiciones siguientes:

1) Efectuar un estudio de la inundación

en la zona, con empleo de métodos hidrológicos y estadísticos actualizados. Deberán tenerse en cuenta los factores siguientes:

- La posible intensidad y duración de las precipitaciones en la zona que se trate y también en las zonas adyacentes.
- La topografía y la morfología de la zona correspondiente.
- El nivel de la capa acuífera subterránea.
- La capacidad de saturación del suelo.
- La utilización de los datos locales.

2) Tomando como base dicho estudio, las autoridades deberán determinar el "Nivel de regularidades de las inundaciones", de ordinario con un pequeño margen de exceso de probabilidades sobre la ocurrida una vez cada 100 años.

Tomando como base el nivel de referencia de las inundaciones, deberá levantarse un mapa de los riesgos. En este mapa se deberá determinar:

- La zona primaria de riesgo: la tierra adyacente al área de evacuación de crecidas que queda cubierta por el agua

durante la inundación con nivel de regularidad.

- La zona secundaria de riesgo: las tierras situadas más allá de los límites de las aguas superficiales del nivel de regularidad de las inundaciones, que podrían quedar afectadas por crecidas mayores, el paso de las aguas subterráneas y otros factores.

3) Si parte de un edificio se halla por debajo del nivel de referencia, podría considerarse inmune a las inundaciones si el suelo y los muros de la parte del edificio que se hallan por debajo de dicho nivel de referencia son impermeables.

b) Sistemas de defensas

Para resguardar una determinada zona contra la inundación, deberá consultarse:

- Diques de defensa (malecones) o terraplenes para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un margen bastante amplio de altura para el caso de que las condiciones de cimentación sean deficientes, con el fin de compensar un exceso de asiento del terraplen.

- Muros de encauzamiento de riadas, muelles y terraplenes construídos para protejer los asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para las crecidas y un sistema de canales para que el agua de la inundación se encauce hacia los embalses provisionales.
- Un sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su equipo correspondiente que influya en el nivel de la capa acuífera subterránea (capa freática).
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua de drenaje en el interior del sistema de diques de defensa.
- Carreteras y otras líneas de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permitan el tránsito de personas y equipos durante las operaciones de defensa o para los trabajos de mantenimiento.
- Casas de vigilantes, pabellones de almacenamiento (para sacos, palas y otras herramientas) y depósitos de suministro de materiales (tierra y materiales de construcción).
- Sistemas de comunicación, como teléfono,

telégrafo y radio.

- Instalaciones hidrométricas y de otra índole para observar y comunicar la aproximación y el desplazamiento de las olas de inundación y las fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.
- Estructura y edificios del sistema que enlacen con otros sistemas hidrotécnicos en la zona de defensa (grandes presas, diques de defensa, sifones, esclusas y estaciones de bombeo).

Los sistemas de protección contra las inundaciones, deberán consistir en :

- Una línea principal de defensa que proteja toda la zona.
- Líneas locales de defensa que protejan diversas partes de la zona si queda destruída la línea principal de defensa.

c) Mantenimiento del sistema de defensa

En los períodos que no surjan situaciones de emergencia, deberá mantenerse en buen estado la zona de evacuación de crecidas y el sistema de defensa contra las inundaciones. Esto incluye:

- Las reparaciones de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad normal de

caudal de los cursos de agua mediante el dragado y la limpieza, y la conservación de las esclusas, compuertas y otros equipos.

- El mantenimiento de instalaciones de almacenamiento para el equipo y los materiales que habría que utilizar en una situación de emergencia.
- El mantenimiento de las instalaciones hidrométricas, la prestación de un servicio diario de información sobre el nivel de las aguas en las zonas expuestas a inundaciones y en las zonas adyacentes, que afecte la situación hidrológica de la zona protejida.
- Un cuidado especial para evitar que se abran brechas (por ejemplo, grietas en los diques y terraplenes) en el sistema de defensa existente durante la construcción de nuevas carreteras, puentes, edificios y asentamientos humanos.
- Las disposiciones precisas para que la elevación de la cara inferior de los nuevos puentes esté al menos 50 cm. por encima del nivel de referencia de las inundaciones. En los ríos que escurran a través de zonas forestales, tendrá que preverse un espacio libre mayor con el fin de que puedan pasar

los árboles arrastrados por la corriente de crecida.

d) Protección de casas y edificios

Para evitar graves daños en los edificios y casas de una zona inundada, deberán observarse las recomendaciones siguientes:

- Evitar el empleo de todos los materiales de construcción que pierdan su resistencia y capacidad sustentadora de carga al quedar sumergidos en el agua, como adobes y el mortero de arcilla.
- Una inundación puede ocasionar socavaciones alrededor de la cimentación de las estructuras. Por consiguiente, no se deberá utilizar los sedimentos de arena fina como material de cimentación en zonas de inundaciones.
- Algunas arcillas expansivas podrían causar un henchimiento de los pavimentos del sótano y posiblemente de los cimientos. En tales casos, deberá colocarse una capa de grava debajo de los cimientos y sótanos.
- Deberá impedirse la filtración de las aguas de inundación en los edificios cuyos sótanos se encuentren por debajo del nivel de referencia de las inundaciones.
- Todos los vanos (ventanas, puertas) en el só

tano que puedan quedar inundados, deberán ir provistos de ventanas de vitrinas (manparas contra la inundación) y mamparas de correderas contra las inundaciones en las puertas. Estas manparas deberán tener capacidad para resistir la presión del agua y asegurar la impermeabilidad.

- Si existe peligro de inundación de los pisos bajos de un edificio, se recomienda que utilicen esos pisos para actividades cuyo equipo pueda retirarse con facilidad. El equipo funcional deberá instalarse en los pisos superiores por encima del nivel de referencia de las inundaciones.
- Para que puedan utilizarse normalmente las casas poco después de una inundación, deberá procederse a su secado con la mayor rapidez posible. En el caso de pavimentos de madera, podrían dejarse casi sueltas algunas tablas del piso con el fin de que puedan quitarse con facilidad e incrementar así la corriente de evacuación debajo del pavimento.
- En las zonas de inundación, el sistema de alcantarillado, deberá ir provisto de valvulas de contención (de paso único).

4.1.3.3.- Generales

Como medidas preventivas generales, a nivel regional, considerar medidas de ingeniería como:

a) Construcción de presas para contener aguas de crecidas.

b) Construcción de terraplenes, diques y muros de hormigón armado o de mampostería.

c) Dragado de canales fluviales para facilitar el desagüe rápido.

Por otra parte, para protejer la población en aquellas zonas de inundación donde los sistemas existentes de defensa no puedan proporcionar una seguridad total, deberán adoptarse las medidas siguientes:

a) Deberá proyectarse el nivel de las carreteras y vías a una altitud que económicamente pueda estar justificada para asegurar un acceso ininterrumpido durante una inundación a los asentamientos humanos.

b) Cuando el nivel de las corrientes de agua es elevado en una zona en que el suelo es muy permeable, la subida del nivel de la capa freática puede causar una inundación. Si se proyectan nuevos asentamientos o casas en zonas expuestas a inundaciones donde existen esas condiciones del suelo, se recomienda que se eleve el terre-

no de los solares antes de empezar a construir.

c) En los asentamientos humanos que poseen sistemas de alcantarillado, si el nivel de las aguas de inundación es más alto que el nivel de descarga de las aguas cloacales, éstas serán impulsadas de nuevo hacia los conductos del alcantarillado y se verteran en las tierras, lo que ocasionará contaminación y brotes de enfermedad. El agua contaminada podrá inutilizar el agua de los pozos para el consumo durante un prolongado período después de la inundación. Por consiguiente, los sistemas de alcantarillado en las zonas de inundación deberán ir provistos de dispositivos para obturar los conductos cuando se produce la inundación.

4.1.3.4.- Alerta

Disponer de un sistema de alerta de inundaciones para reducir las pérdidas de vidas y bienes.

Al determinar los tipos de aprovechamiento de la tierra que permitirá la ordenanza de zonificación en las zonas expuestas a inundaciones, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

a) El valor de las instalaciones expuestas a daños, debe ser mínimo.

b) Debe ser posible evacuar a las personas a tiempo, lo que dependerá a su vez de la eficacia del sistema de alerta.

c) Las zonas de estacionamiento y volúmenes de almacenamiento, deben ser también de tal naturaleza que, en caso de alerta, puedan evacuarse rápidamente.

4.1.4.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Algunas medidas de emergencia y de rehabilitación que se deben efectuar en caso de inundación, son las siguientes:

a) Solucionar problemas de vivienda, vestuario, transporte, implementos médicos y hospitalización si es necesario (para enfermos y heridos).

b) Cooperar con las autoridades locales, grupos de rescate y Cruz Roja local, de acuerdo con el plan de emergencia.

c) Ver que todos estén seguros y fuera de peligro de nuevas inundaciones, incendios o derrumbes de edificios.

d) Obedecer las reglas de salud para la protección personal y de la comunidad contra epidemias. Reportar cualquier violación.

e) Revisar roturas de cañerías y entregar un sistema de disposiciones sanitarias inspeccionadas por autoridades de la salud.

f) Solucionar problemas de abastecimiento de agua. Hervir o clorar agua de abastecimiento para beber. No usar comida que haya sido contaminada o que haya estado en contacto con aguas de inunda-

ción.

g) Arreglar fallas en las construcciones. Limpiar y desinfectar todas las paredes y cubiertas.

h) Limpiar y abrir desagües, diques, canales, pequeños arroyos y drenajes, desaguar aguas de inundación estancadas. Si es posible, arreglar roturas en diques, usar estructuras temporales para evitar su aumento.

i) Desaguar o bombear agua del subsuelo. Acelerar la calefacción para el secado. Revisar calefactores, tubos de calderas y máquinas antes de usarlas.

j) Hacer reparaciones permanentes hasta que el edificio quede completamente seco. Sacar todos los muebles y alfombras al aire.

k) Usar métodos adecuados de limpieza de ropa de dormitorio y vestuario.

l) Usar insecticida contra mosquitos, moscas y gusanos. Eliminar roedores.

m) Mover los cercos a zonas más altas, para evitar muerte del ganado.

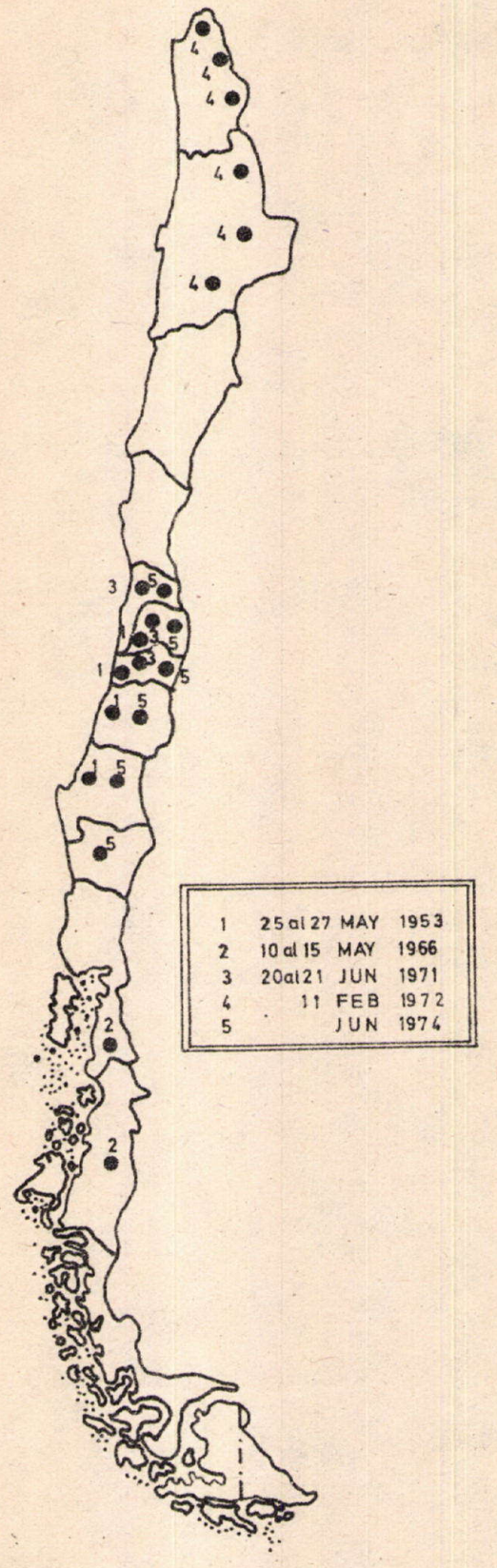
n) Disponer de los animales muertos rápidamente.

ñ) Ventilar forraje mojado para que se seque. No alimentar ganado con ésto.

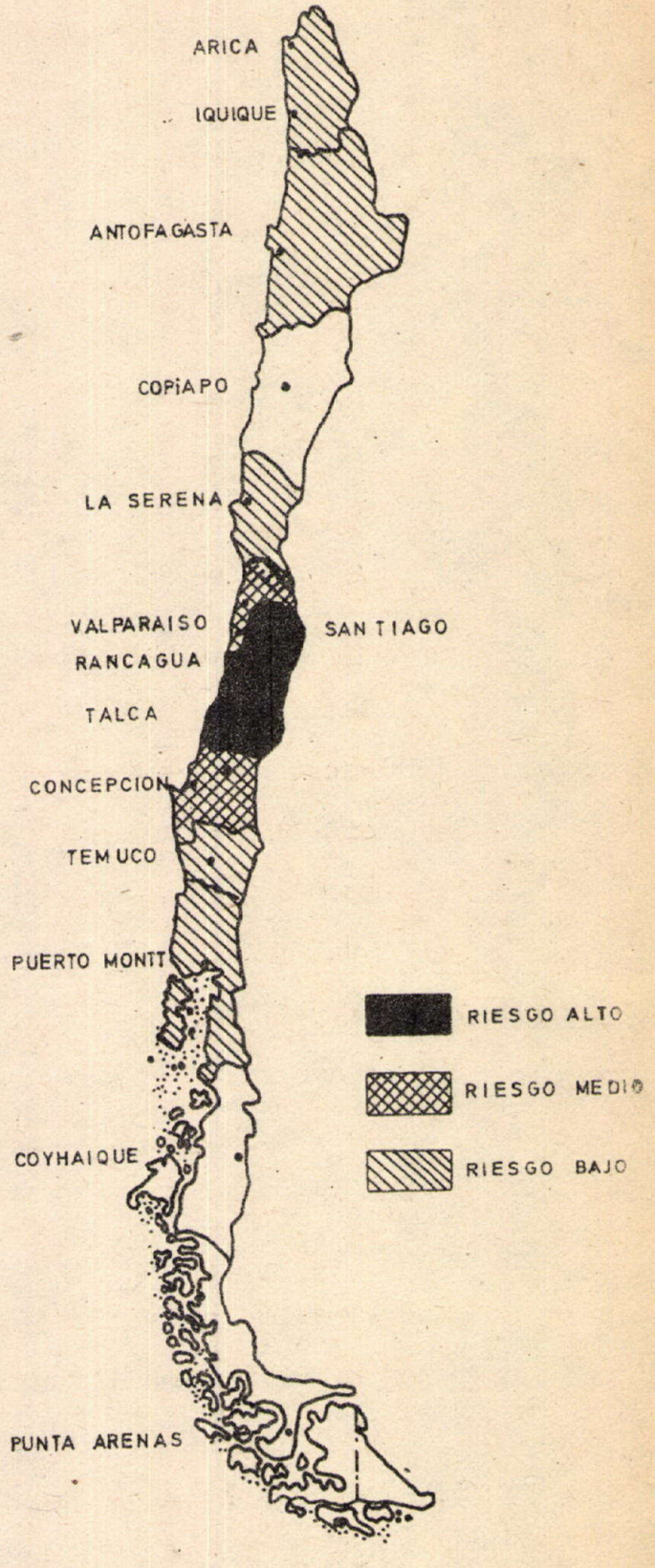
o) Las maquinarias sumergidas deben ser llevadas aparte y limpiarlas antes que se oxiden los moto-

FIGURA Nº 7

TEMPORALES E INUNDACIONES.



A ESTADISTICAS



B RIESGOS DE TEMPORALES E INUNDACIONES

res o máquinas. No deben ser usados antes de ser limpiados o secados.

4.1.5.- INUNDACIONES EN CHILE

En la figura Nº 7, se muestran las regiones más afectadas por temporales e inundaciones. Las estadísticas nacionales más importantes en los últimos 35 años, se muestran en el cuadro Nº19 del anexo Nº 1.

Es necesario considerar, además, las pequeñas inundaciones provocadas por el mal funcionamiento de las redes de alcantarillado y/o aguas lluvias (rejillas tapadas, aumento excesivo del caudal) que provocan problemas de contaminación, tránsito y otros. Este problema se presenta en algunos sectores de Santiago. Por lo tanto, se debe llevar un catastro de estos puntos conflictivos y así reparar o solucionar en parte este problema.

4.2.- DESPLAZAMIENTO DE MASAS DE SUELO

4.2.1.-INTRODUCCION

Los grandes desplazamientos de masas de suelos se podrían clasificar en :

a) Deslizamientos: Desplazamientos perceptibles por simple observación visual.

b) Corrimientos : Desplazamientos apreciables sólo por medio de instrumentos.

c) Derrumbes : Desplazamientos rápidos e irregulares.

Este desastre consiste en un desplazamiento de las capas de terreno por la ladera de una colina o montaña, provocado por la inestabilidad geológica de la ladera a causa de fuertes lluvias, terremotos u otros factores como labores mineras, construcción, deshielo, etc.

También podrían producirse en terrenos llanos donde existen fuertes diferencias o fracturas entre los niveles de las distintas capas, por ejemplo, en las poblaciones o cercanías situadas en diversas rutas de los ríos. La razón principal de ello es que el nivel de la capa acuífera subterránea y el contenido de humedad del suelo cambian con la construcción y el funcionamiento de sistemas de abastecimiento de agua potable y de drenaje.

Este tipo de desastre podría provocar pérdidas de vidas, destrucción de viviendas, obstrucción de caminos y cana

les, rompimiento de las redes de agua potable, alcantarillado, gas, etc. y como secuela, en algunos casos, la inundación.

4.2.2.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

Es necesario identificar las laderas de montañas y colinas que representen un riesgo potencial de deslizamiento o derrumbe, debido a su debilidad geomorfológica y/o geológica y definir además, los pasillos de aludes (franja por donde podría pasar un alud). Se debe definir también los espacios al pie de las montañas que podrían resultar afectados por el deslizamiento de capas de tierra y rocas.

Habrá que prestar atención a la posibilidad de que aumente el riesgo de deslizamiento de tierras debido a obras de ingeniería que se realicen en la cima o en la base de las montañas (por ejemplo, construcción de carreteras, obras de drenaje, etc.) y como consecuencia de los cambios en el régimen hídrico. Podría aumentar asimismo el peligro de deslizamiento de tierras cuando se sitúan estructuras pesadas de carácter provisional o permanente en las laderas que presentan un riesgo potencial. Este riesgo potencial se agrava en las zonas propensas a los terremotos.

4.2.3.- MEDIDAS PREVENTIVAS

La manera de prevenirlos y contenerlos dependerá de la magnitud y tipo de desplazamiento.

En zonas de deslizamiento de tierras se recomienda el empleo de estructuras del tipo estáticamente determinadas, ya que las estructuras estáticamente indeterminadas, son vulnera-

bles al desplazamiento de sus cimentaciones.

En las regiones sísmicas, deben prohibirse por completo la construcción de toda clase de edificios en zonas de desplazamiento de tierras o la ubicación de poblados en pasillos de aludes.

Las medidas de prevención a trazar para cada desplazamiento de tierra, se basarán en investigaciones específicas de carácter geológico, morfológico y geotectónico. De esta manera, resultará posible determinar las medidas de construcción que podrían adoptarse y las medidas que se tomarán para alertar y evacuar la población afectada a tiempo.

Disponer de un sistema de alerta para reducir las pérdidas de vidas y bienes.

4.2.4.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Las medidas de emergencia dependerán fundamentalmente del tipo de desplazamiento, de su magnitud y de la ubicación geográfica. El factor más relevante es el tiempo que se dispone para aplicar estas medidas.

Entre estas medidas, se pueden mencionar:

a) Alertar y evacuar a la población que está en peligro hacia lugares seguros.

b) Tomar medidas frente a una posible inundación, si el desplazamiento provoca un almacenamiento de agua con alto riesgo.

c) Limpiar rápidamente caminos y canales, si el des-

Después de romperse la represa de escombros el 8 de junio, la descarga alcanzada fue alrededor de 10.000 m^3/seg., causando extensos daños río abajo, pero gracias a la evacuación precautoria no se perdió ni una sola vida.

g) Causa probable: Erosión fluvial en el valle del río Mantaro, y en la quebrada de Ccochacay. Ningún terremoto ni precipitación anormal precedió al evento.

h) Datos geotectónicos: El movimiento inicial probablemente ocurrió en una superficie resbalosa preexistente de roca sedimentaria coincidente con el estrato. La superficie de la grieta fue expuesta en algunos lugares en pendientes profundas de laja a una formación Mitu, en la parte posterior al deslizamiento. El tiempo de deslizamiento fue de 3 minutos y alcanzó velocidades del orden de 120 a 140 Km/hr.

4.2.6.- COMPORTAMIENTO ANTE SISMOS SEGUN LOS TIPOS Y CONDICIONES DE SUELOS (16)

a) Suelos no cohesivos

En suelos no cohesivos, el efecto de los sismos provoca un asentamiento por compactación, que puede tener orígenes en las capas profundas bajo el estrato blando.

Ejemplo: Terremoto de Chile en el año 1960, en Valdivia y zonas cercanas, se constataron asentamientos de hasta 2 mts.

b) Suelos no homogéneos

En suelos no homogéneos, se producen generalmente ante solicitaciones sísmicas, asentamientos diferenciales que no pueden ser absorbidos por las estructuras, especialmente por aquellas de fundaciones rígidas. Estos asentamientos diferenciales son comunes también, a causa de presencia de arenas saturadas en algún sector, que pueden llegar a licuarse.

Ejemplo: Terremoto de Niigata, Japón, en el año 1964.

c) Suelos saturados

Licuafacción superficial: Se producen hundimientos del suelo que pueden llegar a ser muy grandes.

Ejemplo: Terremoto 1960, camino Osorno a Puerto Montt.

Pueden también ocurrir deslizamientos horizontales de grandes masas de tierra, producido por licuafacción del suelo en el plano de falla.

Ejemplo: Terremoto 1966, Alaska, sector de Valdez.

Licuafacción en muros de contención: En presencia de una napa alta, las arenas de relleno que han quedado muy sueltas no han podido compactarse por la presencia de la napa de agua, están muy propensas ha sufrir licuafacciones, liberando la gran presión de poros

existentes en el muro de contención con grandes posibilidades de destruirlo o volcarlo.

Ejemplo: Terremoto 1960, Puerto Montt.

d) Estratos finos

Presencia de estratos finos bajo suelo firme: Generalmente los estratos finos ante las solicitaciones sísmicas se licúan y producen un deslizamiento de la capa superior y hundimiento de la capa deslizada que queda sin apoyo.

Ejemplo: Terremoto 1964, Alaska, sector Anchorage.

Presencia de estratos finos bajo gravas: Es común que los depósitos de gravas contengan bajo ellos, estratos de arenas que al licuarse producen los deslizamientos, que rellenan zonas de depresión entre pendientes.

Ejemplo: Terremoto 1960, Valdivia. En el río San Pedro, se produjo un deslizamiento de 300 mts. de largo de una masa de 10.000.000 m^3.

e) Rellenos artificiales

Rellenos sobre terrenos firmes: Este es un caso típico de rellenos en caminos; se producen hundimientos de variadas dimensiones.

Ejemplo: Terremoto 1960, camino Osorno a Puerto Montt.

Rellenos sobre terrenos débiles: También presenta un caso típico de caminos y se diferencia del anterior en que en estos casos se producen también hundimientos provocados por el terreno de fundación.

Ejemplo: Terremoto 1960, camino Osorno a Puerto Montt.

4.2.7.- DESPLAZAMIENTOS DE MASAS DE SUELO EN CHILE

El corte transversal de la superficie de nuestro país presenta características casi invariables a lo largo de su territorio. Entre la cordillera de los Andes y de la Costa existen faldeos de pendientes fuertes, con una planicie casi horizontal de ondulaciones suaves con configuración de terraza, llamada depresión central.

La gran mayoría de estas terrazas tienen origen fluvial, lacustre o combinaciones de ellos. Un reducido número tienen origen glacial y marítimo.

En la zona norte y central se puede observar que las terrazas tienen principalmente un origen fluvial, siendo de formación más reciente la de la zona norte, lo que le significa un menor grado de consolidación y, por consiguiente, un comportamiento más desfavorable ante solicitaciones sísmicas.

A este hecho, y a la existencia de fallas geológicas, se deben los daños cuantiosos y significativos ocurridos en la zona norte, especialmente en Petorca, con ocasión del sismo del año 1971.

La zona sur en cambio, presenta principalmente una formación de terraza de origen combinado lacustre-fluvial. La formación del suelo superior presenta la existencia de materias finas tales como limo, arcilla y tierra vegetal.

En Chile, sería conveniente, a modo de prevención, considerar las siguientes medidas:

a) Mantener un registro centralizado de cada desplazamiento de masas de suelo de cierta importancia. Este podría centralizarse en la ONEMI, en conjunto con las estadísticas de los otros desastres.

b) Realizar estudios geológicos y geomorfológicos a lo largo del territorio nacional, destinados a medir el riesgo de desplazamientos de masas de suelo y su magnitud. Estos estudios, que podrían ser coordinados por un geólogo a través de la ONEMI, deberían centralizarse principalmente:
   - En las redes camineras y ferroviarias.
   - En poblados que presenten este riesgo, especialmente en aquellos que se sitúan en pasillos de aludes o zonas montañosas.
   - En zonas turísticas. Instalaciones hoteleras, zonas de camping y canchas de ski en zonas volcánicas o montañosas.

c) Colocar detectores en zonas más críticas.

d) Por otra parte, se debe mantener equipos necesarios distribuídos estratégicamente a lo largo del

territorio nacional, para efectuar reparaciones de emergencia de la red caminera o ferroviaria, como movimientos de tierra en las zonas cubiertas por deslizamientos o construcción de caminos de emergencia en puntos críticos.

C A P I T U L O V

DESATRES TELURICOS Y TECTONICOS

Se denominan así todos aquellos desastres naturales cuyo origen se debe a movimientos propios de la tierra.

Entre ellos se pueden distinguir: Terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas.

5.1.- TERREMOTOS

5.1.1.- INTRODUCCION

Un terremoto es un movimiento brusco de la corteza terrestre producido por explosiones en la profundidad de la tierra (Plutónico), por la actividad de volcanes (Volcánicos), o por desplazamientos de las capas de la corteza terrestre a lo largo de fallas (Tectónicos).

Los terremotos tectónicos son los más frecuentes y destructores. A lo largo de los costados de una falla hay materiales que por frotamientos desencadenan temblores convulsivos que se propagan ampliamente hacia la superficie. Los terremotos importantes suelen acompañarse de sacudimientos previos y ulteriores de intensidad variable.

Los terremotos causan la vibración del suelo, lo cual, al transmitirse a los edificios y otras estructuras, ocasionan cargas horizontales, verticales y torsionales que pueden causar la destrucción total o parcial de estas estructuras.

Además de destruir edificios y otras construcciones, los terremotos pueden provocar aludes, deslizamientos rocosos, grietas, quebrajaduras, levantamientos y derrumbes de terrenos, brotes de fangos, embalses fluviales, tsunamis e incendios.

Los daños y peligros relacionados directamente con el saneamiento, consecutivos al terremoto mismo, son especialmente la ruptura, la deformación y el desplazamientos de represas y reservorios, causas de filtraciones o contaminación del agua, la acumulación de detritos y cadáveres humanos y de animales atrapados o sepultados en las ruinas.

5.1.2.- INTENSIDAD DE UN SISMO

El efecto de un terremoto en los edificios depende de la intensidad sísmica, que se basa en la apreciación personal de los efectos de un sismo, y depende, por lo tanto de la distancia del epicentro, condiciones geológicas del lugar, tipo de construcciones, etc.

Es una medida relativa y la intensidad de un sismo en determinado lugar sólo la puede dar un observador situado en ese punto. Se mide en grados de acuerdo a ciertas escalas convencionales, representando cada grado distintas condiciones de movimientos o daños de las habitaciones y objetos.

En Chile, se ha adoptado oficialmente desde el 9 de agosto de 1961 la escala internacional de 12 grados. Antes de esa fecha se usaba la antigua escala chilena de 6 grados.

Los grados de intensidad de los fenómenos sísmicos, definidos en relación con sus efectos más fácilmente observables y diferenciables, serán los que se indican en el cuadro Nº 4.

CUADRO Nº 4

ESCALAS DE INTENSIDADES DE LOS FENOMENOS SISMICOS

Fuente: Departamento de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile

GRADO DE INTENSIDAD	E S P E C I F I C A C I O N E S
I	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad muy favorables.

II Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.

III Se percibe en los interiores de los edificios y casas. Sin embargo, muchas personas no distinguen claramente que la naturaleza del fenómeno es sísmica, por su semejanza con la vibración producida por el paso de un vehículo liviano. Es posible estimar la duración del sismo.

IV Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Muchas personas lo notan en el interior de los edificios aun durante el día. En el exterior, la percepción no es tan general. Se dejan oir las vibraciones de la vajilla, puertas y ventanas. Se sienten crujir los tabiques de madera. La sensación percibida es semejante a la que produciría un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.

V La mayoría de las personas lo perciben aun en el exterior. En el interior, durante la noche, muchas personas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aun pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.

VI Lo perciben todas las personas. Se atemorizan y huyen hacia el exterior. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los juguetes, libros y otros objetos caen de los armarios. Los cuadros suspendidos de las murallas caen. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles y arbustos, o bien se les oye crujir. Se siente el tañido de las campanas pequeñas de iglesias y escuelas.

VII Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse de pie. El fenómeno es perceptible por los conductores de automóviles en marcha. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería bien construídas. Se dañan los muebles. Caen trozos de estuco, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos; el agua se enturbia. Los terraplenes y taludes de arena o grava experimentan pequeños deslizamientos o hundimientos. Se dañan los canales de hormigón para regadío. Tañen todas las campanas.

VIII Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aun el derrum

be parcial en estructuras de albañilería bien construídas. En estructuras de albañilería bien proyectadas y construídas, sólo se producen daños leves. Caen murallas de albañilería. Caen chimeneas en casas e industrias; caen igualmente monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Las casas de madera se desplazan y aun se salen totalmente de sus bases. Los tabiques se desprenden. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos. Aparecen grietas en el suelo húmedo especialmente en la superficie de las pendientes escarpadas.

IX Se produce pánico general. Las estructuras de albañilería mal proyectadas o mal construídas se destruyen. Las estructuras corrientes de albañilería bien construídas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Las estructuras de albañilería bien proyectadas y bien construídas se dañan seriamente. Los cimientos se dañan. Las estructuras de madera son removidas de sus cimientos. Sufren daños considerables los depósitos de agua, gas, etc. Se quiebran las tuberías (cañerías) subterráneas. Aparecen grietas aun en suelos secos. En las regiones aluviales, pequeñas cantidades de lodo y arena son expelidas del suelo.

X Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se destruyen los cimientos de las estructuras de madera. Algunas estructuras de madera bien construídas, incluso puentes, se destruyen. Se producen grandes daños en represas, diques y malecones. Se producen grandes desplazamientos de terreno en los taludes. El agua de canales, ríos etc. sale proyectada a las riberas. Cantidades apreciables de lodo y arena se desplazan horizontalmente sobre playas y terrenos planos. Los rieles de las vías férreas quedan ligeramente deformados.

XI Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las tuberías (cañerías) subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.

XII El daño es casi total. Se desplazan masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

5.1.3.- MAGNITUD DE UN SISMO

Es una medida física indirecta de la energía desprendida en el epicentro mismo. Se puede obtener a través de los sismógrafos, y como es una medida absoluta no depende de la distancia a que se encuentra de la estación sismológica, sino que es única para cada temblor.

Se mide en la escala de Richter. que no tiene límite superior. Sin embargo, los terremotos más fuertes han llegado al valor aproximado de 9.0. Un terremoto normal correspondería a 7.5.

En el cuadro Nº 5, se muestra la equivalencia de las distintas escalas de intensidades, la aceleración, el coeficiente sísmico k(a/g), la magnitud Richter, la energía en erg y el radio de acción R. (Departamento de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile).

5.1.4.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

Antes de definir las zonas de riesgo potencial es necesario explicar dos conceptos, que son:

Zonificación Sísmica: ésta tiene por objeto la definición de grandes áreas a las cuales se pueda asignar un nivel de sismicidad claramente diferenciado de las áreas vecinas. Corrientemente se basa en establecer una correlación entre la evidencia geotectónica y la información sismométrica, representada respectivamente por la existencia de estructuras tectónicas que acumulan energía por deformación y por la manifestación externa de los sismos, cuantificada por medio de la intensidad. Este criterio es aplicable a grandes regiones en las que puedan distinguirse varias estructuras geotectónicas, como por ejemplo, en un continente.

Microzonificación Sísmica: ésta tiene por objeto la subdivisión de un área en zonas más pequeñas en las que puede esperarse una manifestación sísmica de diferente intensi-

dad, debido al efecto amplificador o de atenuación que presentan las características muy locales del suelo y del subsuelo. El procedimiento de microzonificación consiste en evaluar la influencia local que las características del suelo puedan tener en la intensidad sísmica en un sitio.

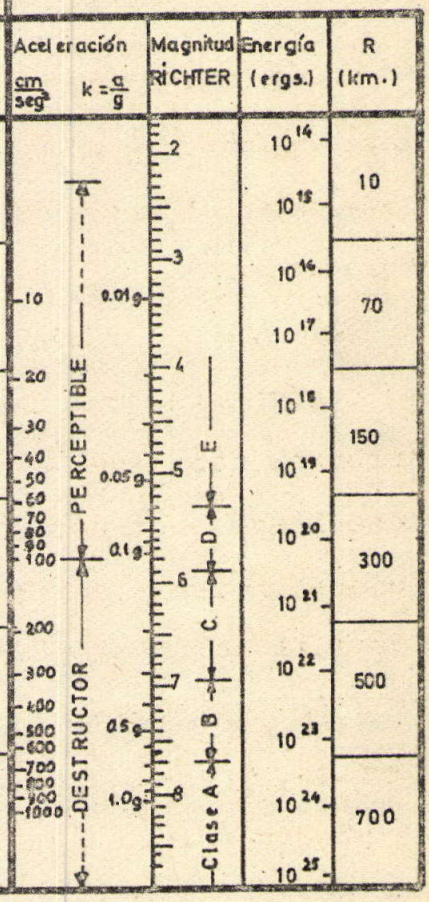
En las zonas de riesgo potencial, deberá emplearse un mapa de zonificación sísmica para una extensa área, como por ejemplo, al buscar el emplazamiento para el desarrollo de una gran ciudad.

Para poder elegir los lugares más seguros destinados a los componentes más importantes y/o vulnerables del desarrollo urbano, habrá que efectuar una investigación mucho más pormenorizada y preparar una documentación más detallada. Esto supone un mapa de microzonificación sísmica. El mapa de microzonificación sísmica determina con mayor precisión que el mapa de zonificación sísmica la intensidad probable de los terremotos, y en él se tienen en cuenta las condiciones locales y su diversidad dentro de los espacios limitados y los terrenos para el desarrollo potencial. Semejante mapa deberá prepararse utilizando los registros de temblores fuertes de un lugar y habrá de tenerse en cuenta la geología del lugar, la estructura del suelo y la carga que puede soportar el terreno, el régimen de aguas subterráneas y los posibles cambios en el nivel de agua, y deberá ofrecer conclusiones sobre las probabilidades y nivel de riesgos y/o recomendaciones sobre el diseño de las estructuras de construcción. (48)

CUADRO Nº5

COMPARACION DE VALORES MEDIOS PARA PROFUNDIDAD NORMAL (Fuente: Depto. de Geofisica y Sismologia de la U. de Ch.)

INTENSIDADES				Aceleración $\frac{cm}{seg^2}$ $k=\frac{a}{g}$	Magnitud RICHTER	Energía (ergs.)	R (km.)
ESCALA ROSSI FOREL	ESCALA MERCALI MODIFICADA	ESCALA JAPONESA	ESCALA CHILENA antes del 9-8-61				
	1	0	I				
I	2	I					10
II	3	II	II				
III	4						70
IV	5	III	III				
V							150
VI	6	IV					
VII	7		IV				300
VIII	8						
IX	9	V	V				500
X	10						
	11	VI	VI				700
	12	VII					



Es importante destacar también la cadena de acontecimientos que podría ocasionar un terremoto, ya que surgirán nuevos riesgos potenciales, tales como:

a) Terremoto-corrimiento de tierras-inundación.

b) Terremoto-incendio-conflagración.

c) Terremoto-tsunami-inundaciones en lugares distantes-contaminación de las aguas.

5.1.5.- DAÑOS PROVOCADOS POR LOS TERREMOTOS

Además del elevado número de muertos y heridos y de los daños propios de cada secuela que origina un terremoto (aludes, deslizamientos, tsunamis, incendios), se mencionan los siguientes:

5.1.5.1.- Abastecimiento de Agua Potable

El funcionamiento normal del sistema de agua potable no sólo es importante para el suministro de uso doméstico, sino que también para el buen funcionamiento de los equipos de extinción de incendios, ya que estos pueden declararse como secuelas de los efectos destructivos de un terremoto.

A continuación, se hará un breve análisis de los daños más comunes en los servicios de agua potable que podrían ser producidos por un sismo: (39)

a) Corte de Energía Eléctrica

- Consecuencia: Sin distribución de agua en la localidad.
- Causa técnica: Falta de energía eléctrica.
- Solución de emergencia: Racionamiento.

- Solución inmediata: Dotar de grupos electrógenos suficientes.
- Observaciones: Se recomienda diseñar los estanques con volúmenes de emergencia mayor. Se debería tener una reserva de equipos de electrógenos o equipos de motobombas a base de combustible, Estos equipos, en situaciones de extrema urgencia deberían ser facilitados por particulares de la localidad. Por lo tanto, sería conveniente hacer un catastro de estos equipos ya sean propios o de particulares, con el fin de enfrentar lo mejor posible cualquier calamidad.

b) Roturas en la red

- Consecuencias: Cortes parciales del suministro.
- Causa técnica: Sobre carga excesiva, falla en la construcción y uso de uniones (especialmente rígidas).
- Soluciones de emergencia: Reparación en el período de suspensión del suministro.
- Soluciones inmediata y preventivas: Cambiar cañerías de fierro fundido muy antiguas, especialmente aquellos en mal estado. Cambio de válvulas que no cierran bien, elaborar un adecuado diagrama de cuarteles, para los

efectos de cortes parciales minimizando la cantidad de personas afectadas y disminuyendo el tiempo de reparación.

- Observaciones: Sería conveniente revisar y probar periódicamente algunos cuarteles como medidas preventivas. Los proyectos y ejecución de obras, deben ser controlados rigurosamente con el fin de evitar fallas de diseños y especialmente constructivos.

  El empleo de juntas flexibles capaces de seguir las vibraciones del suelo sin romperse, es una medida preventiva muy eficaz.

  El diagnóstico de la red debe realizarse por un grupo de expertos.

  Como medida preventiva, para enfrentar este tipo de fallas, es conveniente la existencia de una unidad móvil de reparaciones, con herramientas para reparar y colocar tubos, accesorios, materiales de acoplamiento, herramientas para excavación, válvulas, etc.

c) Fallas mecánicas en el terreno

- Consecuencias: Asentamiento de radieres y grietas en estanques, sedimentadores, decantadores, canales alimentadores y, en general, en las estructuras de hormigón y albañilería. Se provocan, en algunos casos, filtraciones

de importancia que provocan socavación de las fundaciones. Las grietas permiten además una oxidación de las armaduras de fierro.

- Causas técnicas: Asentamiento del terreno, material constructivo inadecuado, mala construcción, rigidez excesiva.
- Soluciones: Reconstrucción o reparación de sectores dañados.
- Observaciones: En general, la planta de tratamiento se debe ubicar, en lo posible, en un lugar que tenga buenas características de suelo de fundación.

Los estanques se deben apoyar en terrenos de fundación de muy buena calidad y resistente a la erosión.

Se debería tener un stock de depósitos portatiles para reemplazar en parte otros fuera de servicio. En situaciones normales, podría utilizarse en pequeños caseríos.

d) Roturas en las instalaciones domiciliarias

- Consecuencias: Sin distribución de agua en esas casas.
- Causas técnicas: Derrumbes de las casas y fallas del terreno. Antigüedad de las redes, especialmente de fierro galvanizado.
- Soluciones: Corte del suministro en las casas afectadas y reparación. El abastecimiento

de agua puede realizarse desde las casas no afectadas o en camiones algibes, si es necesario.

- Observaciones: Se debería enviar a la zona del sismo, un refuerzo de inspectores que midan la gravedad del problema. El porcentaje de pérdidas que se consideran en tiempos normales, en gran parte, son secuelas de sismos anteriores.

e) Aumento de la turbiedad

- Consecuencias: En las plantas de tratamiento es necesario un aumento en el agregado de coagulantes. En los pozos, podría ocasionar problemas en las bombas o puesta fuera de servicio de aquellos por exceder límites admisibles de turbiedad.
- Causa técnica: Derrumbes y remoción de las capas superficiales del terreno en contacto con el agua.
- Soluciones: En las plantas de tratamiento, se debe mantener en observación el servicio y regular el agregado de coagulantes. Los pozos, según el grado de turbiedad, se deben dejar fuera de servicio hasta que se produzca en ellos una decantación (se puede acelerar con agregados de coagulantes).

- Observaciones: Es común, después de un sismo, la existencia de una turbiedad mayor. Esta dependerá del tipo de terreno por el que pasa el agua captada.

De los antecedentes proporcionados por la Ref. 39, se deduce que las causas principales de la paralización de los servicios de agua potable son:

a) Corte de energía eléctrica.

b) Roturas en las aducciones.

c) Fallas mecánicas en el terreno.

Por lo tanto se recomienda:

a) Tener un stock de equipos y suministros necesarios para realizar reparaciones de emergencia (Anexo Nº 3).

b) Ubicar, en lo posible, las plantas de tratamiento en un lugar que tenga buenas características de suelo de fundación.

c) Emplear juntas flexibles (super simplex, gibault y dresser) capaces de seguir las vibraciones del suelo sin romperse, especialmente en regiones sísmicas.

d) Disponer rápidamente de camiones algibes (anexo Nº 3).

e) Disponer, en lo posible, de instalaciones móviles de tratamiento de agua potable. En situacio

nes normales, estas plantas podrían usarse como solución de abastecimiento de agua en algunos poblados.

5.1.5.2.- Servicios de Alcantarillado

El funcionamiento normal de los sistemas de alcantarillado está directamente relacionado con el saneamiento. Los daños más comunes que podrían causar los terremotos a estos sistemas son: (39)

a) Destrucción o deformación de las redes

- Consecuencia: Embanque y rebalse de aguas servidas por cámaras aguas arriba, provocando un foco de contaminación.
- Causa técnica: Sobrecarga excesiva, falla en la construcción, deslizamiento del terreno, antigüedad de los colectores, falla en las uniones.
- Soluciones: Sacar embanques para permitir escurrimiento de aguas servidas. Si los daños son numerosos a lo largo del colector, se podría estudiar la posibilidad de la construcción de uno nuevo con mayor capacidad si es necesario. En la emergencia, hacer un "by-pass", aunque sería provisionalmente una zanja protejida.
- Observaciones: Los proyectos, y en especial la construcción de obras deben ser controlados

rigurosamente.

Un grupo de expertos debería confeccionar un método de diagnóstico de los servicios, con el fin de estimar la gravedad del problema.

b) Fallas mecánicas del terreno

- Consecuencia: Asentamiento de radieres y grietas en sedimentadores, decantadores, canaletas y en general, en las estructuras de hormigón y albañilería.
- Causa técnica: En el caso de obras de arte, asentamiento del terreno, material constructivo inadecuado, mala construcción, rigidez excesiva.
- Soluciones: Reparar sectores dañados, especialmente aquellos sectores en que se puede provocar oxidación de las armaduras de fierro y peligro de socavación de las fundaciones.
- Observaciones: La planta de tratamiento se debe ubicar en lo posible, en un lugar que tenga buenas características del suelo de fundación.

c) Roturas de instalaciones domiciliarias

- Consecuencia: Embanque y rebalse de aguas servidas por cámaras aguas arriba o WC, provocando un foco de contaminación.
- Causa técnica: Derrumbes de las casas y fallas del terreno. Antigüedad de las redes.

- Soluciones: Sacar embanques para permitir escurrimiento de aguas servidas.

5.1.5.3.- Puentes y caminos

Después de un terremoto, es importante establecer una corriente normal de tráfico, tanto para evacuar a la población como para llevar asistencia necesaria. Algunos de los daños que podrían producir los terremotos son:

a) Deformación del perfil geométrico, tanto transversal como longitudinal.
b) Derrumbes.
c) Baches y hundimiento.
d) Apertura o trizadura de la carpeta.
e) Roturas en las obras de arte.
f) Ruptura total o parcial de los apoyos extremos de los puentes.

Por lo tanto, se recomienda:

a) Que, en lo posible, para obtener un camino estable éste sea trazado sólo por terrenos aptos. Buena consistencia y drenaje adecuado.
b) Mantener permanentemente los caminos en su standar y características de diseño.
c) Confeccionar un mapa de riesgos de deslizamiento o derrumbes y con estos datos elaborar medidas preventivas en las zonas de riesgo. Por ejemplo, muros de sostenimiento.

d) Mantener un stock de equipos y materiales para reparaciones de emergencia.

e) Que los soportes de los puentes sean suficientemente seguros contra los deslizamientos horizontales.

f) Que los puentes sean proyectados en una zona con terreno de fundación adecuado, preferentemente en la parte más estrecha del valle y en ángulo recto con su curso.

5.1.5.4.- Presas

La rotura de una gran presa como consecuencia de un terremoto, puede ocasionar una inundación catastrófica en la zona situada aguas abajo. En el diseño de las grandes presas en regiones sísmicas, deberán tenerse en cuenta las cargas sísmicas y un método de análisis dinámico. Este método considera las diversas modalidades de vibraciones, determinadas por las ecuaciones de vibración de uno o más sistemas de péndulo de masa múltiple.

5.1.5.5.- Viviendas

En las zonas en que las viviendas son económicas, de una sola planta, más del 90% de todas las víctimas de un terremoto, permanecen en ellas. Los daños más frecuentes son:

a) Hundimiento de las cubiertas o bóvedas pesadas y planas de arcilla o de adobe.

b) Ruptura de muros de carga exteriores, habitualmente hechos de arcilla o adobe. Estos no

pueden seguir las vibraciones originadas por un terremoto, debido a su fragilidad.

c) Muerte de gran número de personas que están durmiendo o descansan en las casas.

Por lo tanto, se recomienda el empleo del diseño y construcción asísmica. En viviendas económicas, reemplazar el uso de techumbres pesadas por techumbres ligeras y reforzar los muros exteriores de carga, mediante refuerzos horizontales y verticales.

5.1.6.- METODOLOGIA Y ANALISIS DE DAÑOS SISMICOS

5.1.6.1.- Visita preliminar al edificio dañado

Inmediatamente después de ocurrido un sismo, es necesario realizar una visita a los edificios dañados con la finalidad de efectuar un diagnóstico preliminar de ellos y emitir un juicio respecto a los mismos.

Diagnóstico preliminar

Para la clasificación de los elementos que constituyen el edificio se propone emplear el criterio adoptado por el Departamento de Obras Civiles de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, el cual se expone a continuación:

a) Elementos estructurales fundamentales: serán aquellos que son indispensables para garantizar la estabilidad y la resistencia sísmica de cada una de las partes del edificio y que además han sido diseñados como tales.

b) Elementos estructurales secundarios: serán aquellos que sólo soportan cargas verticales provenientes de su funcionamiento y cuya falla no afecta a la estructura fundamental.

c) Elementos estructurales adicionales: serán aquellos que habiendo sido considerados como secundarios en el diseño, su comportamiento durante el sismo correspondió al de elementos estructurales fundamentales.

d) Elementos no estructurales: dentro de este grupo caben las cubiertas, cielos, revestimientos verticales, pavimentos, marcos de puertas y ventanas, artefactos sanitarios, canales y bajadas de aguas lluvias, ventanales de bloques o losetas de vidrio, escaleras de acero y/o madera, peldaños de hormigón armado prefabricado y las instalaciones.

Para clasificar un edificio en relación a los daños que se presentan, se propone utilizar la siguiente terminología:

a) Edificio con daños menores: será aquel en que el daño se presenta en sus elementos no estructurales o en algunos de sus elementos estructurales secundarios, sin comprometer la estabilidad de los elementos ni la seguridad de las personas.

b) Edificio con daños leves: será aquel en que el daño se presenta en los elementos no estructurales o en algunos elementos estructurales secundarios, comprometiendo la seguridad de las personas y sin comprometer la de la estructura.

c) Edificio con daños severos: será aquel en que el daño se presenta en los elementos estructurales secundarios o en algunos elementos estructurales fundamentales, comprometiendo la estabilidad de la estructura.

d) Edificio parcialmente colapsado: será aquel cuyos elementos estructurales secundarios y/o algunos de sus elementos estructurales fundamentales se encuentren destruídos y derrumbados.

e) Edificio totalmente colapsado: será aquel en qu la mayoría de sus elementos estructurales fundamentales se encuentran destruídos y derrumbados.

Una vez clasificado el edificio, será necesario decidir entre dejarlo en su estado actual, realizar un estudio más detallado de su estructura o bien demolerlo, para lo cual se propone el siguiente criterio:

a) Si el edificio presenta sólo daños menores, dejalo en su estado actual.

b) Si el edificio presenta desde daños leves a severos, será necesario realizar un estudio más deta

llado de la estructura de éste. En este caso, se pueden tomar las siguientes medidas de urgencia:

- Retiro de escombros que representen peligro inminente.
- Arriostramientos, apuntalamientos y alzaprimados de emergencia.
- Demoliciones parciales.
- Decretar el no uso del edificio ; y

c) Si el edificio está parcial o totalmente colapsado, será necesario demolerlo.

5.1.6.2.- Recopilación de antecedentes

a) Antecedentes sismológicos de la zona.
b) Antecedentes geológicos de la zona.
c) Antecedentes de mecánica de suelos de la localidad.
d) Antecedentes de arquitectura del proyecto original.
e) Antecedentes estructurales del proyecto original.
f) Antecedentes constructivos del proyecto original.
g) Recálculo del proyecto original.

5.1.6.3.- Detección de fallas, su evaluación y control

a) Detección de fallas: La detección de las fallas consiste en registrar las fallas visibles y/o auscultar instrumentalmente la estructura del edificio dañado.

b) Evaluación del daño: Es necesario aplicar métodos que permitan evaluar cualitativa y cuantitativamente, si es posible, el daño producido en cada uno de los elementos de la estructura de cada edificio en particular, y en conjunto de aquellos edificios con una estructura similar.

c) Control de las fallas: Para detectar el progreso de una falla, es frecuente utilizar "indicadores" (Ejemplo: colocar puntos de referencia a ambos lados de la zona de separación de la falla y medir las variaciones de las distancias entre estos puntos.)

5.1.7. MEDIDAS PREVENTIVAS

5.1.7.1.- Los materiales de construcción como estudio de factor de daño sísmico.

Los materiales de construcción utilizados son numerosos y muy heterogéneos, con propiedades diferentes, esto hace que cada uno de ellos reaccione en forma distinta frente a la acción sísmica.

El daño sísmico es directamente proporcional, por una parte, a la calidad de los materiales a usar, que pueden producir el colapso de una estructura cuando las solicitaciones exceden la resistencia del elemento, y por otra parte, existe relación con el proceso constructivo mismo, es decir, se debe optimizar la utilización de los materiales.

A continuación se detallan los materiales más utilizados en la construcción y sus respectivos factores que podrían constituir daño sísmico: (16)

a) Estructuras metálicas: Este tipo de estructura en general es bastante resistente a la acción sísmica, dependiendo esta resistencia tanto del material empleado (acero) como del tipo de unión que conforman la estructura (gusset, pernos, soldadura, etc.)

Las estructuras metálicas básicamente pueden dañarse por efectos de la corrosión, debido a que el acero es vulnerable a los agentes ambientales (oxidación) y al ser este oxidado su resistencia disminuye, es esta la razón de tratar al acero con elementos anticorrosivos tales como pinturas, lubricantes, etc. Sin embargo, el mayor problema que presenta este tipo de estructuras frente a la acción sísmica, es el daño en las uniones. Para evitar este tipo de fallas, se podría recomendar en el caso de elementos soldados, un exhaustivo control de penetración de la soldadura por el método de placas (radiografías) con el cual se puede detectar cualquier tipo de anormalidades de ella, evitando así posibles desplazamientos en las zonas de unión. En el caso de uniones con pernos o gusset, se recomienda ceñirse al cálculo establecido en el proyecto.

El acero empleado previamente a su utilización debe

ser sometido a ensayos de tracción, compresión, dureza, torsión, endurecimiento por deformaciones y fatigas residuales, etc. Ensayos tales que aseguren resistencia a la acción sísmica.

b) Madera: La madera como elemento constructivo tuvo bastante importancia y aún la tiene en viviendas de tipo de emergencia. Es usada por su bajo costo, por estética y por su facilidad de trabajo esencialmente. Frente a la acción sísmica, la madera no es el elemento más apropiado en cuanto a la resistencia (baja en comparación con otros materiales tales como el hormigón armado, estructuras metálicas); sin embargo, esta deficiencia se ve amortiguada debido a su gran flexibilidad y deformabilidad. Fallando en general en las uniones (clavos, pernos, ensambles, pegamentos y otros). Se recomienda usar lubricantes, pinturas, barnices, etc. como elementos capaces de guardar la humedad natural de la madera, evitando con esto un posible resecamiento que traería como consecuencia una baja resistencia y una baja flexibilidad, propiedades que son importantes de considerar frente a la acción sísmica.

Además se debe evitar el uso de maderas insanas (nudos) ya que estos no ofrecerán resistencia frente al sismo, produciéndose fácilmente el colapso de los elementos en cuestión.

c) Estructuras de albañilería de ladrillo: En la construcción se utilizan varios tipos de ladrillos: fiscal, rejilla, princesa, etc. colocados en diferentes formas: de saga, de cabeza, pandereta, etc. El ladrillo no presenta por sí sólo ninguna resistencia en cuanto a elemento estructural por lo tanto, necesita otros elementos tales como agua, cemento y agregados petreos que forman el mortero, cuya función es de adherencia entre ladrillos y así formar una estructura de albañilería que, junto con pilares y cadenas de hormigón armado, formarán una estructura capaz de resistir solicitaciones (peso propio, viento, nieve, sismos, etc.)

Ante la acción sísmica, los elementos de albañilería fallan generalmente en las uniones mortero-ladrillo. Otros puntos críticos son las uniones entre cadenas y el muro de albañilería, por falta de adherencias entre el mortero y el ladrillo o por una mala adherencia entre mortero y cadena. En este caso se recomienda limpiar bien la zona de unión y así facilitar la adherencia. Además, el sismo deja a trasluz o otras fallas como la mala geometría del ladrillo que puede inducir a una distribución no uniforme de las cargas a que está sometido. La albañilería debe trabajar como un todo para que en caso de un sismo los elementos colaboren en recibir y transmitir cargas, por lo tanto, la presencia de grietas y roturas hace que el ladrillo no trabaje como un todo en su función, trayendo como consecuencia grietas y roturas

mayores con el consiguiente estado final de posible colapso.

d) Estructuras de hormigón armado: El hormigón armado está compuesto por cemento, agua, agregados pétreos y fierro en donde la calidad y dosificación de cada uno de estos componentes incidirá en la resistencia de la estructura ante los efectos del sismo. Los daños producidos por efecto del sismo en las estructuras de hormigón armado, se deben fundamentalmente a los métodos constructivos o a errores de cálculo. En el hormigón armado se deben considerar varios efectos para enfrentar con éxito la acción sísmica:

1.- Exudación: tendencia del agua a ascender a la superficie formando una lechada que, al quedar en la superficie terminada, forma una capa muy propensa al desgaste. Esa capa débil no permitirá una buena adherencia con el hormigón que se ha de colocar sobre la junta al reanudar el trabajo; el aire incorporado permite reducir la exudación.

2.- Sedimentación: fenómeno que hace variar el volumen. Está relacionado con la exudación y ocurre a la vez que ésta; por lo tanto, en el hormigón fresco.

Mientras el agua asciende (exudación), los sólidos descienden (sedimentación), descendiendo

también el nivel del hormigón. Por este efecto, puede producirse una grieta en el hormigón fresco entre la unión de dos elementos estructurales.

3.- Hidratación: cambios de volumen autógenos del hormigón endurecido.

4.- Reacciones Químicas Expansivas: cuando los productos de la reacción ocupan mayor volumen que las sustancias originales, se produce expansión.

5.- Variaciones de Humedad: las variaciones de longitud debidas a variaciones de humedad, son las más importantes. Si la humedad disminuye (secamiento), se produce retracción y si aumenta, hinchamiento. Si el hormigón está impedido de contraerse, se podrán originar grietas.

6.- Caída de Hormigón: la altura de caída del hormigón debe ser mínima para evitar segregación.

En una obra de hormigón armado, no basta sólo una supervisión del proceso constructivo, sino que también un análisis de sus componentes: agua, cemento, agregados pétreos y fierro, maximizando así la seguridad y a la vez minimizando los efectos que podrían producirse por el sismo.

1.- Cemento: El cemento, en contacto con el aire húmedo, absorbe agua y CO_2 que afecta a sus propiedades: disminución de su resistencia, alteraciones en el tiempo de fraguado y aumento en la cantidad de agua necesaria para su consistencia nor

mal. En la práctica, se nota que el cemento está deteriorado cuando se forman grumos. Mientras éstos puedan deshacerse con los dedos, se da el cemento como aceptable; en caso contrario, hay que tamizarlo y mandarlo a ensayar.

2.- Agregados Pétreos: La granulometría debe estar bien graduada para permitir un hormigón homogéneo, sin acumulación de áridos de tamaños similares y evitar la formación de nidos que debilitarían la estructura. Los agregados pétreos deben estar exentos de impurezas y su granulometría debe quedar determinada tanto por el espesor de la estructura como por la separación entre los fierros. Para el hormigón, se usa como agregado pétreo: arena, grava, gravilla y bolones.

3.- Agua: Es un elemento que le da consistencia a la masa. En general, se puede utilizar cualquier tipo de agua en la fabricación del hormigón armado, excepto aquellas que tengan mucho contenido de sales, pues pueden corroer las enfierraduras con la consiguiente baja de su resistencia frente al sismo. Se debe evitar también la presencia de ácidos en el agua, pues corroe el hormigón dejando solamente el agregado pétreo.

4.- Fierro: El fierro que se utiliza en la fabricación del hormigón armado es redondo, pudiendo ser

liso o con resaltes. Es el encargado de soportar el esfuerzo de tracción en laeestructura de hormigón armado. Si el fierro se oxida, empieza a corroer el hormigón; esto sucede en las zonas costeras o húmedas, generalmente donde queda a la vista, trayendo como consecuencia una baja de resistencia de la estructura del hormigón armado frente a la acción sísmica principalmente.

Se recomienda usar el agua necesaria para evitar oxidación y en las zonas húmedas hacer estructuras con un recubrimiento mayor como factor de seguridad. En general, se usa el acero con resaltes para las actuales construcciones, puesto que este tipo de acero nos da una mayor adherencia entre fierro y hormigón.

5.1.7.2.- Métodos y sistemas de construcción

Dadas las normas vigentes que guían el diseño asísmico y los correspondientes factores de seguridad que normalmente se toman, se podría decir que un gran porcentaje de las fallas por sismo no se deben a deficiencias de diseño sino que a deficiencias de construcción.

Luego, se trata de que lo construído se asemeje lo más posible a lo diseñado, y para esto se debe hacer un análisis de las diferentes fuentes de daño producido por los terremotos según el método constructivo. (16)

a) Hormigón armado

Hormigonado: El hormigón que se va a usar debe cumplir ciertas especificaciones de resistencia que les da el cálculo. Ahora, para que esta resistencia sea efectiva en el elemento mismo, deben tomarse en cuenta diversos aspectos, de los cuales va a depender ésta.

- En cuanto a ejecución, se debe controlar y cumplir los procesos de colocación, transporte, confección y fraguado.
- En cuanto a los materiales, que tengan la calidad deseada y una buena clasificación de ellos.

Hay que aplicar un adecuado método de construcción para que se cumplan estas directrices.

Enfierradura: En el cálculo o diseño de los fierros, se suponen ciertas condiciones de forma y geometría definidas que se deberían cumplir en el proceso constructivo. Así, por ejemplo, que sean limpios, de longitudes precisas, con ángulos de doblajes exigentes, etc. Con el objeto de acercarse lo más posible a este diseño, se podría tomar las siguientes medidas:

- Que no se produzcan dobladuras en el transporte.
- Que estén limpios para evitar falta de adherencia u oxidación.
- Que se corten de manera exacta y que se doblen según lo especificado.

- Apoyarlos y amarrarlos bien,,de manera que tengan la posición requerida dentro del moldaje.

Moldajes: Son los elementos que permiten dar forma geométrica de diseño al elemento de la obra, logrando así las propiedades para los cuales fueron calculados, tanto de resistencia como de arquitectura.

Con el objeto de cumplir estas metas, deberán considerarse entre otros:

- Que deben ser rígidos y estar bien sujetos, y apoyados de manera que no se deformen y mantengan su posición.
- Que deben tener la resistencia suficiente para soportar el peso del hormigón y, además, de otras cargas accidentales, tales como equipos, obreros, etc.
- Que, funcionalmente, no deben ser dañados en el desimbre, ser fáciles de aunar, aceitados y no usarse más de lo predispuesto.
- Que sean suficientemente impermeables para que no se pierda hormigón, principalmente por las junturas.

Anclajes: Es de gran importancia el anclaje cuando la estructura se encuentra sometida a grandes tensiones cerca de los extremos y, como en los terremotos se producen grandes tensiones en las conexiones de elementos, que es donde están los extremos de las ba

rras (y donde empieza el anclaje), el anclaje debe realizarse con el mayor cuidado posible y ateniéndose a las normas vigentes. En las conexiones de elementos, existen cruces y encuentros. En los cruces, el anclaje no presenta problemas, pues la longitud necesaria de éste, se puede conseguir pasando las barras al otro lado de la conexión. En los encuentros, sin embargo, puede haber dificultades de espacio para la longitud del anclaje necesaria. Este aspecto es descuidado en la construcción.

Un anclaje defectuoso puede disminuir la resistencia del elemento considerado, como es el caso de una viga con un pilar, disminuyendo la resistencia de la viga. No estando el elemento con un buen anclaje, al desunirse la barra del hormigón, puede producirse un desequilibrio con el colapso de la viga o el soporte, pudiendo ocasionar víctimas.

Juntas de expansión: Al producirse un sismo, se produce un aumento de tensiones en los diferentes elementos de un edificio, originando deformaciones y choques entre ellos y entre edificios contiguos, que producen daños. Estos se pueden minimizar utilizando juntas de expansión. Como aquellas partes de un edificio construídas con materiales diferentes, y que, por lo tanto, tienen diferentes condiciones de elasticidad, se deforman no uniformemente, habría que colocar juntas de dilatación que compensen estas diferentes deformaciones

de los elementos. Los daños producidos, entonces, se deben a que las juntas de dilatación no tienen la separación necesaria.

Elementos secundarios unidos a la estructura: Muchas pérdidas de vidas y materiales se deben al colapso de elementos que no están bien unidos a la estructura (chimeneas, parapetos, estanques, cornisas, tejas, etc.). Generalmente, situados en las partes altas de una estructura, están sometidas a aceleraciones fuertes cuando se produce un sismo. Es por esto que se deben calcular adecuadamente y construir de manera exigente.

Empalmes: Si la barra de la armadura no alcanza a cubrir la longitud necesaria, se empalma a otra por traslapo. Es importante especificar la longitud del traslapo. Es necesario que todas las barras de empalme queden en la misma sección. Este es un aspecto muy importante, ya que en cadenas y soportes se han observado roturas por este defecto, que además de provocar el daño de rotura en estos elementos, interrumpe la continuidad de la armadura, con la cual estos elementos dejan de cumplir su función resistente, posibilitando un colapso.
Además si las barras van a soportar tracción, se prohibe empalmar más de cinco en una misma sección.

Grifaduras: Se produce por falta de alineación y

control adecuado de las armaduras después de producido el hormigonado. Al cambiarse la posición de los ejes (por desalineación de las armaduras), se produce una zona con fuertes tensiones secundarias en el hormigón, las cuales no fueron consideradas en el cálculo y que permite entonces la posibilidad de alargamiento de aquél, y por lo tanto, una disminución de sección de la barra disminuyendo así la resistencia asignada a ésta en el diseño.

Juntas de hormigonado: La gran cantidad de fallas producidas por terremtos en juntas de hormigonado, implica que es un aspecto constructivo que debe ser ejecutado lo mejor posible e inspeccionado durante su realización. Hay que considerar que en un terremoto, se produce un aumento de las solicitaciones ya existentes y la aparición de nuevas solicitaciones en la junta. Si dicha junta esta mal ejecutada y bajo la acción de estas solicitaciones se produce una deformación permanente en ella en la cual puede dejar de absorber las solicitaciones o quedar suficientemente débil que la haga incapaz de resistir alguna nueva serie de sismos. Generalmente, se producen grietas, que deben ser reparadas para evitar que se corroan las armaduras de fierro. Una vez producida la grieta, quedan dos piezas del hormigón unidas por barras de acero, de las que dependerá la resistencia y las deformaciones de la junta.

Debido a la ocurrencia de las fallas señaladas, es conveniente ubicar en los planos de construcción las juntas con sus especificaciones y disponer en ellas de armaduras de refuerzo.

Es por estò, que debe exigirse una ejecución de las juntas lo más óptima posible en la construcción antisísmica.

b) Albañilería

La albañilería está formada por una serie de elementos regulares colocados en cierto orden: en hileras horizontales y pegados entre sí por un mortero. Los errores más frecuentes en la albañilería de ladrillo corriente son:

- Pérdida de plasticidad del mortero que pega y une los ladrillos. Esto se produce cuando el albañil tiende una hilera muy larga de mortero para pegar sobre él los ladrillos y después se demora en colocarlos, perdiendo dicho mortero durante ese tiempo su plasticidad y, por lo tanto, su cualidad adherente. Para reparar este defecto, debería el albañil aplicar la mezcla en cada pegada.
- Falta de humedad de los ladrillos. Deben sumergirse en agua limpia.
- El espesor de la mezcla (la distancia entre ladrillos no debe ser superior a 1,5 cm).

Por no cumplir estas especificaciones, se observan fa-

llas constructivas, visualizables como fisuras diagonales y escalonadas.

Se ha dado el caso en tabiques de separación de interiores (pequeño espesor), que se han colapsado provocando desgracias personales. Es por esto, que se recomienda amarrarlas con barras de fierro colocadas a lo largo de todo el muro y cubiertas totalmente con mortero, que no debe ser menor de 300 Kg/m^3.

c) Conclusiones

Los daños más comunes que se presentan por efecto de un sismo se deben principalmente a:

1.- Mala calidad de la construcción.

2.- Mala calidad de concretos.

3.- Fallas en juntas de construcción.

4.- Fallas en conexiones o terminales, tales como empalmes, anclajes, juntas de dilatación, etc.

Para mejorar la calidad de la construcción, es conveniente una efectiva inspección y control de la ejecución de los trabajos, por personal capacitado y, en lo posible, ajenos a la empresa.

5.1.7.3.- Aspecto de mecánica de suelo

El suelo tiene una gran importancia en la resistencia sísmica de las estructuras. Existe una relación importante entre sismo-suelo-estructura y es conveniente recordar las influencias principales del suelo en este sistema: (16)

a) El suelo actúa como transmisor de energía, modulando la frecuencia, amplitud y duración de las ondas incidentes.

b) También actúa como disipador de energía, transmitiendo parte de su propia energía vibracional, o parte de la energía vibracional de la estructura hacia el interior de la tierra, ya sea debido a amortiguamiento de energías incidentes y reflejadas o a respuestas inelásticas del movimiento de la estructura.

c) Actúa además, como un medio elástico o inelástico bajo la estructura, permitiéndole balanceos o desplazamientos laterales sobre su base.

Como consecuencia, se puede decir que no se deben combinar estructuras rígidas en suelos muy compactos ni estructuras flexibles en suelos compresibles, o, en general, elementos de frecuencia de onda similares. Tampoco son aceptables diferencias muy marcadas, ya que, por ejemplo, una estructura muy rígida no está en condiciones de aceptar los posibles asentamientos diferenciales considerables de suelos muy compresibles.

Al proyectar una obra, no sólo deben considerarse las propiedades del suelo en el momento de análisis, sino también durante toda la vida útil prevista para la estructura, es decir, se hará un análisis de variaciones del suelo a través del tiempo, para las condiciones que pueda ser solicitado. Estas variaciones pueden ser tanto naturales, como producidas por la actividad del hombre y sus estructuras.

Es muy importante entonces considerar el suelo ya no como una masa inerte, sino que como una masa activa y sensible a las condiciones que sea sometida.

5.1.7.4.- Mecanismo para minimizar los efectos sísmicos

Los mecanismos para minimizar los efectos sísmicos en las estructuras pueden, según su modo de operar, ser clasificados en dos grandes grupos: filtros y amortiguadores.

Los filtros alteran las características del movimiento sísmico que solicita a la estructura. Ejemplos: rodamientos de cojinetes, balones de balanceo, estructuras de primer piso flexibles.

Los amortiguadores son mecanismos cuya función consiste en lograr una mejor repartición de las fuerzas sísmicas entre los distintos elementos resistentes de la estructura. Ejemplo: amortiguadores hidráulicos, los amortiguadores de fricción, los muros ranurados.

Debido principalmente al subido costo, hasta ahora sólo algunos mecanismos han tenido aplicación práctica, la mayoría de éstos cae dentro del grupo de los amortiguadores.

Los amortiguadores hidráulicos y de fricción han sido aplicados al diseño de autopistas elevadas, y a los muros ranurados en el diseño de edificios. Estos últimos han permitido la edificación en altura en Japón.

Los muros ranurados consisten esencialmente en muros de rigidez de hormigón armado en los que se ha introducido, entre los pisos, ranuras verticales de modo de aumentar su elasti

cidad (mediante el aumento de la deformación por flexión) y de permitir un colapso dúctil debido a la mejor repartición de grietas en comparación con los muros de rigidez tradicional.

5.1.7.5.- Principios básicos del diseño y construcción asísmica (49)

a) Como las fuerzas del terremoto que actúan sobre las estructuras son proporcionales al peso de la estructura, se recomienda que en las regiones sísmicas se diseñen las estructuras de modo que sean tan ligeras como resulte posible.

b) Los terremotos producen vibraciones en una estructura. La amplitud de las vibraciones depende de las características elásticas de los materiales de construcción utilizados y de la situación del centro de gravedad de la estructura. Para minimizar la amplitud, y por consiguiente la deformación de la estructura, deberá procurarse que el centro de gravedad esté lo más bajo posible.

c) La energía liberada por un terremoto y transmitida a la estructura, debe ser absorbida por ésta sin que experimente daños graves. Para una mejor absorción de la energía, los materiales de construcción deberán ser dúctiles como el acero, el hormigón armado, la madera o los materiales plásticos. Estos materiales tienen un peso relativamente ligero y por consiguiente reducen las cargas sísmicas.

d) Para evitar efectos torcionales de las cargas sísmicas, se recomienda que se diseñen los edificios con plantas sencillas y simétricas.

e) Si no tienen la misma altura las partes de un edificio, sus elementos sustentantes tienen una disposición diferente y cada parte tendrá un tipo distinto de vibración. De esta forma, de una parte a otra del edificio, se transmiten recíprocamente fuerzas suplementarias de carga, lo que causa daños a la parte más débil del edificio. Por eso, las partes de un edificio con alturas distintas o con una disposición diferente de los elementos sustentantes deberán estar separados por un espacio abierto.

f) Deberá dedicarse especial atendión al diseño de construcción de las cajas de la escalera en el edificio, puesto que, al iniciarse un terremoto, los ocupantes del edificio intentarán inmediatamente salir de él por ese lugar.

g) Los terremotos pueden ocasionar diferencias en los asientos de los cimientos e incluso una licuafacción de sedimentos del suelo, lo cual, en algunos casos podría provocar el hundimiento de la estructura. Para los edificios más importantes en las regiones sísmicas, deberá llevarse a cabo un estudio geológico del lugar en que vayan a construírse.

5.1.7.6a- Protección sísmica regional (19)

Consta de las siguientes etapas:

a) Determinación de la sismicidad de la región: consiste en predecir los niveles extremos de violencia sísmica durante determinados períodos consistentes con la vida útil de las edificaciones.

b) Regionalización sísmica: consiste en definir zonas con diferente nivel esperado de actividad sísmica, a base de la historia sísmica y a los antecedentes geotectónicos de la región.

c) Microzonificación sísmica: consiste en definir pequeñas áreas dentro de una zona de actividad sísmica uniforme, en las que puedan ocurrir sismos de diferentes intensidades debido a características muy locales del suelo y subsuelo.

d) Determinación del riesgo sísmico: éste se evalúa en término de los parámetros que definen el movimiento del suelo y que afectan al comportamiento sísmico de las estructuras.

e) Recomendaciones de diseños antisísmicos: se establecen especificando la resistencia que debe proporcionarse a las estructuras para que sean capaces de soportar satisfactoriamente el efecto del sismo, dentro del marco de referencia definido por el conocimiento del comportamiento sísmico de las estructuras.

5.1.7.7.- Medidas preventivas generales

a) Minimizar los daños causados por terremotos, mediante una construcción cuidadosa y apropiada, aplicando rigurosamente las ordenanzas de construcción.

b) Preparar ordenanzas especiales de diseño y construcción en regiones sísmicas. Las ordenanzas deberán determinar:

1.- Un mapa de zonificación sísmica, que deberá revisarse y actualizarse periódicamente.

2.- Las cargas sísmicas y los métodos de análisis correspondientes,

3.- El factor de seguridad requerido en los diferentes tipos de estructuras de ingeniería.

4.- Las técnicas de construcción sismoresistentes con empleo de diferentes materiales y métodos de construcción.

c) Adoptar medidas preventivas en regiones enteras, ya que el desastre puede producirse en cualquier punto de la región. Los daños provocados por un sólo terremoto se producen en forma irregular.

d) Realizar un catastro de las construcciones que podrían verse afectadas por distintas intensidades de terremotos.

e) Establecer controles de calidad que aseguren la aplicación de las ordenanzas de construcción, tanto en

materiales como en métodos de construcción.

f) Educar a la población para que sepa actuar adecuadamente en una situación de emergencia.

g) Revisar estructuras existentes cuya falla provocada por sismos pudiera ocasionar pérdidas masivas de vidas humanas (embalses, estadios, oficinas, escuelas, cines,etc.), y aquellas que pudieran entorpecer gravemente la ejecución de los planes de emergencia posteriores a la catástrofe (hospitales, plantas de tratamiento de agua potable, puentes camineros y ferroviarios, plantas de generación de energía, etc.).

5.1.8.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Entre las medidas de emergencia que se deben adoptar después de ocurrido un terremoto, se pueden señalar las siguientes:

a) Evacuar a todas las personas heridas y desamparadas. Dar primeros auxilios y asistencia médica a los heridos. A las personas damnificadas, entregar alimentos, albergue, ropa, transporte, información, etc. Rescatar y eliminar cadáveres de personas y animales. Es necesario, además, mantener el orden público (por ejemplo, el control del pillaje).

b) Restablecer y rehabilitar los servicios vitales. Restablecimiento de comunicaciones, hospitales, albergues y viviendas temporales, caminos, puentes, servicios públicos y privados, distribución de suministros para los

sistemas vitales.

c) Tomar medidas preventivas frente a las posibles secuelas de un terremoto, como incendios, deslizamientos, tsunamis, aludes e inundaciones.

d) Pedir asistencia técnica y económica a organismos nacionales e internacionales.

e) Diagnosticar la gravedad de los daños tanto en pérdidas de vidas como económicas. Se debe evaluar las pérdidas directas e indirectas. La colaboración de especialistas es imprescindible. A nivel regional o nacional, como primera aproximación, se podría aplicar el uso de fotografías y sistemas de imágenes, que a continuación se expone suscintamente.

Uso de fotografías y sistemas de imágenes en evaluación rápida de efectos sísmicos

El efecto de un sismo en zonas urbanas y suburbanas, requiere de un análisis rápido y efectivo de evaluación. El sistema tradicional de chequeo de terreno y encuestas casa por casa es muy lento y, a veces, difícil de realizar, dada las condiciones en que quedan los caminos y vías de acceso. Otro sistema más rápido es el chequeo desde aviones a baja altura o helicópteros. Estos sistemas son efectivos y cubren grandes áreas, permitiendo cuantificar y mostrar, en breve tiempo, a las autoridades centrales, el daño provocado y de este modo decidir sobre la asistencia que debe prestarse a cada zona.

Se utiliza el sistema de fotografías aéreas en la evaluación del daño producido por un sismo. Así, por ejemplo, mediante la fotointerpretación se hace una evaluación cualitativa del estado de las construcciones, zonas afectadas por inundaciones, deslizamientos de tierra, daños en estructuras mayores como puertos, puentes, etc. Es posible obtener información bastante precisa del estado de aeródromos, caminos, hospitales, clínicas, etc. Con esta información puede planificarse en forma rápida y efectiva la ayuda en cada zona.

Cuando no es posible usar el sistema de fotografías, ya sea por nubes que cubren el sector que se desea estudiar y malas condiciones atmosféricas que se tienen principalmente en las horas de utilidad para fotografiar (mediodía), se utiliza un sistema de radar denominado SLAR capaz de obtener imágenes similares a una fotografía. (16)

5.1.9.- TERREMOTOS EN CHILE

5.1.9.1.- Introducción

Chile tiene una de las mayores actividades sísmicas del mundo como consecuencia del movimiento relativo con que se encuentran dos de las placas que forman la corteza terrestre, la Americana o Continental que deriva hacia el occidente y la placa Oceánica que deriva hacia el oriente, a una velocidad del orden de 5 cm por año. De modo que los grandes terremotos chilenos se originan en fajas epicentrales orientadas principalmente en dirección norte-sur, bajo el continente entre Valparaíso y Concepción, y frente a la costa de Concepción a Chiloé. (24)

5.1.9.2.- Estadísticas sísmicas en Chile

En la figura Nº 8, se han agrupado por décadas todos los eventos reportados entre 1910 y 1970 y además en tres rangos de magnitud: 5.5-6.5, 6.5-7.5, y mayor de 7.5. De la observación de esta figura, se concluye que la estadística sísmica no es homogénea o íntegra, vale decir que los eventos sísmicos de distintas magnitudes no han sido reportados con el mismo cuidado a través del tiempo, y que los sismos de magnitudes inferiores a 6.5 sólo han sido recopilados en su totalidad a partir de 1960. Debe tenerse presente, sin embargo, que el gran número de eventos registrados en esta década corresponden a las réplicas de los grandes sismos del 21 y 22 de mayo de 1960. (24)

En el Anexo Nº 1, se muestra el detalle de terremotos ocurridos entre los años 1939 y 1975, con sus respectivas pérdidas en vidas y económicas.

El empleo de datos históricos, se ha transformado en una herramienta muy importante en la evaluación de la sismicidad de una región. En estas aplicaciones, es de especial valor el catálogo de sismos chilenos recopilados por Lomnitz que reúne más de 15.000 informes de sismos en el período 1535 a 1955, de los cuales hay por lo menos 40 terremotos, es decir, sismos de magnitud Richter mayor que 7.5, lo que insinúa un período de retorno de los terremotos violentos del orden de 10 años.

En el cuadro Nº 6, se muestra una estadística de sismos sensibles al hombre, que se observaron en Chile entre los años 1942 y 1957. En este cuadro, los grados de intensidad per-

tenecen a la escala chilena que se usó hasta el 9 de agosto de 1961, por ello será necesario encontrar su equivalencia con la escala Mercalli modificada (cuadro Nº 5). (32)

En la figura 9 a, se muestra la reparción de sismos según la hora del día. En este gráfico, se han considerado los sismos que se han sentido en los años 1906-1913 y 1942-1957 y que se han agrupado según la hora del día, de hora en hora. Se ve, como máximo, en la noche y el mínimo en la tarde. Se comprobó también que las réplicas de los grandes sismos, no influyeron en la forma de la curva. (32)

En la figura 9 b, se muestra la repartición de los sismos según la edad de la luna. En este gráfico, se han considerado los mismos años que en el gráfico anterior. (32)

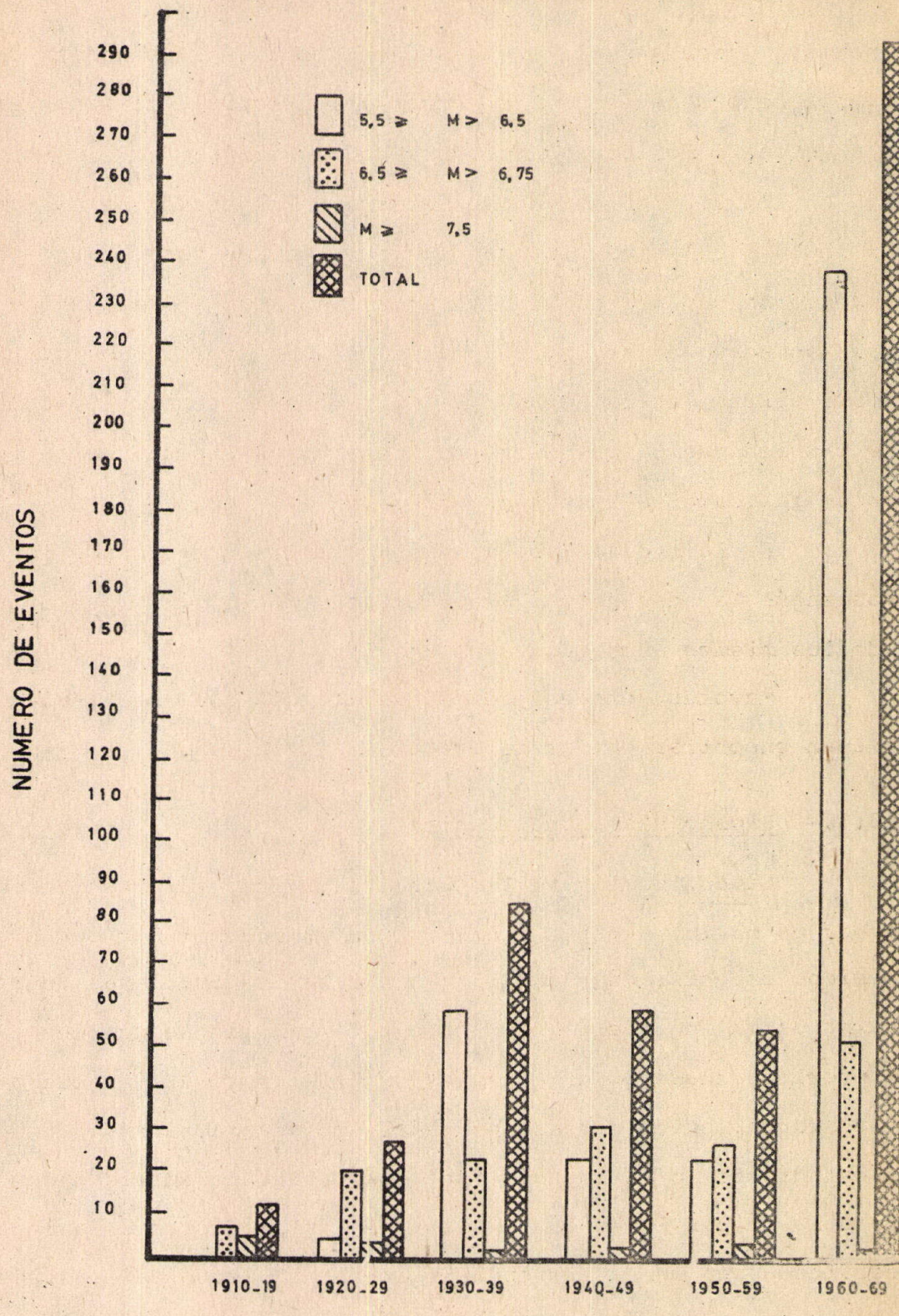
Mayores antecedentes sobre estadísticas nacionales se pueden encontrar en las referencias 32, 33, 35.

5.1.9.3.- Riesgo sísmico en Chile

La estimación de las características máximas que puede tener un movimiento sísmico en un determinado lugar durante un período especificado, constituye uno de los problemas fundamentales de la ingeniería sísmica. Las primeras soluciones a este problema tuvieron un carácter cualitativo, para evolucionar más tarde, prácticamente en la última década, a una formulación estadística o riesgo sísmico, que es la probabilidad de ocurrencia de por lo menos un sismo de características máximas especificadas en un determinado lugar en un tiempo dado. (24)

En la figura Nº 10, se muestra un mapa de riesgo sís

FIGURA Nº 8



DISTRIBUCION DE LOS DATOS POR DECADAS AGRUPADOS EN TRES RANGOS DE MAGNITUD PARA TODO EL PAIS (24)

CUADRO Nº 6

ESTADISTICA DE SISMOS SENSIBLES AL HOMBRE, QUE SE OBSERVARON EN CHILE EN LOS AÑOS 1942 A 1957 (32)

ORDENADOS SEGUN LOS AÑOS

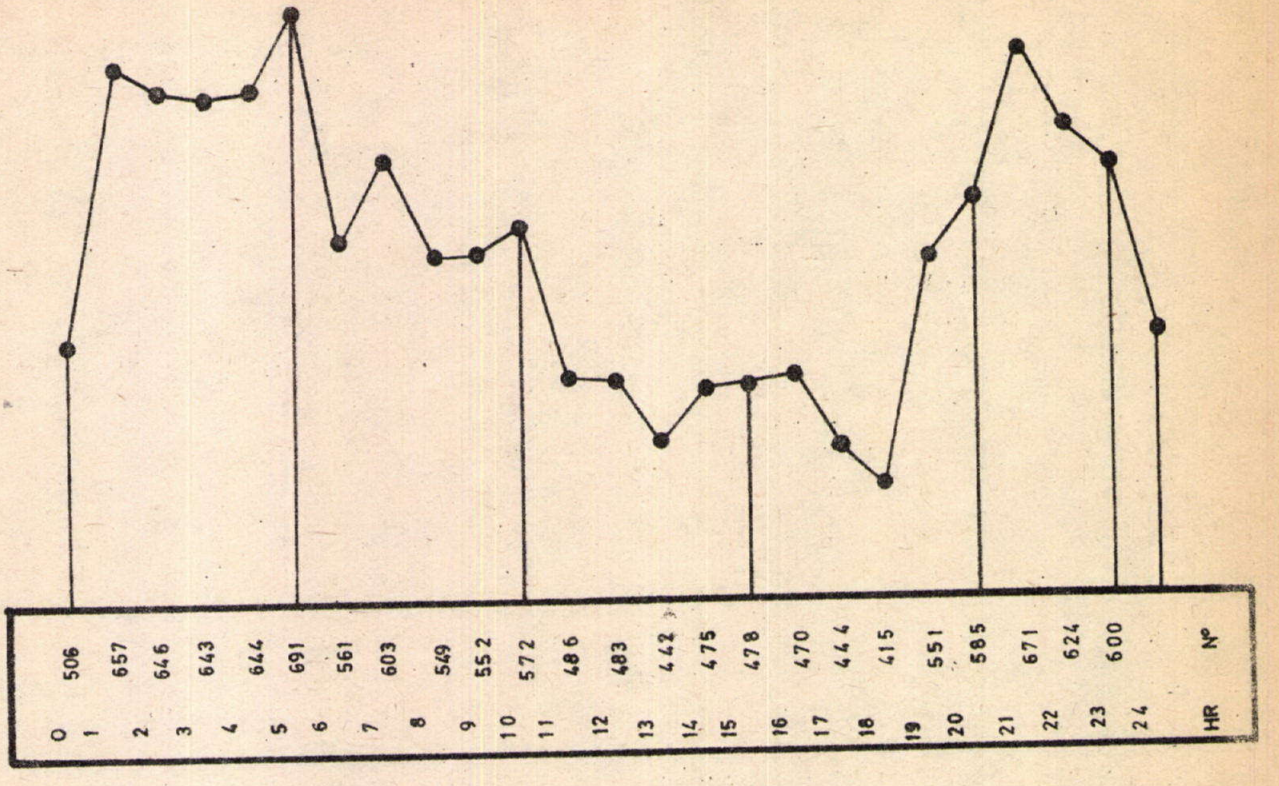
Ciudades	LATITUD	AÑOS 1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	Total por Zonas
Arica	18°	1 8	5 2	1 6	1 8	1 6	1 0	3 4	1 9	1 8	1 5	1 5	1 1	1 4	1 7	6	2 1	3 0 0
		1 1			6	3 8	2 3	2	3			1					1 7	1 0 1
Iquique	20°	2 8	1 0	2	2 9	4 3	2 5	2 0	1 5	1 7	2 2	7	5	6		1 6	5 9	3 0 4
		1				1							3	1	1	6	6	1 9
Antofagasta		2 2	3 4	1 0	2 1	5	5	1 2	2 6	2 8	7		3 0	4 5	4 5	4 4	4 7	3 8 1
		6	6	6	8		1	2	1 0	1	1		1	8	4	2	5	6 1
	25°				1				1									1 2
		1	5	1	5		4	4	5	7	2	1	1	4	1	3	3	4 7
		1		3	1	8	4	6	2	3	3	1	3	2		3	8	4 8
Copiapó		8 4	8 7	6 8	7 3	1 5 3	1 5 4	1 1 5	6 7	5 4	4 5	3 3	2 7	2 7	3 6	5 5	2 9	1 1 0 7
Vallenar		3 7	5 4	3 1	3 2	4 6	3 6	3 9	1 4	2 7	1 8	1 8	2 9	3 2	1 0	3 9	4 7	5 0 9
La Serena	30°	2 3	2 5	2 8	2 1	1 3	1 5	1 4	1 4	1 0	1 3	2 4	1	1 8	2 9	1 8	8	2 7 4
Ovalle		3 0	4 9	1 6	3 1	1 6	9	6	3 3	3	2	2	2	4	3	6	1 7	2 2 9
Illapel		2 7	9 5	1 4	1 5	1 6	4 8	2 3	2 0	1 8	8	9	1 9	1 5	2 9	2 0	2 6	4 0 2
Quillota		6 4	1 0 3	6 1	8 6	6 1	5 1	4	5 2	6 6	5 3	4 5	5 6	5 2	4 0	4 5	4 2	9 2 1
SANTIAGO		2 0	2 8	1 7	1 7	9	9	9	1 2	1 2	2 1	1 4	2 8	1 3	1 1	1 2	2 4	2 5 6
	35°	1 2	1 9	8	1 7	1 4	5	3	1 2	2 6	1 4	9	6	5	7	6	2 1	1 8 4
Talca			3		9	8	6	1 2	5	7	3	6	2	2	6		4	9 0
Chillán		3 1	2 5	3 3	2 3	1 5	8	9	2 0	2 0	1 8	2 1	3 6	2 8	1 8	1 1	1 1	3 2 7
Angol			5	1 2	1 2	6	5	3	1 6	4	2	6	8	1 0	7	6	6	1 1 3
			5	6	1 2	1 2	8	6	3	1	4	4	1 0	4	7	4	3	9 4
Valdivia	40°	1 3	1 6	1 2	1 4	6	6	5	1 2	9	4	3	7	1 2	1 3	1 2	9	1 5 3
			7	2	2		1	1	4	2		1	1	6	1			3 0
P. Montt			4	2	3	2	6	2	1	3	3	2	—	1	1	1	3	3 5
			2	3	1	3	4	7	4	3	1	1	4	3	1	1	4	3 9
					2													2
	45°		1												1		1	1
Aysen																	1	1
	50°																	
																		1 6
P. Natales					1				5	9								
P. Arenas									3	1 2			1	4				2 1
	55°																	
Total por año		4 5 9	6 3 6	3 6 9	4 5 3	5 0 1	4 3 9	3 7 4	3 7 7	3 5 8	2 5 9	2 2 2	2 8 8	3 1 6	2 8 8	3 1 7	4 2 1	6 0 7 7

SEGUN LA INTENSIDAD

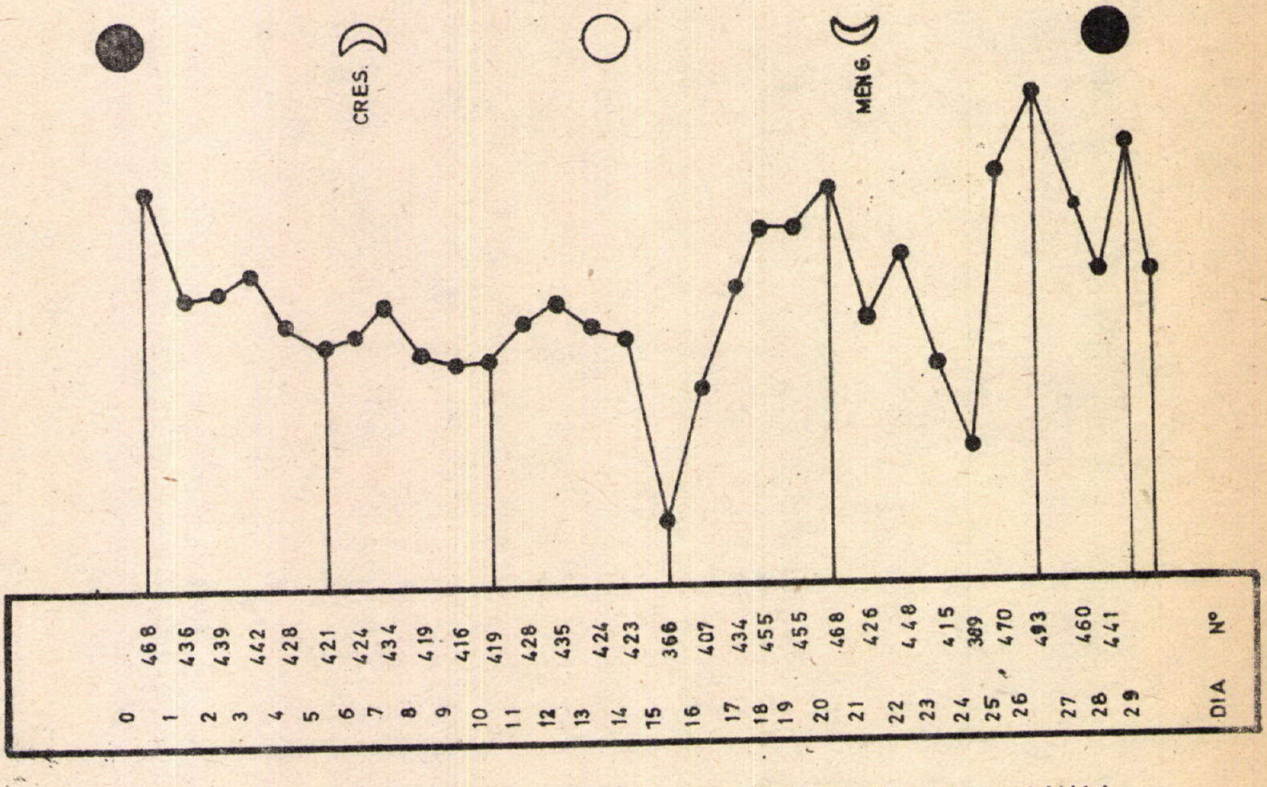
LATITUD	GRADO DE INTENSIDAD I	II	III	IV	V	VI	Total por Zonas
18°	1 1 3	1 7 7	9	1			3 0 0
	5 1	4 3	6	1			1 0 1
20°	5 5	1 3 7	1 2				3 0 4
	9	1 0					1 9
	7 5	1 8 5	1 9	1	1		3 8 1
	2 9	2 9	2	1			6 1
25°	1	8	2	1			1 2
	2 0	2 0	6	1			4 7
	1 5	3 0	2		1		4 8
	7 6 2	3 1 8	2 7				1 1 0 7
	2 0 4	2 8 2	2 2	1			5 0 9
30°	1 2 2	1 3 3	1 3	6			2 7 4
	8 8	1 2 4	1 7				2 2 9
	1 9 1	1 7 6	3 3	1	1		4 0 2
	4 4 2	4 2 2	5 4	3			9 2 1
	1 4 8	9 5	1 3				2 5 6
35°	8 8	8 9	5	2			1 8 4
	4 0	4 2	8				9 0
	1 4 0	1 5 7	2 6	3	1		3 2 7
	5 8	4 4	9	1	1		1 1 3
	6 8	2 1	4	1			9 4
40°	8 3	6 1	9				1 5 3
	1 8	1 0	1	1			3 0
	1 2	2 2	1				3 5
	1 0	2 9					3 9
							2
45°	1						1
	1						1
		1					
50°							
							1 6
	2	1 1	2				
							2 1
55°	1 1	7	2	1			
	3 0 5 7	2 6 8 5	3 0 4	2 6	5		6 0 7 7

1mm = 20 Sismos

FIGURA Nº9



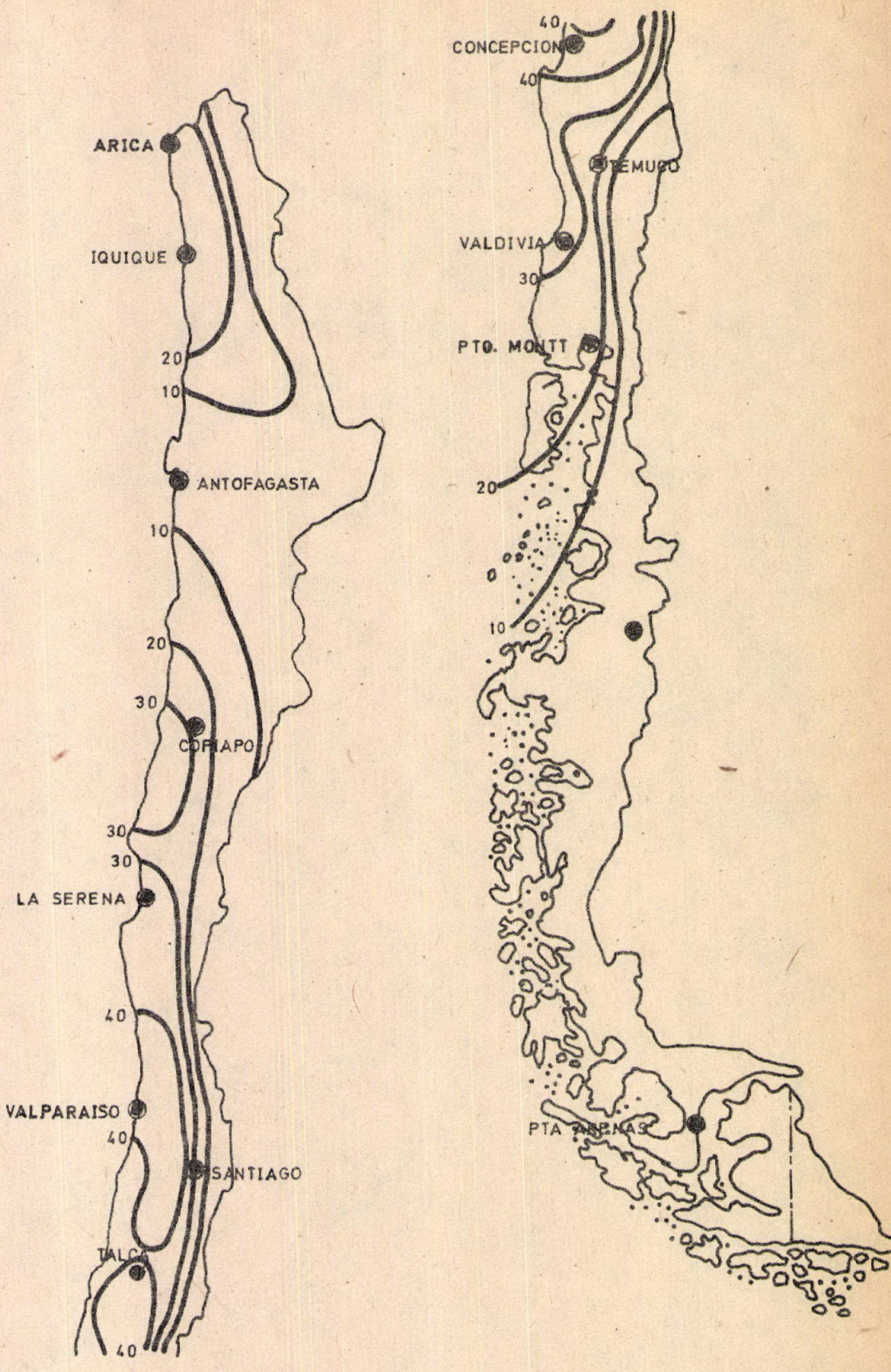
A REPARTICION DE LOS SISMOS SEGUN LA HORA DEL DIA



B REPARTICION DE LOS SISMOS SEGUN LA FASE DE LA LUNA.

FIGURA Nº10

MAPA DE RIESGO SISMICO DE CHILE (7)



(EN PORCENTAJE, PARA 30 ANOS)

mico en procentaje para 30 años. (7)

5.1.9.4.- La red nacional de acelerógrafos

Un desarrollo significativo de la ingeniería sísmica nacional, impone como condición prioritaria, frente a otras alternativas de investigación en esta disciplina, el obtener a la brevedad una mayor información relativa a las características de los sismos chilenos, empleando para ello la actual red nacional de acelerógrafos en forma óptima y disponiendo además de instrumentos en zonas que se estime como epicentros potenciales en el futuro, a objeto de obtener registros correspondientes a las condiciones más severas, tal que su información pueda incorporarse rápidamente en las prácticas de diseño antisísmico chileno. Dentro de esta labor prioritaria, debería instrumentarse además, en forma significativa, los edificios de las ciudades de mayor concentración y desarrollo de población, así como algu obras civiles tales como plantas nucleares, represas, tranques de relaves, instalaciones mineras, instalaciones portuarias, plantas petroleras y químicas, instalaciones industriales y c obras viales. Ello permitiría mejorar rápidamente la protección sísmica de las inversiones en viviendas, así como el diseño de algunos tipos de obras civiles correspondientes a importantes proyectos de inversión cuya materialización resulta normalmente difícil debido a la escacez del capital.

La actual red nacional de acelerógrafos, cubre prácticamente todo el país desde Arica a Puerto Montt con instrumen

tos que han sido instalados fundamentalmente por el proyecto de ingeniería sísmica del convenio entre las Universidades de Chile y de California. La actual red consta de 32 acelerógrafos. (34)

5.2.- TSUNAMIS

5.2.1.- INTRODUCCION

El fenómeno conocido como tsunami está formado por una serie de ondas viajeras producidas en el océano con un período de longitud extremadamente grande. En la profundidad del océano, su longitud de onda puede ser de 160 Km o más, su amplitud en cambio alcanza unos pocos centímetros. No se puede captar ni de barcos en aguas profundas ni puede ser visto desde el aire.

Pero la energía cinética representada por un tsunami es grandiosa. Aparece una serie de ondas imperceptibles en las profundidades del océano donde alcanzan velocidades de alrededor de 1.000 Km/hr. (42)

Cuando un tsunami entra a las aguas poco profundas de la costa en su trayectoria, la energía cinética disminuye aumentando su energía potencial. Esto se traduce en una disminución de la velocidad y de la longitud de onda y en un aumento de la amplitud (altura de la ola sobre el nivel medio del mar) de las ondas.

Cuando las aguas frente a la costa son poco profundas, y especialmente cuando existen pendientes pequeñas, el agua de mar se retira primero en una gran extensión y vuelve después con gran velocidad para destruir todo lo que encuentra a su paso con enorme fuerza. La duración de la inmersión es generalmente mucho más breve que en las crecidas fluviales.

El efecto de una ola de tsunami es mucho más violento y devastador que el de otras clases de inundaciones y de olas de marea. Los tsunamis alcanzan zonas muy alejadas de su lugar de origen, generalmente, sin ninguna clase de síntoma premonitor local, y a veces encuentran a la población totalmente desprevenida. Puede azotar zonas situadas incluso a mil kilómetros del epicentro y de las zonas sísmicas activas.

Los tsunamis han causado muchas muertes e innumerables daños a lo largo de las costas. Entre los países que han registrado mayor número de estos fenómenos en su historia, se puede citar a Chile, Japón y Hawai.

5.2.2.- MAGNITUD DE UN TSUNAMI

La magnitud del tsunami depende de: la magnitud del terremoto que lo origina, la profundidad del agua en la región de generación, la extensión, la velocidad de propagación y de la energía transmitida por la corteza de la tierra al agua del mar. Pero, el conocimiento de los efectos específicos de estos factores independientes en un tsunami, es vago. La escala de grados de un tsunami, se define en el cuadro Nº 7. Se ha agregado en ella la máxima altura de ola y de subida. (37)

CUADRO Nº 7

"GRADOS DE UN TSUNAMI" (37)

GRADOS DEL TSUNAMI	ALTURA MAXIMA DE LA OLA	ALTURA MAXIMA DE SUBIDA	DESCRIPCION DE LOS DAÑOS
0	1-2 mts	1-1,5 mts	-No produce daños.
1	2-5 "	2-3 "	-Casas inundadas. Botes destruídos son arrastrados.
2	5-10 "	4-6 "	-Hombres, casas y barcos son barridos.
3	10-20 "	8-12 "	-Daños extendidos a lo largo de 400 Kms de la costa.
4	30 "	16-24 "	-Daños extendidos a lo largo de más de 500 Kms de costa.

5.2.3.- VELOCIDAD Y AMPLITUD

La velocidad de un tsunami varía con la profundidad del agua. Esta relación hace posible pronosticar con tiempo, mediante instrumentos especiales, la llegada del tsunami para localidades distantes. Un tsunami característico se ilustra en la figura Nº 11, aun cuando está exagerado algunas veces en la

escala vertical. (42)

Aún no ha sido posible encontrar una correlación definitiva entre la configuración de regiones específicas del suelo del océano y las configuraciones de tsunami en aquellas regiones. No está completamente claro, por ejemplo, por qué las ondas del tsunami pueden ser de tamaño insignificante en un punto a lo largo de la costa, y de mayores proporciones en otros puntos cercanos a éste. Ni es posible predecir donde azotará con su destructivo y poderoso oleaje a través de la playa.

De este modo es imposible decir con alguna certeza qué tipo de tsunami azotará a cada localidad específica, o cómo se manifestará su labor destructiva. Al hablar de tsunami, las excepciones son las reglas.

Nuestro conocimiento de la física de tsunamis es limitado, pero nuestro conocimiento de su destrucción potencial no. El hombre ha vivido mucho tiempo presenciando este tipo de desastre y sus consecuencias.

5.2.4.- ORIGENES

Se cree que los tsunami se originan por un desplazamiento de columnas de agua del océano, pero el agente causante no ha podido ser debidamente identificado. Alteraciones sísmicas o volcánicas en el suelo del mar proporcionan o imparten movimientos verticales a las columnas de agua y pueden causar tsunamis (fig. 12-a). También ha sido postulado que las avalanchas submarinas en los declives de las fosas del Pacífico producen tsunamis (fig. Nº 12-b). Algunos investigadores han considerado a

FIGURA Nº11

TSUNAMI CARACTERISTICO

(42)

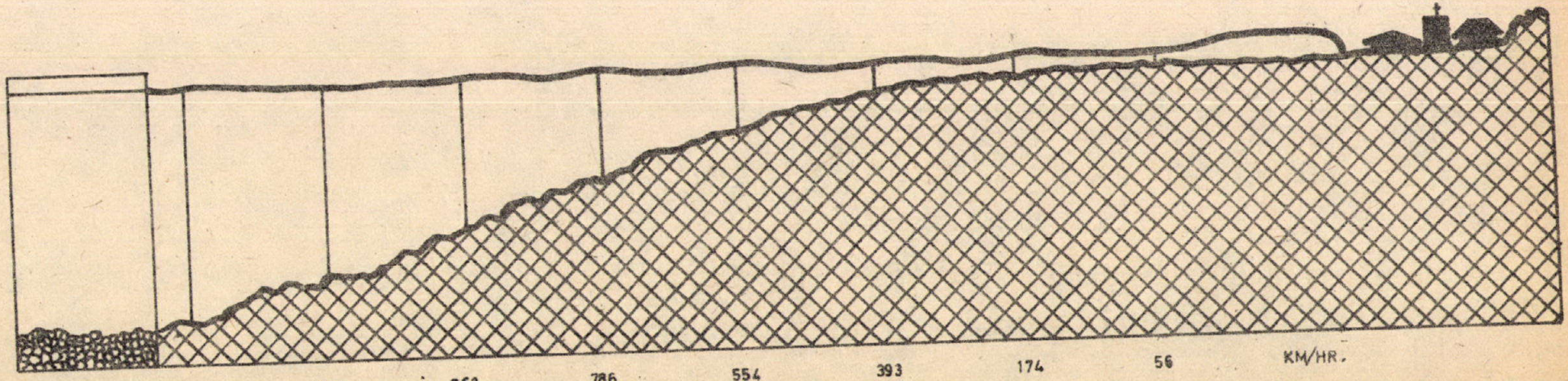
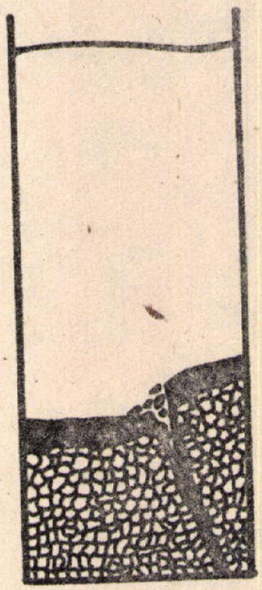


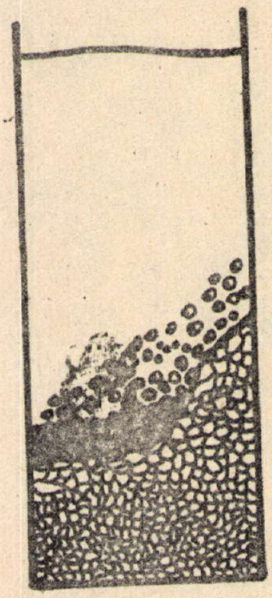
FIGURA Nº12

ORIGENES DE TSUNAMIS.

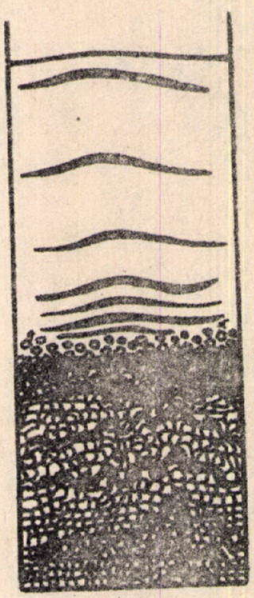
(42)



A DESPLAZAMIENTOS VERTICALES



B AVALANCHAS SUBMARINAS



C TERREMOTOS

D OSCILACIONES RESONANTES

las ondas de la tierra de largos períodos, que van acompañadas generalmente con terremotos de larga duración, como posibles generadores de tsunamis. La deformación del suelo del mar y su transmisión a través de estas ondas pueden alcanzar suficiente amplitud, produciendo grandes desplazamientos a la superficie del agua, particularmente en fosas (fig. Nº 12-c). Es posible que los terremotos de ondas de largos períodos generen tsunamis, ya que ponen en práctica oscilaciones resonantes en las fosas, con consecuentes desplazamientos del mar. (fig. Nº 12-d). (42)

Aun cuando se ha establecido que existe una interacción entre sismos o disturbios volcánicos y tsunamis, la naturaleza de esta interrelación no está bien definida. Durante la erupción del volcán Krakatoa, en 1883, se produjeron tsunamis que destruyeron las aldeas costeras de las proximidades de Java y Sumatra donde murieron más de 36.000 personas. Los tsunamis coincidieron con explosiones registradas, pero su verdadera causa puede haber sido más el hundimiento del fondo marino durante la formación de una caldera submarina, que las explosiones. Por lo tanto, debería preverse tsunamis durante las erupciones cataclísticas de otros volcanes.

5.2.5.- ZONA DE RIESGO NATURAL POTENCIAL

Dos importantes criterios respecto de las olas de tsunamis, son el caudal de avenida sobre la tierra y la altura que alcanzan las aguas de inundación. Es importante un análisis de los datos históricos (cuando se dispone de ellos) para determinar la magnitud probable del caudal de avenida y para definir

una elevación (altitud) de la tierra sobre el nivel del mar que ofrezca seguridad.

Es posible definir varias probabilidades de riesgo en relación con diferentes altitudes de la tierra. Una definición de esta clase podría contribuír a elegir las formas adecuadas de desarrollo y de aprovechamiento de la tierra, en conformidad con el nivel de riesgo. Por ejemplo, Crescent City, en California padece una inundación hasta 26 mts una vez cada 100 años, 1% de riesgo, mientras que a 10 mts el riesgo aumenta al 40% (4 veces en 10 años); las zonas a una altitud de 4,57 mts están expuestas a un 90% de riesgo (9 veces en 10 años). (48)

5.2.6.9 MEDIDAS PREVENTIVAS

a) Los asentamientos situados en la costa pueden ubicarse en un lugar a mayor altitud, sin embargo, el costo de esta medida puede ser muy elevado. Las decisiones al respecto tienen que tomarse de acuerdo al riesgo que existe en un asentamiento determinado.

b) Las alertas son eficaces para salvar vidas y equipos si se dan a tiempo y si la población está realmente convencida del peligro. No obstante, puede no haber tiempo suficiente para la alerta en los casos que el epicentro esté demasiado cerca de una costa determinada. En las regiones del mundo más expuestas a tsunamis, funciona un sistema internacional de alerta.

c) Estudiar debidamente el fondo marino, su profundidad a lo largo de la costa y otros factores, que permitirán

tomar medidas de ingeniería para prevenir los daños.

d) Confeccionar mapas de las zonas terrestres costeras indicando las líneas de inundación posibles y los lugares más seguros, para planificar la evacuación en caso de alerta.

e) Debe prohibirse la nivelación de las dunas de arena y de otras barreras naturales de la costa, y tampoco debe destruirse la cubierta forestal ni los árboles en las costas bajas.

f) En las zonas de tsunami, los edificios y casas deberán construirse con materiales sólidos (ladrillos, hormigón) para que puedan resistir la tracción horizontal que experimentan cuando están sumergidos. La manera más eficiente de proteger los edificios en las zonas de tsunamis, es construír los nuevos asentamientos humanos, si resulta posible, a mayor altitud que el nivel de riesgo localmente aceptable.

g) Si la topografía del litoral es llana, pueden protegerse las estructuras contra las olas de marea montándolas en pilotes o estacas de madera o en pilotes y pilares de hormigón, con el fin de proporcionar un margen de altura suficiente al piso más bajo de la estructura por encima del nivel de crecida.

h) Proteger los asentamientos humanos en las zonas costeras contra los tsunamis, mediante la construcción de terraplenes y muros de encauzamiento de riadas. Esta

medida resulta muy costosa y sólo en casos especiales puede justificarse económicamente. En el caso de zonas ganadas al mar, (los Polder holandeses por ejemplo), puede ser necesario adoptar medidas de ingeniería y legales especiales.

i) Se debe considerar también gran parte de las medidas preventivas contra inundaciones.

5.2.7.- MEDIDAS DE EMERGENCIA:

Previo a las medidas de emergencia, es necesario tener presente ciertas advertencias y recomendaciones que son las siguientes: (42)

a) Aun cuando no siempre los terremotos provocan tsunamis, es necesario considerar esta posibilidad como factible. Si se produce un terremoto, por ejemplo en el Océano Pacífico, tanto la autoridad como la población deben estar atentos para afrontar la emergencia, entendiendo que la autoridad recibe la información desde los organismos internacionales de vigilancia, con el objeto de alertar y evacuar a la población.

b) Un terremoto, en una área muy cercana, puede ser interpretado como una advertencia de un sismo natural de onda marina, por lo tanto, no se debe permanecer en zonas costeras situadas en bajo después que haya ocurrido un un terremoto local.

c) Cuando está próximo un tsunami, a veces es anunciado por una subida de las aguas en la costa,que llama la

atención. Esta es una advertencia de la naturaleza de la presencia de una onda sísmica en el mar.

d) En el presente, no hay modo de determinar con anticipación la magnitud de un tsunami. Un pequeño tsunami en una playa puede ser de gran poder destructor a pocos kms de ésta.

e) Tarde o temprano, los tsunamis visitarán cada línea costera en el Pacífico. Esto hace que los organismos internacionales y nacionales estén alerta para aplicar medidas de advertendia y emergencia en cualquier zona costera.

Medidas de Emergencia

Entre las medidas de emergencia que se deben adoptar frente a tsunamis, se pueden indicar las siguientes:

a) Los organismos internacionales y nacionales de alerta deben comunicar rápidamente a las autoridades locales de todas las zonas que podrían presentar este riesgo.

b) Las autoridades locales deben alertar a la población en peligro. Estas alertas pueden realizarse con ayuda de alto parlantes desde aviones o helicópteros para mayor rapidez.

c) El personal de la defensa civil, policías y otros organismos, deben evacuar rápidamente a las personas que aún se encuentran en las zonas de alto riesgo (zonas bajas). Entre estas personas, se pueden señalar los en

enfermos, ancianos, niños, y aquellos que piensan que es una falsa alarma. A modo de ejemplo, diremos que en el tsunami ocurrido en mayo de 1960 murieron 61 personas en las islas de Hito y Hawai, ya que pensaron que era una falsa alarma.

d) Cooperar con el personal de la defensa civil, policial y otros organismos encargados, en las medidas de alerta y evacuación.

e) No se debe regresar al área de peligro hasta que la totalidad de la serie de ondas haya pasado y cuando las autoridades lo estimen conveniente.

f) Tomar algunas medidas de emergencia válidas para inundaciones.

5.2.8.- TSUNAMIS EN CHILE

5.2.8.1.- Introducción

La mayoría de los terremotos chilenos son tectónicos, debido al movimiento relativo con que se encuentran dos de las placas que forman la corteza terrestre: la placa de Nazca u Oceánica y la placa Americana o Continental. Muchos de estos terremotos tienen foco submarino o foco terrestre próximo a la costa, provocando algunos tsunamis.

En la historia de Chile han ocurrido desde 1562 hasta ahora cerca de 30 tsunami de origen cercano, provocando algunos de ellos la devastación completa de ciudades, como sucedió en el puerto de Concepción en 1751, los daños fueron de tal magnitud

que determinaron su reconstrucción posterior en la ubicación actual. Si se considera el número de terremotos importantes en ese período, se observa que, en promedio, ocurre un tsunami por cada 10 terremotos. (37)

5.2.8.2.- Antecedentes históricos

Los antecedentes históricos podemos resumirlos en los siguientes cuadros:

CUADRO Nº 8

"TSUNAMIS OCURRIDOS EN CHILE Y SU DISTRIBUCION TERRITORIAL" (37)

UBICACIÖN	FECHA	GRADO DEL TSUNAMI
Arica, Provincia de Tarapacá	24 11 1604	3
	13 8 1868	4
	19 8 1869	1
	24 8 1869	1
Iquique, Provincia de Tarapacá	3 7 1836	1
	9 5 1877	4
Caldera, Provincia de Atacama	8 7 1730	4
	3, 4, 11 4 1819	3
	26 5 1851	1
	5 10 1859	2
	18 12 1918	2
	10 11 1922	3
	4 5 1923	1

Coquimbo, Provincia de Coquimbo	17	11	1849	2
	6	4	1943	1
	12	4	1955	1
Valparaíso, Provincia de Valparaíso	19	11	1822	1,5
	25	3	1871	1
	16	8	1906	1
Constitución, Prov. de Talca	1	12	1928	1
Concepción, Provincia de Concepción	28	10	1562	3
	8	2	1570	3
	15	3	1657	3
	23	5	1751	3
	20	2	1835	3
Valdivia, Provincia de Valdivia	16	12	1575	3
	7	11	1837	3
	22	5	1960	4
Provincia de Aysén	21	11	1927	1
Provincia de Magallanes	7	12	1949	1

CUADRO Nº 9

SISMOS DE MAGNITUD MAYOR DE 7

ocurridos en el período 1906-1970 (36)

FECHA	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PROFUNDIDAD DE FOCO (Km)	MAGNITUD
	LATITUD	LONGITUD		
30 8 1906	21	70	-	7.2
20 12 1906	18	71	-	7.9
4 10 1910	22	69	120	7.25
15 9 1911	20	72	-	7.3
26 2 1914	18	67	130	7.2
6 6 1915	18.5	68.5	160	7.6
25 8 1916	21	68	180	7.5
20 10 1921	18.5	68	120	7.0
28 3 1922	21	68	90	7.2
20 11 1928	22.5	70.5	-	7.1
19 10 1929	23	69	100	7.5
23 2 1933	20	71	40	7.6
25 10 1933	23	66.7	220	7.6
13 7 1936	24.5	70	60	7.3
4 10 1940	22	71	75	7.3
3 4 1941	22.5	66	260	7.2
14 3 1943	20	69.5	150	7.2
1 12 1943	19.5	69.75	80	7.0
25 4 1949	18.75	69	110	7.3
9 12 1950	23.5	67.5	100	8.0

7 12 1953	22.1	68.7	110	7.1
8 1 1956	18.7	70.4	55	7.1
29 11 1957	20.9	67	170	7.8
14 6 1959	20.4	69	100	7.5
30 7 1965	18	70.6	73	7.0
20 8 1965	19	69.1	129	7.0
11 5 1967	20.3	68.5	67	7.2
22 12 1967	21.8	70	33	7.1
28 11 1970	20.9	69.8	33	7.0

CUADRO Nº 10

"SISMOS DE MAGNITUD MAYOR QUE 7

con epicentro en la costa o en el mar (1582-1971) (36)

FECHA	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PROFUNDIDAD	MAGNITUD
	LATITUD	LONGITUD	DE FOCO (KM)	
22 1 1582	16.3	73.3	7	7.9 Costa
24 11 1604	18.0	71.5	7	8.4
16 5 1615	Frente a Arica		7	7.5
10 3 1681	Frente a Arica		7	7.5
22 8 1715	Sur de Perú		7	7.5 Costa
23 8 1868	18.5	71	7	8.5
26 8 1869	19	71	7	7.8
5 10 1873	Frente a Iquique		7	7.5 Costa
9 3 1877	21	71	7	8.5
23 1 1878	Frente a Arica		7	7.5
26 12 1906	18	71	7	7.9

15	9 1911	20	72	7	7.3
20	11 1928	22.5	70.5	7	7.1
23	2 1933	20	71	40	7.6
4	10 1940	22	71	75	7.3

CUADRO Nº 11

"ALTURA DE TSUNAMIS REGISTRADOS EN LA COSTA" (36)

(METROS)

FECHA	ARICA	IQUIQUE	MEJILLONES	ANTOFAGASTA
13 8 1868	14-21	12		
9 5 1877	20-23	6-9	11	3.8

Area de generación: tsunami 1868, frente a Arica

tsunami 1877, frente a Iquique

CUADRO Nº 12

"PROBABILIDADES DE GENERACION DE UN SISMO IGUAL O SUPERIOR A 7 CON EPICENTRO EN EL MAR" (36)

MAGNITUD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN UN AÑO	PERIODO MEDIO DE RETORNO (T)
7.0	5.0 (%)	20 (años)
7.3	3.2	31
7.5	2.4	41
7.7	1.8	55
8.0	1.2	85
8.3	0.76	131
8.5	0.57	175
9.0	0.28	361

En la figura Nº 13, se muestran las estadísticas y los riesgos estimativos de tsunamis.

5.2.8.3.- Areas de generación

De los datos históricos recopilados es posible deducir que hay dos zonas muy activas en materia de sismos: una ubicada al SW del Perú entre los paralelos 22 y 24. Coincidiendo aproximadamente con las fosas oceánicas de más de 6.000 mts de profundidad y que se extienden una desde Arica por el norte hasta Caleta Guanillos por el sur, con una extensión cercana a 500 Kms y la otra desde Tocopilla hasta Antofagasta con un largo de 600 Kms aproximadamente.

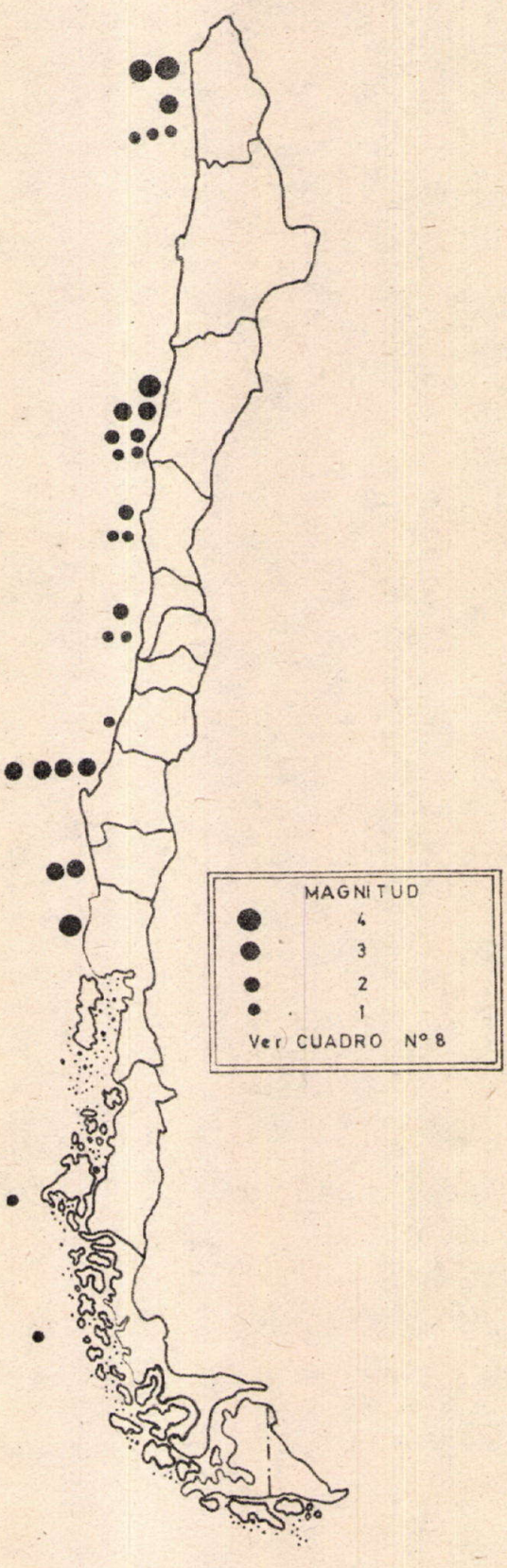
Las características de la zona y la presencia de las fosas submarinas antes mencionadas, estarían indicando de acuerdo a las teorías recientes, que estas zonas son potencialmente muy activas en materias de sismos y que es dable presuponer entonces que se generarán tsunamis en ellas. (36)

5.2.8.4.- Conclusiones

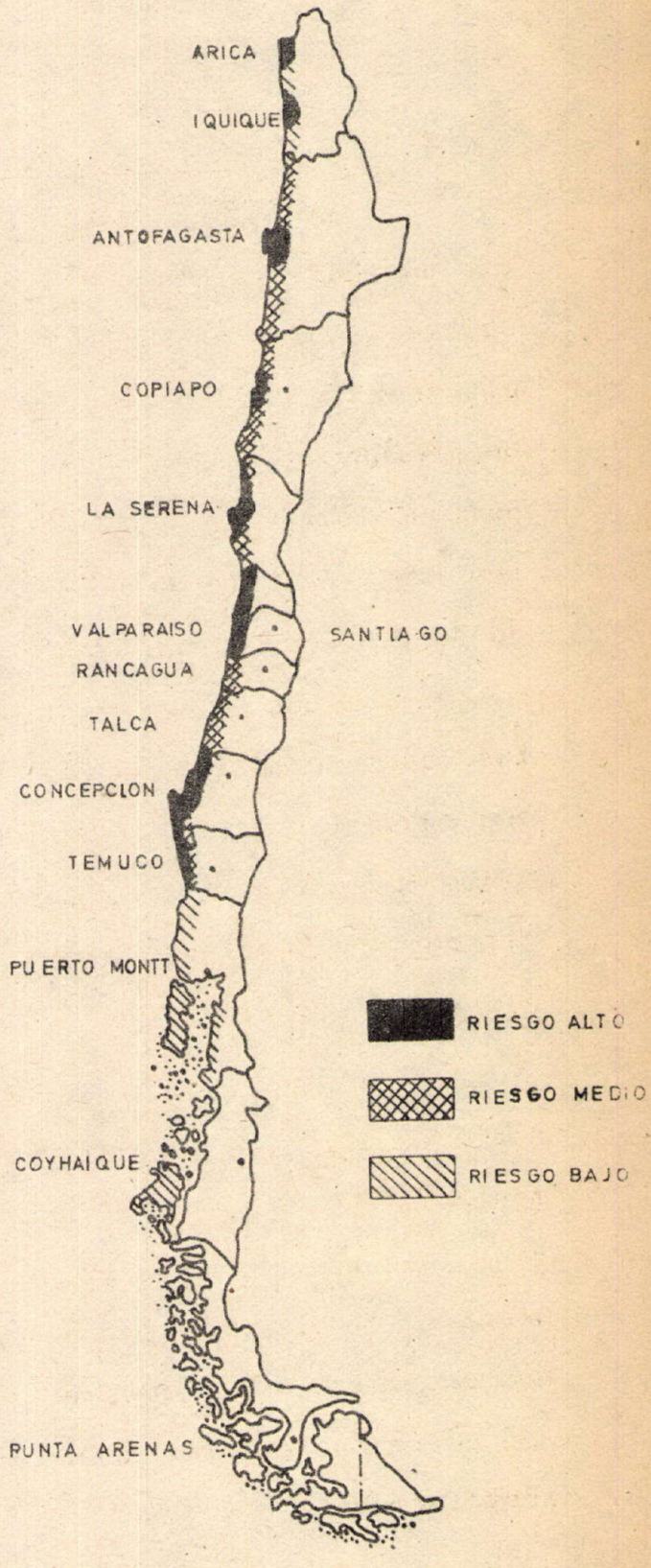
El riesgo de generación de un tsunami en la zona norte de Chile, entre los paralelos 18 y 24º sur, es razonablemente alto. A juicio del Ingeniero Pablo Anguita Salas (36), debe iniciarse, a la mayor brevedad, los estudios tendientes a diseñar las obras de protección de la población e instalaciones costeras, y determinar las zonas posibles de inundación. Así podremos prevenir futuros desastres, tanto en materias de instalaciones portuarias como en pérdidas de vidas humanas.

FIGURA Nº13

TSUNAMIS



A ESTADISTICAS



B RIESGOS DE TSUNAMIS

5.3.- ERUPCIONES VOLCANICAS

5.3.1.- INTRODUCCION

Se ha estimado que, en los 5 últimos siglos, la actividad volcánica ha causado la muerte de unas 200.000 personas y ha producido enormes sufrimientos y pérdidas de bienes. Innumerables personas se han visto privadas de sus hogares y muchas más aún han padecido hambre.

Sin embargo, desde el punto de vista agrícola, algunos volcanes han sido benéficos para la humanidad. Los suelos más ricos para la agricultura son generalmente los más próximos a los volcanes, debido principalmente a que las cenizas volcánicas son normalmente ricas en nutrientes, que las plantas utilizan.

En todo el mundo, varios millones de personas viven al borde de un posible desastre volcánico. Aunque se tiene conciencia de esta situación, probablemente no puede evitarse. Los agricultores están en esas zonas a causa de la elevada productividad del suelo, y teniendo en cuenta la escasez habitual de alimentos en muchos países de que se trata, es probable que sea imposible y desaconsejable a la vez abandonar esas zonas fértiles. En lugar de ello, el remedio de la situación debe consistir en desarrollar la capacidad para alertar a tiempo a la población de las erupciones inminentes a fin de que pueda abandonar la zona temporalmente, llevándose una gran parte de sus bienes, hasta que el peligro haya pasado. Esto supone también preparar planes y medios para la evacuación. Asimismo ha-

ce falta encontrar métodos para recuperar las tierras afectadas y ponerlas nuevamente en producción tan pronto como sea posible. (58)

5.3.2.- ACCION VOLCANICA Y PRODUCTOS VOLCANICOS

La actividad volcánica varía entre una suave emisión de lava y explosiones violentas que arrojan grandes volúmenes de fragmentos de roca a gran altura. La naturaleza de la actividad depende principalmente de la viscosidad del magma o roca ardiente que llega a la superficie y la cantidad de gases desprendientes.

La viscosidad del magma depende de la temperatura, la cantidad de materias sólidas y principalmente de la cantidad de sílice de la masa fundida. Los gases magmáticos se desprenden fácilmente de la lava muy fluida sin explosiones o con explosiones muy pequeñas, en cambio en la lava viscosa la burbujas de gas que se separan de la masa fundida sólo pueden desprenderse con dificultad; en consecuencia, suelen acumularse en la masa hasta que la presión aumenta lo suficiente para romper el líquido que las rodea y la roca solidificada, produciendo una explosión. La fuerza de ésta explosión depende de la cantidad de gases y de la presión alcanzada.

Los materiales expulsados por la explosión pueden consistir en una lluvia de gotas que tienden a disgregarse más aún por la expansión de gas que encierran, o en fragmentos sólidos de roca más antiguas o fragmentos sólidos o semisólidos de lava de la erupción natural. Por lo común se encuentran ambos tipos

de materiales.

La clasificación habitual de las erupciones volcánica se basa en el carácter de la actividad. Dada esta variedad, s mencionarán algunos de ellos extractados de la ref. 58, incluyendo las medidas preventivas y de emergencia correspondientes en cada caso.

5.3.3.- TORRENTES DE LAVA

El volumen, la extensión, el espesor y la velocidad d avance de los torrentes de lava varían mucho. La extensión y el espesor dependen del volumen, la fluidez de la lava y la posibilidad de que pueda expandirse o no lateralmente. Los torrentes dependen estrechamente de la topografía de la superficie subyacente pero pueden producirse desviaciones en sus trayectorias por valles poco profundos, especialmente cuando se trata de los torrentes más viscosos.

Las lavas más fluidas, son las basálticas. Los torrentes basálticos, tienen normalmente menos de 5 mts de espesor cuando pueden extenderse por pendientes moderadas. En pendientes inferiores a 3% por lo común son inferiores a 20 mts de espesor. Su velocidad varía desde 10 mts por hora hasta 9 km por hora según la pendiente (1 al 11% respectivamente).

El torrente de lava más caudaloso de los tiempos históricos fue el de la erupción de 1783 de la fisura del Laki, en Islandia cuyo volumen excedió de 11.6 km^3. Las corrientes llegaron a más de 50 kms de las chimeneas.

Las lavas más viscosas suelen formar torrentes de lavas en bloques, que son generalmente espesos y cortos.

La mayoría de ellos tienen de 8 a 35 mts de espesor. Su velocidad de avance es sólo de unos metros diarios. Rara vez alcanzan longitudes de 5 kms, pero un torrente de este tipo en la isla de Hawai tiene 10 km de longitud y más de 300 mts de espesor.

Los torrentes basálticos dermolíticos ya formados se alimentan por el movimiento de la lava fluida a través de conductos parecidos a tuberías. Si se logra obstruir el conducto y romper su parte superior, puede hacerse que la lava líquida se derrame a gran altura por las laderas del volcán, donde producirá escasos daños o ninguno, en tanto que la disminución del suministro de lava al frente del torrente hará que este detenga su avance hacia alguna zona (por ejemplo, una ciudad) que se desee proteger. El medio más práctico de romper la parte superior del conducto será probablemente, en la mayoría de los casos, el bombardeo aéreo.

Los torrentes basálticos afrolíticos se alimentan normalmente por canales abiertos. Los desbordamientos repetidos forman diques naturales en los costados del canal, y al cabo de algún tiempo el nivel de la corriente de lava puede encontrarse unos metros más alto que la superficie situada fuera de los diques. Si se rompen estos con bombas o por otros medios, el líquido de la corriente escapará lateralmente, reduciendo el caudal que desciende por el canal para alimentar el frente del torrente, y el avance de éste se hará más lento o cesará.

Otro método de bombardeo consiste en romper las paredes del cono en la chimenea. Por lo común, el lago de lava del cono se encuentra unos metros más alto que las tierras circundantes,

y la ruptura de las paredes del cono permitirá que la lav
cape lateralmente, privando al torrente total o parcialme
de su suministro de lava fluida.

El éxito al tratar de desviar los torrentes de l
mediante bombardeos depende de varios factores; el torre
debe ir por un conducto de alimentación bien formado, un
limitado por diques a un nivel superior al de sus alrede
o un lago de lava contenido, a nivel elevado, dentro de u
no de paredes delgadas y debe existir buena visibilidad q
permita seleccionar los mejores objetivos y bombardear co
cisión. El éxito de la desviación del torrente depende d
topografía favorable.

La desviación de los torrentes de lava de las zo
importantes puede lograrse también mediante muros artifi
no destinados a servir de diques, sino a dar al torrente
vo rumbo por medio de un ángulo pequeño. Esta posibilida
basa en que muchos torrentes ejercen un empuje sorprender
te reducido sobre los objetos que se encuentran en su ca
Podrían citarse muchos ejemplos de torrentes que se acumu
detrás de débiles muros de piedra y llegaron a pasar sobr
ellos sin derrumbarlos. (58)

Otro método para contener y desviar los torrente
lava es arrojar agua con mangas de incendio contra el bor
un torrente de lava en movimiento, a fin de enfriarlo y
dar su avance. Su éxito depende de una topografía favora
del volumen y la velocidad del torrente. Además de la di
bilidad de grandes cantidades de agua, de bombas y otros

equipos apropiados.

5.3.4.- DOMOS

Las lavas viscosas se acumulan sobre sus chimeneas formando domos volcánicos de paredes escarpadas. Algunos domos tienen sólo unos metros de anchura por unos metros de altura. Otros alcanzan hasta 2.000 metros de anchura y 600 metros de altura. La mayoría de los domos crecen sobre todo por expansión desde su interior a medida que va entrando más lava a presión en el núcleo del domo. La expansión produce grietas y desmoronamientos en el exterior solidificado. Los bloques que ruedan y se desprenden pueden representar una amenaza para las personas o animales que se encuentren cerca de la base del domo.

La amenaza más grave que plantean los domos es la formación de aludes incandescentes y torrentes de fango y piedra (lahares) como consecuencia de la penetración de los residuos de los aludes en corrientes de agua. Por estas razones, es mejor evacuar las zonas situadas en un radio de algunos kilómetros del domo y de los valles expuestos a aludes incandescentes y lahares mientras el domo esté en actividad.

5.3.5.- TEFRA O MATERIALES PIROCLASTICOS

Los fragmentos vomitados por las explosiones se denominan colectivamente materiales piroclásticos o tefra. Su tamaño varía entre varios metros y polvo fino. Los fragmentos de más de 6 cm de diámetro se llaman BOMBAS, si eran fluidos al ser expulsados y adoptaron formas redondeadas o aerodinámicas durante su trayectoria; si eran sólidos y conservaron sus formas

angulosas, se llaman BLOQUES. Los fragmentos de 2 a 60 mm de diámetro se denominan LAPILLI cualquiera que sea su forma; y los de menos de 2 mm se llaman cenizas. Muchos fragmentos de tamaño de bomba o de lapillus, expulsados en estado de fluidos, son de forma irregular y muy vesiculados. Estos fragmentos se llaman ESCORIAS. Las escorias muy vesiculadas, por lo común las vesículas estiradas en tubos largos y delgados, se llaman PIEDRA POMEZ.

Los fragmentos más gruesos se amontonan por lo común alrededor de la chimenea para formar un cono de escorias o de piedra pómez. Los materiales más finos son arrastrados por el viento, a veces a distancia a miles de kilómetros y los depósitos de cenizas resultantes pueden ser muy asimétricos, extendiéndose a distancias mucho mayores a sotavento que a barlovento, Además los vientos de diferentes alturas pueden dispersar las cenizas en direcciones muy diferentes.

Sobre los depósitos de ceniza o barro se forma comunmente una corteza delgada y dura (en unas pocas semanas). Esta corteza reduce grandemente la permeabilidad y aumenta el escurrimiento, contribuyendo a la formación de avenidas repentinas y de lahar. También retrasa la aparición de vegetación.

En los volcanes y sus proximidades, las bombas y bloques, al caer, pueden desgajar ramas de los árboles, atravesar tejados y muros de viviendas, provocar incendios y herir o matar personas y animales.

Las cenizas más finas rara vez están suficientemente calientes al llegar al suelo para provocar incendios, no

obstante, por lo general, el peso de las cenizas acumuladas hacen que los tejados se hundan. Cuando están secas, las cenizas pueden ser suficientemente ligeras para que los tejados las soporten pero la lluvia puede aumentar rápidamente su peso y producir el hundimiento repentino del tejado.

Trabajar a la intemperie durante una lluvia copiosa de cenizas puede ser difícil por tener que respirar un aire cargado de cenizas y a causa de la intensa obscuridad que a menudo reina. Las partículas agudas de las cenizas son sumamente irritantes para las vías respiratorias, y la inhalación de cantidades excesivas de cenizas puede producir la muerte. Las máscaras industriales ordinarias contra el polvo son muy eficaces, aunque es posible que haya que limpiar los filtros con frecuencia; y un pedazo de tela ordinaria sobre el rostro, especialmente si se humedece, proporciona una protección satisfactoria. Puede ser conveniente el uso de anteojos para prevenir la irritación de los ojos por las partículas punteagudas.

Las intensas tormentas eléctricas que a menudo se producen en la nube de cenizas pueden hacer imposibles las comunicaciones por radio, producir fuertes ruidos y el sonido espontáneo de los timbres de los circuitos telefónicos. Los rayos provocan algunos incendios.

La capa de cenizas puede tener varios metros de espesor cerca del volcán y varios cm a distancias de hasta 100 kms una capa de cenizas de algunos cm puede matar la hierba y otros forrajes, y aun en menores cantidades puede producir serios trastornos a los animales de pastos, incluso la muerte.

Las cargas pesadas de cenizas rompen a menudo las ramas de los árboles, esto puede evitarse hasta cierto punto sacudiendo periodicamente las cenizas de los árboles . Las cenizas más profundas, al acumularse en torno a los troncos de los árboles pueden matarlos. Pueden salvarse quitando las cenizas que rodean los troncos.

La erupción de Tambora, en la isla de Sumbawa, en 1815, enterró las partes próximas al volcán hasta una profundidad de 1,5-20 mts, y en la isla de Lombok, 140 kms al oeste del volcán las cenizas tenían un espesor de 50 cm. La amplia destrucción de cultivos produjo una hambruna que, según se dice, mató a más de 80.000 personas. Durante la erupción del Laki en 1783, una combinación de lluvia de cenizas y gases sulfúricos destruyó los cultivos forrajeros y causó la muerte de la mitad de las vacas y de las tres cuartas partes de todas las ovejas y de los caballos de Islandia. La hambruna resultante mató a una quinta parte de la población.

Las lluvias copiosas de cenizas pueden interrumpir los suministros de aguas obstruyendo corrientes y pozos o los filtros de los sistemas hidráulicos. Y el agua puede volverse ácida por la disolución de cenizas. Las cenizas en suspensión pueden eliminarse del agua transportadas por tuberías mediante un filtro temporal, o incluso mediante una simple bolsa de tela atada al grifo. Por otra parte, se debe almacenar una cantidad de agua a cubierto para atender las necesidades escenciales durante varios días. También, los desagües deben limpiarse tan pronto como se pueda, para prevenir inundaciones.

Las cenizas de las laderas de las montañas pueden resbalar, destruyendo la vegetación, los edificios o incluso los animales. Deben vigilarse las acumulaciones inestables peligrosas, si la visibilidad lo permite. Y puede ser conveniente evacuar algunas zonas.

Una vez comenzada la erupción, la evacuación puede ser sumamente difícil o imposible, a causa de la mala visibilidad y quizás de las carreteras obstruidas. En esas circunstancias, probablemente es mejor que la población de la zona muy afectada permanezca en sus hogares, con una reserva de agua almacenada y puertas, ventanas cerradas, salvo las breves salidas al exterior necesarias para limpiar las cenizas de los tejados y desagües. La fase de extrema violencia de éstas erupciones no dura normalmente más de unos días.

5.3.6.- TORRENTES DE CENIZAS

En algunas erupciones de magma cargado de gases, sólo una proporción relativamente pequeña de los materiales es lanzada al aire por la explosión. Una gran parte de las cenizas resultantes de la disgregación de la espuma rocosa permanecen suspendidas en una nube que se expande, próxima a la superficie del suelo, produciendo un torrente de cenizas, que avanza a gran velocidad, en muchos casos superior a los 200 kms por hora. La fuerza motriz es sobre todo la gravedad, de forma que, como cualquier otro fluido denso, el torrente obedece en gran parte a la topografía, descendiendo por las pendientes y recorriendo los valles.

La gran velocidad y, a menudo, el gran volumen de los torrentes de cenizas hacen imposible controlarlos en forma alguna.

Los torrentes de cenizas han sido raros en los tiempos históricos. Y probablemente seguirán siéndolo en el porvenir.

Como los torrentes de cenizas dependen en gran parte de la topografía, sus mayores destrucciones las causarán en los valles; y como los pequeños torrentes son más probables que los grandes, esos daños se limitarán probablemente a las zonas próximas a los canales. Sin embargo, la destrucción puede extenderse a una distancia considerable de las márgenes del torrente principal, causando daños importantes. Cuando se prevea una erupción con torrentes de cenizas deberá evacuarse toda la montaña y una zona de varias decenas de kilómetros en torno a su base.

5.3.7.- ALUDES INCANDESCENTES (NUEES ARDENTES)

Los aludes incandescentes se parecen a los torrentes de cenizas en su mecanismo, aunque a menudo no en su origen, (materiales de mayor tamaño que las cenizas; rocas). Alcanzan velocidades promedio de 100 km/hora.

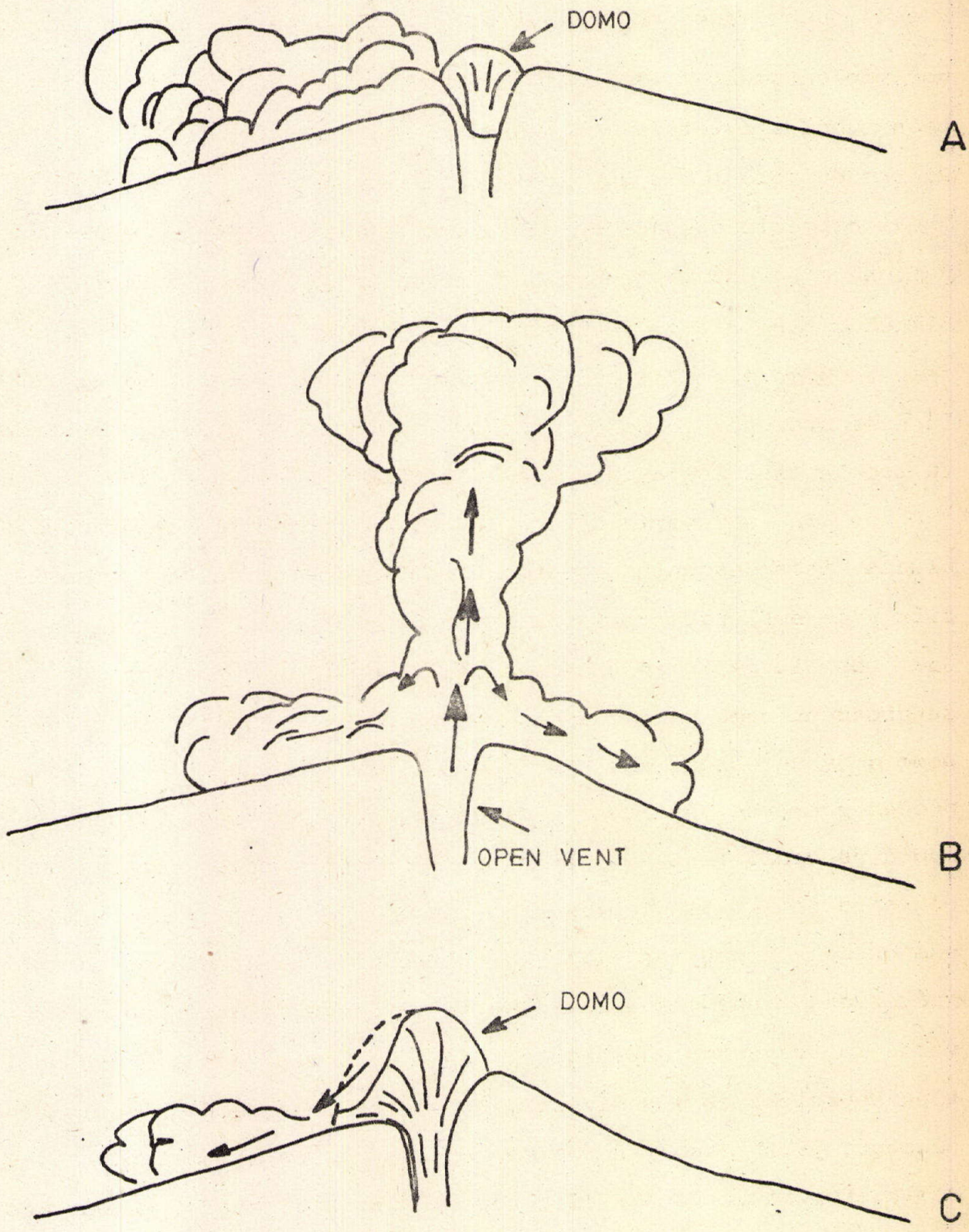
El torrente se compone principalmente del alud, que se desplaza muy cerca del suelo y está dirigido en gran parte por la topografía. Sin embargo, por encima del alud se eleva una gran nube de polvo, negra de día pero de un rojo opaco de noche (Nuées Ardentes). Esta nube de polvo incandescente puede extenderse mucho más allá de los límites del alud propiamente dicho,

y está mucho menos controlada por la topografía. Aunque sea menos violentamente destructiva que este, la nube de polvo también puede ser letal. La destrucción de la ciudad de Saint Pierre durante la erupción del Mont Pelé, el 8 de mayo de 1902, fue totalmente causada por la parte superior de la nube de cenizas, que atravesó la cresta que limita al valle de la Riviere Blanche, mientras el alud seguía la curva del valle. El alud desembocó en el mar a casi dos kilómetros de Saint Pierre, pero la nube ardiente de polvo golpeó de lleno a la ciudad, causando la muerte casi instantánea de unas 30.000 personas. (58)

En la mayoría de los casos, la protección contra los aludes incandescentes dependerá de la predicción de su aparición y de sus trayectorias y de la evacuación de la zona afectada. Los aludes incandescentes del tipo Merapi, que son los que se producen como consecuencia del hundimiento del borde de un Domo o de un espeso torrente de lava en los flancos del volcán pueden preverse , ya que se conoce la zona de riesgo, luego se podrá predecir la trayectoria del alud teniendo en cuenta la topografía de las pendientes. En los de tipo Pelé existe un Domo que crece siempre más allá del cráter, o está creciendo en un cráter que tiene una escotadura en su borde, también puede preverse la trayectoria probable. La predicción de los aludes del tipo Soufriére es más difícil, porque no depende de ninguna estructura ya formada y normalmente se producen al comienzo mismo de la erupción. Es difícil prever la zona afectada, porque los aludes pueden descender por todos y cada uno de los costados del cono. (Ver figura Nº 14)

FIGURA Nº14

ALUDES INCANDESCENTES (58)



A PELE

B SOUFRIERES

C MERAPI

Si se preveé una erupción capaz de enviar aludes incandescentes a un embalse, el agua de éste deberá vaciarse hasta alcanzar un bajo nivel, para reducir el riesgo que se desborde la presa. Al penetrar en el lago el alud, desplazará agua, y su impacto puede producir una gran ola, causando inundaciones y probablemente erosionar y socavar la superficie de la presa lo suficiente para procucir su derrumbe.

5.3.8.- LAHARES

Un lahar o torrente de lodo volcánico se compone de una mezcla de materiales finos y agua, que contiene a menudo una gran proporción de residuos más gruesos. La mayoría de los lahares son fríos, pero algunos son calientes, o de temperatura que se aproxima incluso a la ebullición. Los lahares descienden por las laderas de las montañas volcánicas a velocidades de hasta 100 Km/hora. Y se sabe que algunos han recorrido valles hasta distancias de 300 kms de su fuente. Algunos de ellos cubren superficies de varios centenares de kilómetros cuadrados. En los últimos años han causado miles de víctimas y millones de dólares de daños.

El medio más efectivo de eliminar o controlar los lahares causados por la salida o eyección del agua de los lagos de cráteres, parece ser el drenaje parcial o total del lago.

La rápida fusión del hielo y de la nieve en una montaña volcánica puede liberar volúmenes de agua suficientes para causar lahares con gran poder destructor. La fusión puede ser causada como consecuencia de torrentes de lava, extruidos en el

hielo o sobre él, especialmente si la superficie subyecente está cubierta de abundantes materiales sueltos, como es el caso del volcán Villarica en Chile, en 1963. También puede ser causada por un tiempo cálido o por lluvias cálidas sin relación con con las erupciones, como ocurrió en el Mount Shata, California, en 1926 y 1931. Puede producirse, además, la formación de lahares por fusión rápida siempre que las cenizas y los residuos de aludes cubran la nieve o el hielo de las laderas escarpadas, que aumentan la absorción de calor irradiado por el sol, e incrementa la fusión.

Un estallido repentivo de agua debajo o detrás de un glaciar, puede ser producido por la actividad volcánica bajo el hielo o por alguna otra causa, como un período prolongado de lluvias cálidas que originen una acumulación de agua detrás de un dique de hielo. Comunmente el agua que brota recoge suficientes residuos sólidos para formar un torrente de fango. La descarga del agua puede ser debida a la ruptura del dique de hielo por explosiones de vapor o por terremotos, y a veces la acumulación tras el dique puede hacerse suficientemente profunda para abrirse paso bajo el hielo.

Una explosión en el flanco de un volcán puede socavarlo en parte, haciendo que se hunda y que provoque un alud rocoso, y el alud, a su vez, puede penetrar en una corriente, mezclándose con el agua para formar un lahar. Los lahares de este tipo no pueden predecirse, excepto en la medida en que se pueda preveer el lugar y el momento de la erupción y descubrir condiciones capaces de producir la formación de aludes y lahares por explosiones.

La inmensa mayoría de los lahares son consecuencia de lluvias copiosas, que se producen por la condensación del vapor de una nube de erupción volcánica o de la condensación del aire saturado de agua que es rápidamente elevada por la fuerte convección existente o a condiciones metereológicas ordinarias. El agua al correr, encuentra abundantes residuos sueltos (tefra, depósitos de aludes incandescentes y torrentes de cenizas y se transforma velozmente en un lahar.

Los lahares de todos los orígenes dependen estrechamente en su trayectoria de la topografía. En las superficies poco erosionadas, pueden extenderse para formar amplias capas, pero en los terrenos accidentados o montañosos sus daños, salvo cuando se trata de los lahares más grandes, se limitan a las partes axiales de los valles, próximas a los cauces de la corriente. Si se descubren condiciones que hagan probable la formación de esos lahares, puede apartarse a las personas, los animales domésticos y los bienes muebles de las partes axiales de los valles. De ésta forma podrían evitarse plausiblemente considerables pérdidas de vidas y bienes.

Los lahares pueden producirse en cualquier momento de una erupción y varios meses después de terminada ésta, mientras existan residuos inestables y sueltos abundantes en los flancos montañosos que estén retenidos por la vegetación.

Para minimizar las pérdidas de vidas y bienes, deben drenarse los lagos de los cráteres especialmente si estos son de paredes frágiles, hasta un nivel suficiente para garantizar que la salida de agua restante no producirá lahares suficiente-

mente grandes para dañar las aldeas próximas. Debe vigilarse la aparición de domos o de torrentes de lava que puedan causar la rápida fusión de la nieve o del hielo, o de condiciones capaces de favorecer la producción de aludes incandescentes sobre campos de nieve.

Generalmente, el tiempo que se dispone para poner a salvo a la población es de sólo unos minutos, por lo tanto, parece mejor intentar preveer la producción posible de lahares y evacuar anticipadamente las zonas de peligros.

Cuando las condiciones topográficas son favorables, las barreras pueden ser útiles para desviar los lahares de algunas localidades. Por otra parte, es importante considerar que un gran embalse si está casi vacío, podrá contener a la mayoría de los lahares, en caso contrario, ocurrirá lo ya mencionado para los aludes incandescentes que penetran a los embalses.

5.3.9.- GASES VOLCANICOS

Los volcanes emiten gases no sólo durante las erupciones, sino cumúnmente durante largos períodos después de las erupciones. El gas predominante es CO_2.

Los gases volcánicos plantean problemas de diversas formas. Los gases ácidos y los aerosoles formados por su combinación con el agua pueden ser arrastrados a grandes distancias por el viento desde las chimeneas o fumarolas en erupción, y quemar o marchitar las hojas de las plantas o provocar la caída de los frutos a distancias de hasta 50 kms. La exposición prolongada a los gases puede producir defoliación completa de las plantas y

quizás matarlas. Los objetos metálicos sufren corrosiones y a veces son destruidos. También pueden, en determinadas concentraciones (de CO2 o SO2, que son venenosos) producir la muerte de hombres y animales.

Las quemaduras leves de la piel causadas por gases ácidos pueden tratarse bien lavándolas con bicarbonato sódico. Cuando resulte inevitable que las personas queden expuestas a los gases volcánicos, las máscaras antigases ordinarias serán normalmente protección suficiente. Para su uso prolongado, puede ser conveniente añadirles un filtro de polvo y limpiarlos de vez en cuando, si no se dispone de máscara antigas, un pedazo de tela humedecida con agua o, mejor con una solución débil de amoniaco (por ejemplo, vinagre u orina) sobre el rostro resulta a menudo suficiente. (58)

Puede prevenirse el envenamiento de los animales de pasto, alimentándolos con piensos almacenados o importados hasta que el peligro pase.

Los objetos metálicos expuestos a gases ácidos o a la lluvia ácida pueden protegerse con pinturas resistentes a éstos o con grasa.

La prevención o reducción de los daños causados por los gases, por lo general, es muy costosa. El tratamiento químico local de las plantas para reducir los efectos de los gases ácidos, resulta bastante costoso y, en consecuencia, su utilización se limitará por las circunstancias económicas.

5.3.10.- PREDICCION DE ERUPCIONES

Para evitar la pérdida de vidas y los daños a los bienes durante las erupciones es necesario una predicción razonablemente exacta del momento, el lugar y la naturaleza de las erupciones, así como del comportamiento y la trayectoria de las diferentes clases de torrentes y de la distribución y el espesor de la tefra. El tipo, la gravedad, la duración de la erupción y el momento de su producción, son variables de suma importancia.

Hasta la fecha, la mejor base para predecir la naturaleza de la próxima erupción es la analogía con erupciones anteriores del mismo volcán, teniendo en cuenta también, en algunos casos, el tiempo transcurrido desde la última erupción. Los distintos volcanes seguirán comportándose del mismo modo durante muchos siglos y muchas erupciones. La determinación de la historia del volcán requiere de un estudio geológico, para averiguar la composición y los tipos de torrentes de lava y de tefra, la proporción de tefra y su distribución, la existencia o inexistencia de domos y depósitos de aludes incandescentes, torrentes de cenizas y lahares, la amplitud de los torrentes, etc. La determinación de la edad de las rocas puede dar cierta idea de la frecuencia de las erupciones anteriores.

La predicción exacta de las trayectorias de los torrentes requiere un buen mapa topográfico del volcán y sus alrededores a escala razonablemente grande (mayor que 1: 50.000)

Algunas erupciones van precedidas por cambios en las fumarolas o fuentes termales del volcán; aparición de otras

nuevas, aumentos de temperaturas o cambios de la composición de los gases.

Antes de las erupciones puede producirse también cambios en el magnetismo y en las corrientes eléctricas de la tierra, presuntamente como consecuencia de cambios de régimen térmico dentro del volcán.

En varias ocasiones se ha observado que los animales que se encuentran en el volcán o en sus proximidades se mostraban inquietos varios días antes de una erupción. Fuertes ruidos suberráneos también podría ser un indicio de erupción volcánica.

Hasta la fecha, los instrumentos geofísicos más útiles para la predicción de las erupciones han sido la deformación del suelo y los terremotos, pero aún no se ha encontrado ninguna relación clara entre el número de terremotos de un preludio, o la energía total liberada por ellos, y la magnitud de la erupción subsiguiente. Los temblores volcánicos son vibraciones rítmicas del suelo, que parecen claramente relacionadas con los movimientos del magma subterráneo y producen una ondulación regular característica de la línea de un sismógrafo.

En resumen, no se conoce ningún indicador simple para predecir con seguridad las erupciones (instrumentación complicada y costosa) y así evitar falsas alarmas, que provocan pérdida de la confianza de la población alertada y en consecuencia una falta de respuesta a alertas futuras.

5.3.11.- ZONIFICACION VOLCANICA

La delineación de zonas de tipos y grados de peligro como consecuencia de volcanes se conoce generalmente por Zonificación Volcánica. Se debe determinar que volcanes son potencialmente peligrosos y señalar en mapas las zonas expuestas a diferentes grados y tipos de riesgos. Señalar zonas con peligro de lahars o de aludes incandescentes, zonas que pueden resultar afectadas por precipitaciones de cenizas indicando la amplitud y espesor para diversas intensidades de erupción y diversas direcciones de vientos superiores e inferiores. Además, indican claramente zonas peligrosas donde no debe vivir nadie y donde existe sólo peligro durante las grandes erupciones.

Evidentemente que todo este trabajo estará a cargo de los vulcanólogos, y también deberán asesorar a los organismos de socorro en una emergencia.

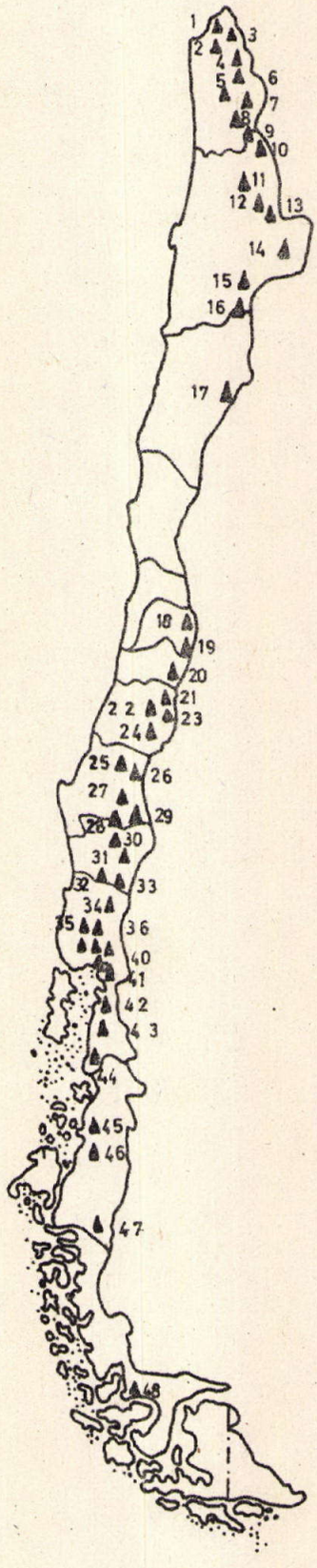
5.3.12.- ERUPCIONES VOLCANICAS EN CHILE

El territorio chileno por su posición geográfica, en el borde occidental del continente sudamericano, forma parte importante del llamado "Círculo de Fuego del Pacífico", y es una de las zonas más activas de la tierra (tectónica). Esta región andina sudamericana es quizás una de las de mayor inestabilidad de la corteza, donde existe el mayor desnivel topográfico, alrededor de 15.000 metros, entre el fondo de la fosa oceánica Chile-Perú (8000m) y la cumbre de las cadenas volcánicas de los Andes (sobre 6.000 m).

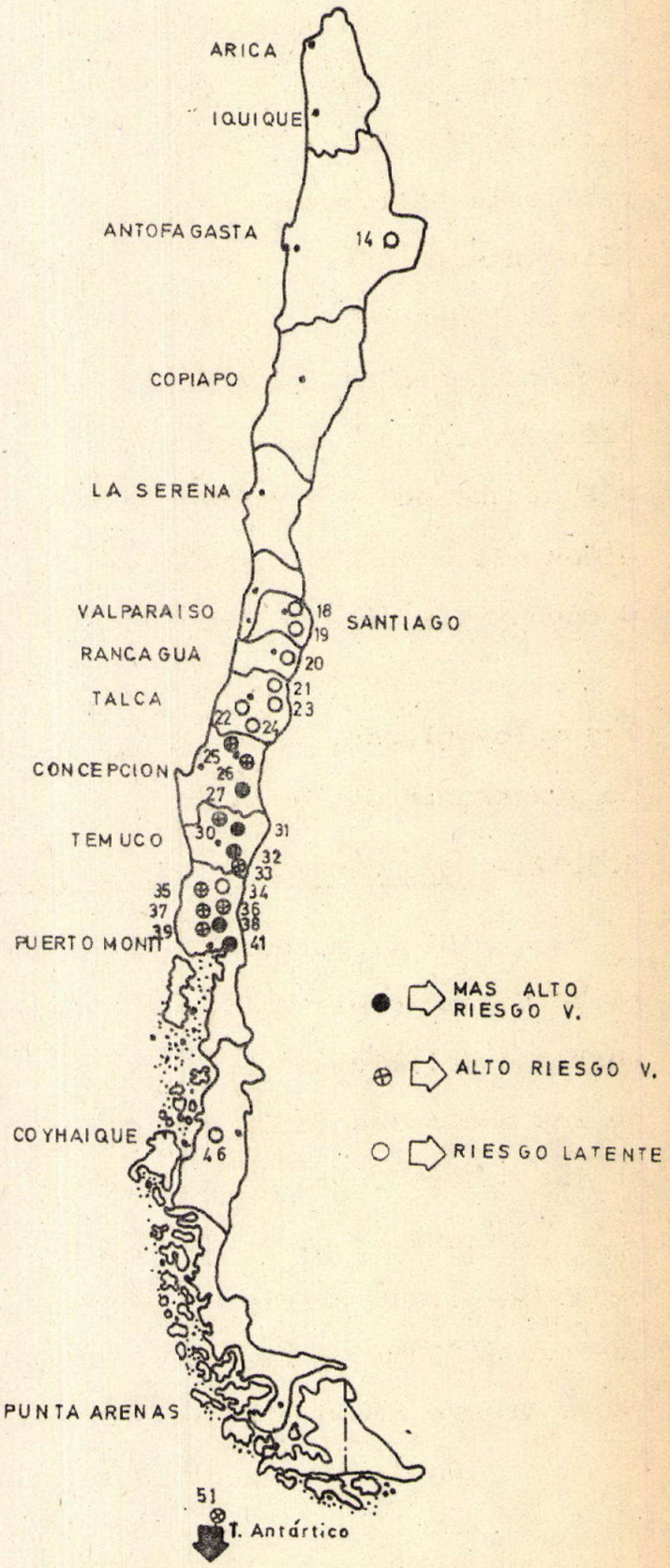
En la figura Nº 15 se puede ver la distribución de

FIGURA Nº15

ERUPCIONES VOLCANICAS



A VOLCANES ACTIVOS (59)
(Ver CUADRO Nº13)



B RIESGOS VOLCANICO
(Geologo: Hugo Moreno R)

los volcanes activos. De 2.085 volcanes a lo largo de todo el territorio chileno, 55 se mantienen activos (Cuadro Nº 13) cabe advertir que se señalan como volcanes activos sólo aquellos que han tenido un registro histórico, lo cual no significa descartar como centros potencialmente activos, algunos de los 605 grupos volcánicos reconocidos. (59)

CUADRO Nº 13

"VOLCANES ACTIVOS DE CHILE" (59)

Nº	VOLCAN	COORDENADAS ALTURA	Lat. S.	Long. W.	ACTIVIDAD REGISTRADA
GRUPO I REGION ANDINA NORTE (Entre los 17º 43' L.S. y 27º 30' L.S					
1	Tacorà	6.000	17º 43'	69º 7'	Actividad solfatárica permanente.
2	Taapaca	5.815	18º 06'	69º 80'	Actividad termal.
3	Parinacota	6.280	18º 10'	69º 09'	Fumarolas cerca del cráter, al SW.
4	Guallatiri	6.060	18º 25'	69º 06'	Solfataras y fumarolas permanente en el cráter.
5	Tulapalca	4.876	18º 43'	69º 28'	
6	Isluga	5.530	19º 09'	68º 50'	Erupciones centrales en 1863, 1869, 1878, 1913.
7	Puchuldiza	4.500	19º 25'	68º 58'	Campo de termas y géiseres permanente
8	Irruputuncu	5.165	20º 44'	68º 34'	Fumarolas y solfataras permanente.

9	Olca	5.310	20º 56'	68º 31'	Erupciones 1865-7, Solfatara permanente.
10	Ollagüe	5.869	21º 18'	68º 12'	Actividad solfatárica 1854, 1884, 1888, 1927, 1960.
11	San Pedro	6.159	21º 53'	68º 24'	Erupciones centrales 1877, 1891, 1901, 1911, solfataras 1960.
12	Tatio	4.280	22º 21'	68º 02'	Campo de Géiseres, actividad permanente.
13	Putana	5.890	22º 34'	67º 52'	Solfatara permanente. Erupción 1972.
14	Lascar	5.641	23º 22'	67º 44'	Erupciones centrales, 1848, 1854, 1858, 1875, 1885, 1933, 1952, 1959, 1960, 1969, 1972.
15	Llullaillaco	6.723	24º 43'	68º 33'	Erupciones centrales 1854 1868, 1877.
16	Lastarria	5.700	25º 10'	68º 31'	Actividad solfatárica permanente.
17	Ojos del Salado	6.885	27º 07'	68º 32'	Fumarolas 1937, 1956.
GRUPO II REGION ANDINA CENTRAL-SUR (Entre los 33º L.S. y 42º L.S.					
18	Tupungatito	5.640	33º 24'	69º 48'	Erupciones centrales 1829, 1897, 1907, 1925, 1958, 1959, 1960, 1961, 1968. Fumarolas permanente.

19	San José	5.880	33º 48'	69º 55'	Erupciones centrales, 1822, 1838, 1881, 1889, 1895. Fumarolas 1931, 1941.
20	Tinguiririca	4.300	34º 49'	70º 21'	Fumarolas y solfataras permanente. Erupción 1917.
21	Petorca o Planchón	4.090	35º 15'	70º 34'	Erupciones centrales 1762, 1835, 1837, 1860, 1878, 1890, 1894, 1937, 1967.
22	Descabezado Chico	3.250	35º 31'	70º 37'	
23	Descabezado Grande	3.830	35º 35'	70º 45'	Erupción parásita NE., 1932.
24	Cerro Azul Quizapú	3.810 3.050	35º 40' 35º 39'	70º 46' 70º 45'	Erupción parásita (Quizapú), 1846, 1906, 1914, 1926, 1932, 1967.
25	Nv. de Chillán.	3.089	36º 52'	71º 23'	Erupciones 1861, 1864, 1891, 1898, 1906, 1923, 1929, 1945. Fumarolas 1965, 1972.
26					
27	Antuco	2.985	37º 24'	71º 22'	Erupciones y actividad solfatárica, 1752, 1820, 1828, 1839, 1845, 1853, 1861, 1863, 1869, 1929, 1972.
28	Callaqui	3.090	37º 55'	71º 25'	Fumarolas 1971, 1972.

29	Copahue	3.010	37º 51'	71º 10'	Solfataras y fumaro las permanente.
30	Lonquimay	2.822	38º 22'	71º 35'	Actividad 1853, 1887, 1889.
31	Llaima	3.124	38º 42'	71º 42'	Actividad muy inten sa desde 1640 hasta 1972. Erupciones centrales y fumaro-las.
32	Villarrica	2.840	39º 25'	71º 57'	Muy activo, erupcio nes centrales, des-de 1558 hasta 1972.
33	Quetrupillán				
34	Choshuenco Mocho	2.430	39º 56'	72º 02'	Erupción 1864.
35	Carrán	350	40º 21'	72º 04'	Erupción 1955.
36	Riñinahue	400	40º 22'	72º 05'	Erupción 1907.
37	Azufreras de Puyehue	1.400	40º 33'	72º 10'	Actividad permanen-te, campos de Géise res, fumarolas y solfataras.
38	Cordillera Ne vada o Cordón de Caulle	1.500	40º 30'	72º 15'	Erupciones 1921, 1960. Fumarolas.
39	Puyehue	2.240	40º 34'	72º 06'	Fumarolas y solfata ras desde 1893 has-ta 1972.
40	Osorno	2.660	41º 06'	72º 30'	Erupciones 1719, 1790, 1834, 1835, 1850, Fumarolas en el cráter central.

41	Calbuco	2.015	41º 19'	72º 36'	Erupciones 1837-38, 1906, 1909, 1912, 1917, 1929, 1961. Fumarolas permanente.

GRUPO III REGION PATAGONICA (Entre los 42º L.S. Y 53º L.S.)

42	Huenqui	1.316	42º 22'	72º 35'	Actividad 1890, 1893, 1896, 1907, 1920.
43	Michinmahuida	2.404	42º 47'	72º 26'	Actividad 1834, 1835.
44	Corcovado	2.300	43º 11'	72º 48'	Actividad 1834.
45	Maca				
46	Hudson	2.500	46º 10'	72º 55'	Erupción 1971.
47	Lautaro	3.380	49º 01'	73º 33'	Actividad 1945, 1960.
48	Burney	1.758	52º 20'	73º 24'	Erupción 1910.

GRUPO IV TERRITORIO CHILENO ANTARTICO (Entre los 53º y 90º Long W

49	Paulet	350	63º 34'	55º 48'	Actividad 1850 (?)
50	Penguin	180	69º 06'	57º 56'	Actividad fumaróli ca 1821, 1838, 1839 1850. Erupción 1850 (?)
51	Decepción	576	62º 56'	60º 34'	Erupciones 1829, 1839, 1842, 1909, 1912, 1927, 1967, 1969, 1970.

GRUPO V TERRITORIOS INSULARES OCEANO PACIFICO: San Félix, San Ambrosio, Juan Fernández, Isla de Pascua.

52	San Félix	183	26º 16'	80º 07'	Actividad fumaróli-ca.
53	I. Más a Tierra	915	33º 40'	78º 51'	Actividad 1743 (?)
54	Vn. Subma-rino	(-91)	33º 38'	78º 47'	Erupción submarina 1835.
55	Vn. Subma-rino	(?)	33º 34'	76º 50'	Erupción submarina 1839

La altura de los volcanes antes citados está expresada en metros.

ZONAS DE MAS ALTO RIESGO VOLCANICO

Fuente: Sr. Hugo Moreno. (Geólogo)

Algunos de los antecedentes que se deben considerar para la evaluación del riesgo volcánico son : tipo de erupción, composición de los materiales, antecedentes geológicos y geomorfológicos, evolución, latitud y clima, vegetación, dirección de vientos, densidad y actividad de la población, uso de la tierra y obras de ingeniería.

Las zonas de riesgo se pueden clasificar en:

a) Zonas de más alto riesgo volcánico
b) Zonas de alto riesgo volcánico
c) Zonas de riesgo volcánico potencial
d) Zonas de bajo riesgo volcánico

Las principales zonas de más alto riesgo volcánico son las que rodean los volcanes Antuco, Llaima, Villarrica, Puyehue y Calbuco, que amenazan la vida de 100.000 personas, construcciones urbanas, instalaciones hidroeléctricas y turísticas, complejos madereros, propiedades agrícolas, cabezas de ganado vacuno, ovino y caprino, etc.

Antuco: 10.000 habitantes, complejo hidroeléctrico mayor del país, complejos forestales más extensos, construcciones urbanas e ingenieriles.

Llaima: 20.000 habitantes, instalaciones de parques nacionales, Los Paraguas y Conguillío, complejos madereros, agrícolas y ganaderos, construcciones urbanas e ingenieriles.

Villarrica: 50.000 habitantes, instalacion parque nacional Villarrica, áreas urbanas de importancia, instalaciones hoteleras y campings, complejos madereros y agrícolas.

Puyehue: 10.000 habitantes, complejos madereros, agrícolas y ganaderos; instalaciones hoteleras y campings.

Calbuco: 10.000 habitantes, áreas de colonia, complejos madereros, agrícolas y ganaderos, instalaciones hoteleras y campings.

MEDIDAS PROPUESTAS

a) Observación continuada y sistemática de los centros volcánicos activos del país y de aquellos que, aunque no activos, representen riesgo para la población e instalaciones.

b) Frenar la expansión poblacional en áreas volcánicas, especialmente en las de mayor riesgo.

c) Plan de estudios geológicos y geomorfológicos de cada una de las zonas de más alto riesgo volcánico, con el fin de planificar y condicionar la urbanización, obras de ingeniería y a la explotación agrícola, forestal y turística.

d) Campaña nacional respecto al riesgo que representan los volcanes.

e) Ante una eventual erupción, la movilización inmediata de personal idóneo a la zona y estado de alerta de autoridades militares y civiles ante solicitudes de equipo y vehículos diversos para efectuar maniobras inmediatas.

La ejecución de estos planes y el control y condicionamiento de la construcción de diversas obras de ingeniería debería estar canalizada a nivel gubernamental.

C A P I T U L O VI

ACCIDENTES

Se denominan así todos aquellos desastres o sucesos eventuales e inesperados debido fundamentalmente a fallas humanas o materiales.

Entre ellos se citarán los siguientes: Fallas en las construcciones, explosiones, incendios urbanos y forestales, introducción de tóxicos o agentes patógenos en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

6.1.- FALLAS EN LAS CONSTRUCCIONES

En este tipo de catástrofes, se podrían distinguir 2 causas principales, que son:

a) Falla debida a fuerzas externas o condiciones especiales no consideradas en diseño, por tener una probabilidad de ocurrencia muy pequeña o nula en la zona.

b) Falla humana por el diseño o construcción de la obra, no adecuado. Citaremos algunas que no han sido incluidas en los capítulos anteriores.

6.1.1.- DESTRUCCION DE GRANDES PRESAS

La destrucción de una presa produce dos clases de olas de crecidas: una ola positiva con propagación aguas abajo y una ola negativa con propagación aguas arriba; ambas hacen bajar el nivel del embalse. La ola positiva constituye un peligro para la población que vive en la zona situada aguas abajo. La ola negativa es peligrosa principalmente para las instalaciones flotantes o embarcaciones ancladas aguas arriba.

Si los asentamientos humanos en dicha zona están amenazados por las grandes olas de crecida, deberá prepararse un plan para evacuar a la población con la máxima rápidez, teniendo en cuenta la altura de la crecida y las altitudes de las colinas y edificios seguros circundantes.

La confección de un mapa que determine el alcance de la inundación y el funcionamiento de un sistema de alerta podría asegurar que se evacuen a tiempo las zonas amenazadas.

Las causas principales que pueden provocar el desmoronamiento de las grandes presas (altura mayor a 15 mts, o altura mayor a 10 mt con un volumen mayor a 100.000 m^3 o caudal mayor a 2.000 m^3/seg) son: La rotura de la cimentación (40%), la capacidad insuficiente de los rebosaderos (23%), capacidad de carga insuficiente de la estructura (12%), diferencias de asientos de las cimentaciones (10%), terremotos, corrimientos de tierra y otras (15%). (49)

Teniendo presentes estas causas, es evidente prestar atención a la investigación de las condiciones del suelo, así como el diseño de la cimentación de las presas. También deberán efectuarse extensas investigaciones hidrológicas, teniendo en cuenta un factor de seguridad adecuado contra las roturas, con el fin de evitar la destrucción de la presa a causa de una capacidad insuficiente de rebosamiento.

La experiencia reciente demuestra que la construcción de nuevos embalses puede ocasionar terremotos. Por consiguiente, en todas las regiones deberán llevarse a cabo investigaciones para determinar la ubicación de las fallas sísmicas y de las cargas sísmicas que tienen que poder resistir la presa que vaya a diseñarse. (49)

6.1.2.- FALLAS EN LOS CAMINOS

Las principales fallas de éstas obras suelen producirse por:

a) Deslizamiento de los taludes de corte o terraplenes.

b) Corrimiento o asentamiento de los terraplenes.

c) Poder de soporte insuficiente del terreno en algunas zonas o en algunos puntos.

La prevención de estas fallas requiere un cuidadoso examen de las características de los terremotos y de la acción del agua sobre ellos.

Estas fallas podrían causar grandes pérdidas de vidas y daños económicos como consecuencia del deslizamiento y por l interrupción de la vía.

Cualquiera que sea el método constructivo, las obras de movimiento de tierra tienen que ser totalmente estables par garantizar la duración del camino y el servicio que el sea capaz de prestar.

6.1.3.- PUENTES

En general, después de un sismo, se encuentra que los daños en los puentes, se localizan principalmente en los estribos. Estos elementos tienen gran rígidez para solicitaciones horizontales en la dirección del eje del puente; en contra posición con los apoyos intermedios, consistentes a menudo en cepas altas y delgadas. Las oscilaciones longitudinales del tablero del puente repercuten en los estribos. Por otra parte, el empje de tierras que debe soportar un estribo incrementa al ser presionado por el tablero. Las grietas horizontales revelan efectos de empuje de tableros y de tierra.

En la mayoría de los casos, las vigas de puentes se disponen con apoyo fijo sobre las cepas y con apoyos móviles sobre los estribos. Se ha observado que una pequeña separación

en la juntura entre tablero y estribo, del orden de dos centíme tros, es insuficiente para impedir los golpes cuando las cepas son altas y delgadas. (38)

Por otra parte, los apoyos móviles necesitan vencer ro zamientos y adherencias para poder funcionar como tales, lo cual motiva empujes.

6.1.4.- ESTANQUES ELEVADOS (De hormigón armado sobre pilares)

Las vigas que unen los pilares son, en general, los elementos de los estanques elevados más afectados por los sismos. Se producen roturas en todos los paños de las vigas en la dirección de los planos de cartelas.

Las cartelas con grandes inclinaciones y dimensiones forman bruscas reducciones de sección en los tramos y tienen tendencia a cizallar en las partes delgadas y débiles de las vigas al producirse rotaciones en los nudos, causados por movimientos sísmicos, de este modo se producen dos articulaciones en cada uno de los tramos, con lo cual las partes centrales pueden bascular al modo de las bielas, dejando en libertad de giro a los nudos.

Se comprende que un estado de ruptura avanzado de las vigas que unen los pilares, tienden a dejar a éstos últimos sin trabazones, quedando ellos sólo atiesado en la fundación y en la viga del fondo de la cuba. Consecuentemente, el proceso siguiente, durante los movimientos sísmicos vienen a ser el de las fracturas de los pilares en estas partes (por falla del hormigón y pandeo de los fierros longitudinales especialmente al nivel del terreno), con lo cual el estanque queda en una situa-

ción próxima al derrumbe total. (38)

Por lo tanto el diseño de los estanques elevados debe contemplar armaduras horizontales capaces de resistir las tracciones de los momentos en los nudos.

6.2.- EXPLOSIONES

6.2.1.- INTRODUCCION

Las explosiones se caracterizan por una violenta expansión de gases y por una entrega de energía tan rápida que llega a ser substancialmente instantánea.

Las causas principales de las explosiones accidentales son el descuido, las altas temperaturas, una descarga súbita, o una combinación de calentamiento y sacudida. Las explosiones suelen ser seguidas de incendios. El gas metano producido por la descomposición de aguas servidas estancadas o de circulación muy lenta puede hacer explosión y arder a lo largo de las alcantarillas mal ventiladas, provocando la propagación del fuego. Pueden romperse las cañerías principales de agua y alcantarillado en la vecindad de la explosión y también pueden averiarse las instalaciones sanitarias dentro de los edificios. Los detritos producidos por explosiones pueden plantear problemas graves. (1)

La fuerza de una explosión depende más de la velocidad de entrega y se desplaza en ondas en línea recta que suelen ser reflejadas, provocando así efectos indirectos.

6.2.2.- CLASES DE EXPLOSIONES

Se pueden distinguir principalmente cuatro clases de explosiones: (20)

a) Entrega de energía por oxidación rápida

Ejemplo: Explosión de la mezcla de vapores de gasolina con aire.

b) Entrega de energía por descomposición
Ejemplo: Pólvora, dinamita.

c) Entrega de energía por escape de presión
Ejemplo: Un fluido que está comprimido a una temperatura sobre su punto normal de ebullición, como es el caso de una explosión de una caldera.

d) Entrega de energía por fisión o fusión
Ejemplo: Explosión de la bomba atómica o bomba de hidrógeno.

6.2.3.- EXPLOSIVOS

Un explosivo es un cuerpo cuya rápida descomposición produce un gran volumen de gas a alta temperatura. El efecto mecánico de la explosión de este tipo (entrega de energía por descomposición), se debe fundamentalmente a la velocidad y presión desarrollada por los gases.

Los explosivos más usados en obras civiles son: Pólvora, dinamita, mezclas a base de nitrato de amonio y petróleo, emulsiones gelatinizadas.

Las principales características técnicas de un explosivo son:

a) La densidad, que determina la concentración de energía del explosivo.
b) La velocidad de detonación, que determina la potencia del explosivo.
c) La sensibilidad del explosivo a las condiciones mecánicas o térmicas.

En la pólvora la detonación se propaga con una velocidad de 500 m/seg. En la dinamita la velocidad varía entre 3.800 y 7.000 m/seg. En las mezclas de nitrato de amonio y petróleo varía entre 2.200 y 4.400 m/seg y en las emulsiones gelatinosas varía entre 4.000 y 5.000 m/seg. (40)

A continuación se hará una descripción breve de los explosivos más usados: (40)

a) Pólvora

La pólvora está compuesta de una mezcla de 62% de nitrato de sodio o de potasio, 20% de azufre y 18% de carbón vegetal. Se inflama a unos 300º. Se fabrica en distintas intensidades y potencias, la que se gradúa por la fineza de los granos. La más rápida es la de grano más fino.

Es sensible a los golpes, fricciones, llamas y chispas. Es higroscópica. Al absorber una propoción grande de humedad no detona.

Se la considera un explosivo lento y se usa para aflojar terrenos duros.

b) Dinamita

La dinamita está formada por una mezcla de nitroglicerina y un absorbente que puede ser inerte o activo. Estos últimos, que son combustibles, aumentan su poder explosivo.

Es el explosivo más usado en las faenas de construcción debido a que se fabrica en un amplio rango de características que le permiten adecuarse a las condiciones especiales de cada faena y a la clase de trabajo que se va a ejecutar. Estas características son: Potencia, densidad, velocidad de detonación,

resistencia al agua, sensibilidad, inflamabilidad, cantidad y calidad de los gases producidos en la explosión, temperatura de congelación y su efecto sobre la presencia de gases o polvo combustible en el ambiente del disparo.

La potencia de las dinamitas que se fabrican en Chile varía entre 15 y 90%. Con la adición de TNT se llega a potencias de 155%. Su densidad varía entre 1.25 y 1.6. En el mercado se encuentra una gran variedad de dinamitas.

c) Agentes Explosivos

Se designan con este nombre un nuevo tipo de explosivos cuyos principales componentes son el nitrato de amonio y el petróleo diesel. Sus ventajas principales son la mayor seguridad con que pueden ser usados y su menor costo.

Su densidad varía entre 0.55 y 0.95. La sensibilidad de detonación decrece rápidamente si se aumenta su densidad.

El nitrato de amonio al descomponerse libera una gran cantidad de oxígeno. El petróleo actúa como combustible para reducir el oxígeno. La dosificación correcta es aquella en la cual se consumen totalmente ambos productos en la explosión.

d) Agentes Explosivos Acuosos

Son mezclas acuosas, muy insensibles, en forma de emulsiones gelatinizadas. Contienen, entre otros, nitrato de amonio con o sin nitrato de sodio.

6.2.4.- INCENDIOS Y EXPLOSIONES

En los incendios las explosiones más comunes ocurren cuando vapores inflamables, gases o polvos combustibles están

mezclados con aire en proporciones tales, como para producir oxidaciones muy rápidas de volúmenes completos.

De este tipo de explosiones, podemos distinguir las siguientes: (20)

a) Boil Over

Así se denomina al fenómeno que puede ocurrir al arder un estanque abierto que contiene un hidrocarburo pesado y agua en su interior.

Si el calor producido por la combustión de ciertos aceites se propaga hasta el nivel en que está depositada el agua dentro del estanque, ésta se transformará en vapor de agua con un aumento brusco de volumen (alrededor de 1.700 veces) que desplazarán violentamente el contenido del combustible ardiendo.

b) BLEVE

Esta sigla ha sido tomada de las palabras inglesas Boiling Liquid Expanding Vapor Explotion y se usa para identificar a la explosión que se produce cuando en un incendio se rompen estanques que almacenan gases comprimidos o licuados con un alto nivel de energía potencial almacenada debido a la concentración de la materia.

La ruptura de estos envases liberan dicha energía, rápida y violentamente, con entrega simultánea de grandes cantidades de gases al ambiente y propulsión del estanque o partes del mismo. Es característica la formación de una bola de fuego al encenderse el gas combustible, y la situación implica un grave peligro. Han resultado muertas por quemaduras personas que se encontraban a una distancia de 75 mts de grandes estanques afecta-

das por un BLEVE; así mismo han muerto, alcanzadas por pedazos de estanques, personas que se encontraban a más de 240 metros de distancia.

6.2.5.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL

Podría definirse como zonas de alto riesgo potencial las que se hallan en las proximidades de las fábricas de productos químicos con peligro de explosión (por ejemplo, la producción de explosivos, líquidos con índice débil, elaboración de petróleo, etc.) o en las proximidades de los almacenamientos de combustibles y de los gasómetros y a lo largo de las conducciones de gas, etc.

6.2.6.- EFECTOS DE LAS EXPLOSIONES

Los efectos que producen las explosiones en las personas y bienes dependen de las características del explosivo, de las medidas de seguridad adoptadas en su almacenamiento, transporte y uso, y de la distancia que las personas y bienes se encuentren de la explosión.

La potencia de una explosión se mide en megatones. Una explosión de un megatón equivale a una explosión de un millón de toneladas de TNT.

En la figura Nº 16, se muestra los grados de daños a la propiedad que causa una explosión de 1, 5, 10 y 20 megatones en función de la distancia.

Las zonas de daños pueden clasificarse de la siguiente manera: (43)

a) Zona A: Virtualmente completa destrucción.

b) Zona B: Daños tan severos que, aun cuando los edificios pueden mantenerse en pie, se requiere una completa reconstrucción a priori para reusarlo.

c) Zona C: Mayores reparaciones requeridas pero las estructuras pueden ser usadas.

d) Zona D: Pequeños daños requiriéndose sólo reparaciones menores o ninguna.

Las explosiones radiactivas pueden emitir 3 tipos de radiaciones: Alfa, Beta, Gama. Las radiaciones Alfa son peligrosas al hombre sólo si éstas son ingeridas o digeridas. Las radiaciones Beta producen daños a la piel (heridas). Las radiaciones Gama son las más perjudiciales, provocan serios daños a los órganos internos, por su penetración.

6.2.7.- MEDIDAS PREVENTIVAS

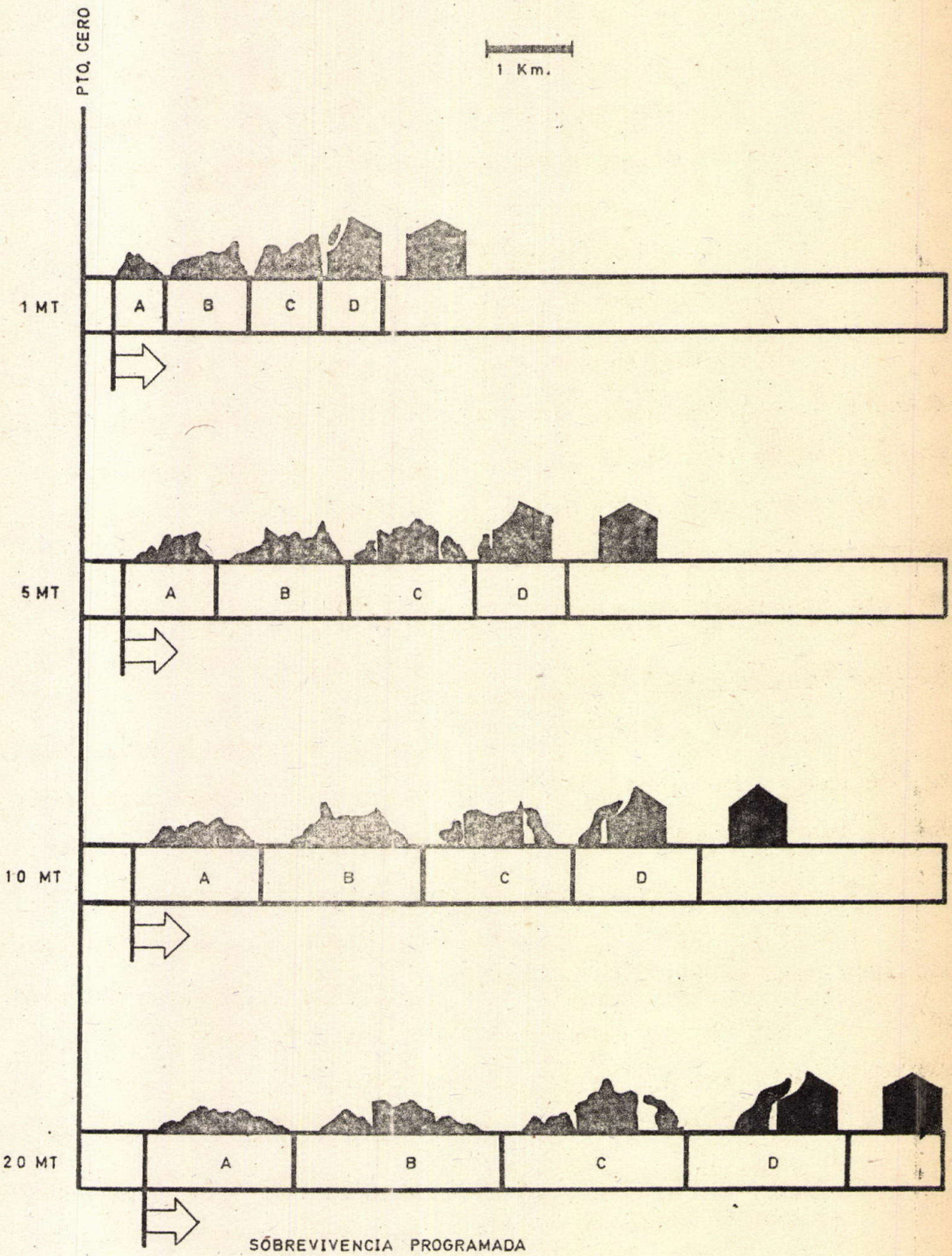
Las medidas preventivas se deben orientar, principalmente, en ubicar las zonas de alto riesgo potencial en lugares alejados de los asentamientos humanos y tomar las medidas de seguridad correspondientes.

Por otra parte, el transporte y almacenamiento de los explosivos debe hacerse de acuerdo a las disposiciones establecidas en la legislación vigente. Entre las disposiciones principales pueden citarse las siguientes: (40)

a) La carrocería del vehículo que contiene la carga debe ser de madera y no tener fierros o elementos que puèden producir chispas, debe ser hermética, estar equipados con dos extinguidores de incendio a base de tetracloruro

FIGURA Nº 16

EFECTOS DE LAS EXPLOSIONES (43)



ZONA	
A	COMPLETA DESTRUCCION
B	DAÑOS SEVEROS (COMPLETA RECONSTRUCCION)
C	DAÑOS GRAVES (REPARACIONES MAYORES)
D	DAÑOS LEVES (REP MENORES O NINGUNA)

o anhídrido carbónico, y llevar letreros visibles que digan "Explosivos".

b) La carga del vehículo debe limitarse a 900 Kg. y no deben transportar fulminantes junto con los explosivos ni tampoco con otra clase de carga o personas. El vehículo no debe detenerse en centros poblados o talleres.

c) Los polvorines se ubicarán en partes despobladas y a las distancias máximas establecidas de caminos, ferrocarriles, otros edificios u otros polvorines. Los lugares no deben ser húmedos y estar protegidos por cerros o arboledas o por parapetos hechos con ese objeto.

Los muros del edificio deben ser de ladrillos o de madera con un relleno interior de barro, arena, etc. y recubrimientos con planchas de fierro. Los techos deben ser impermeables, livianos, aisladores del calor y frío. La cubierta debe ser de fierro galvanizado.

Si el polvorín está hecho en un túnel o socavón, debe consultarse cañerías para la ventilación.

Toda la iluminación quedará fuera del edificio y sólo la luz se proyectará hacia el interior.

Las cajas vacías de los explosivos deben ser quemadas al exterior y no en estufas o chimeneas.

Los fulminantes de cualquier tipo no deben ser almacenados en el mismo recinto con otros explosivos.

Los stock más antiguos deben ser usados primero.

6.2.8.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Algunas de las medidas de emergencia que se deben realizar después de ocurrida una explosión son las que se señalan a continuación:

a) Tomar medidas preventivas que eviten la propagación del fuego, en el caso que la explosión provoque incendios como secuela.

b) Evacuar a la población que se encuentra en un radio de peligro, en el caso que se estime nuevas explosiones.

c) Revisar y asegurar que ha pasado el peligro, por intermedio de expertos, antes que la población regrese a sus hogares o entre en la zona de riesgo.

d) Rescatar y trasladar a los heridos a los centros hospitalarios.

6.3.- INCENDIOS URBANOS

6.3.1.- INTRODUCCION

La causa de la catástrofe más común provocada por negligencia, actos culpables o por una tecnología y métodos técnicos deficientes, es el fuego. Toda área desarrollada y edificada supone un riesgo de incendio. El nivel de este riesgo presenta grandes diferencias según el tipo de desarrollo existente y de las actividades que se llevan a cabo.

Un incendio no alcanza las proporciones de desastre si sólo afecta a un edificio; pero puede ser catastrófico si se propaga por una zona de un asentamiento humano. Puede ocurrir esto cuando los incendios siguen a otros fenómenos naturales (terremotos, ciclones, explosiones, etc).

Durante el terremoto catastrófico de Tokio (1923), la mayor parte de las víctimas perecieron a causa del fuego (unos 100.000 muertos), que se propagó a las casas de madera desde los hogares, que estaban encendidos a mediodía. También pueden provocar incendios devastadores los cortocircuitos generalizados de cables eléctricos y las averías en las instalaciones de suministro de gas ocasionada por terremotos. Por consiguiente, en las zonas propensas a sufrir terremotos deberá dedicarse especial atención a la protección contra incendios.

Además, si consideramos los efectos acumulativos de los incendios que estamos sufriendo día a día sin duda supera a cualquier catástrofe. Estadísticas americanas publicadas en 1967 dicen que, en USA, se produce un incendio cada dos segundos y cada 44 minutos una persona muere víctima del fuego. Las pérdidas ma

teriales son también enormes.

6.3.2.- TRIANGULO DEL FUEGO (20) .

Si queremos definir que es un incendio, podemos decir que es una oxidación rápida con generación de luz y calor que se ha propagado desde un punto de origen, y que para que esta reacción química se produzca se requiere la conjunción de tres elementos que están representados por cada lado de un triángulo, (Figura Nº 17), ellos son: Combustible, Oxígeno, Calor. De estos, sabemos que el oxígeno está siempre presente en la atmósfera, y del calor conocemos sus fuentes de generación y sus formas de transmisión:

Fuentes de Calor:

a) Reacciones químicas oxidantes (Reacción exotérmica)

b) Eléctricas

- Resistencia de conductores al flujo de la electricidad.
- Arco

c) Mecánicas

- Fricción
- Compresión

d) Nuclear

- Fisión
- Fusión

Transmisión de Calor:

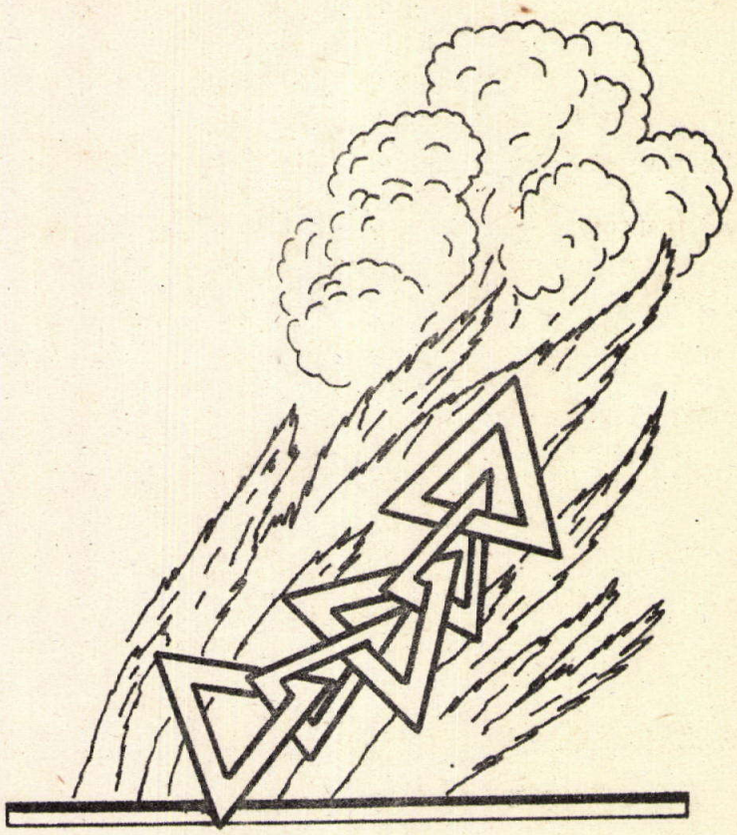
a) Conducción

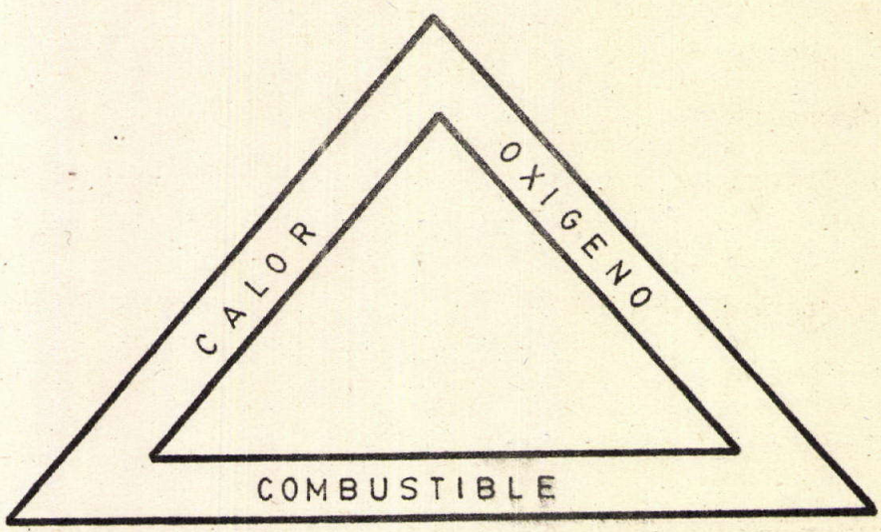
b) Radiación

c) Convección

FIGURA Nº 17

TRIANGULO DE FUEGO





Por lo tanto, el factor determinante será el tipo de combustible comprometido. Para que un combustible pueda arder debe estar gasificado y mezclado en proporción adecuada con oxígeno a una temperatura igual o superior a su temperatura de ignición, que es propia de cada combustible. (20)

6.3.3.- CLASIFICACION DE LOS INCENDIOS

Con el fin de saber cual debe ser el método y por consiguiente los elementos o agentes extintores que debe usarse, los diferentes tipos de incendios se agrupan en relación a los materiales en combustión: (20, 46)

Clase A: Corresponde a todos aquellos combustibles ordinarios cuyas temperaturas de gasificación y de ignición son relativamente altas y que se pueden extinguir por enfriamiento, que consiste en eliminar el factor calor. El elemento extintor más recomendable es el agua. Ejemplos: papel, madera, tejidos, forrajes, viruta, basuras, cartón, paja, etc.

Clase B: Constituyen aquellos combustibles inflamables cuyas temperaturas de gasificación y de ignición son muy bajas, y para su extinción se recurre a la eliminación del factor oxígeno. Los elementos utilizados para combatir estos incendios son: los aparatos de agua pulverizada, los de espuma, los de bromuro de metilo, los de tetracloruro de carbono o los de ácidos carbónico, los de polvos químicos secos y la arena fina. Ejemplo: bencina, petróleo, alcohol, pinturas, aceites, grasas, etc.

Clase C: Involucra a todo fuego que compromete a equipos energizados con corriente eléctrica, y por lo tanto, el requisito indispensable será que el elemento extintor no sea con-

que producen la concentración de los rayos solares en un punto determinado.

- Provoca incendios por recalentamiento de locales que contienen líquidos inflamables.

b) El Rayo

Por falta o defecto de las instalaciones de protección (Pararrayos).

c) Electricidad Estática

- Descargas provocadas por derrame de líquidos inflamables (benzoles, bencina, etc.).
- Roce o fricción de órganos mecánicos (correas y poleas).
- Choque de partículas de pinturas celulósicas, fricción de películas durante las operaciones de enrollar o desenrollar (cines).

d) La Corriente Eléctrica

- Arcos y chispas.
- Aislaciones defectuosas de los conductores..
- Instalación defectuosa de aparatos de utilización.
- Sobrecarga de corriente en las instalaciones (recalentamientos anormales);
- Trabajo mal hecho por personas incompetentes.

e) Los Líquidos Inflamables y las Materias Combustibles

- Almacenaje defectuoso (falta de aislación y ventilación).
- Manipulaciones imprudentes: en general proximidad de una fuente de calor o de luz.

f) Los Accidentes Mecánicos

- Ruptura o recalentamiento de órganos en movimiento.

- Cuerpos extraños en los mecanismos en movimiento.

g) Los Aparatos de Calefacción y Alumbrado

- Vicios de instalación: aislamiento defectuoso de envigados y maderamen, de pisos y cielos, de materias combustibles almacenadas, chispas de hogar o terminal de chimeneas, de aparatos eléctricos, ventilación insuficiente.
- Utilización imprudente, próximo a una fuente de calor o luz.
- Mal estado de conservación: chimeneas sucias, impermeabilidad insuficiente.

h) Gases Inflamables

- Almacenamiento defectuoso (gasómetro, generadores, botellas mal aisladas o mal ventiladas).
- Cañerías mal aisladas o en mal estado o en contacto de instalaciones eléctricas.
- Aparatos de utilización defectuosos.

i) Recalentamientos Espóntáneos

- Materias grasas, residuos de productos orgánicos, carbones, almacenados o depositados en masas o sin la debida precaución.
- Reacción accidental de productos químicos que entran en contacto entre sí.

j) Imprudencias

En general manipulaciones o instalaciones de aparatos de alumbrado o de calefacción, próximos a materiales combustibles.

k) Explosiones

En ellas se encuentran también a menudo causas de incendios, y por lo general, se identifican con las anteriores.

l) Intencionales

Numerosos son los motivos que impulsan a un individuo a transformarse en un incendiario: un espíritu de codicia, trastornos financieros, espíritu de venganza, celos, piromanía, etc.

6.3.5.- CAUSAS DE PROPAGACION

Las principales son: (46)

a) Aislamiento Insuficiente

La adopción de medidas de aislamiento es la base fundamental contra la propagación; las principales son:

- Muros y tabiques cortafuegos.
- Pisos y cielos incombustibles.
- Puertas cortafuegos.
- Vidriados a prueba de fuego (salvo aquellos previstos para dar salida a gases de explosión, llamas y humos en una dirección no peligrosa).
- Rejillas de malla fina, postigos exteriores, etc.

b) Ventilación Defectuosa

- Insuficiencia de evacuación de gases inflamables o de los productos de la combustión (por ventiladores, tragaluces, goteras, marcos móviles, etc.
- Elevación exagerada de la temperatura.
- Ventiladores u orificios de comunicación con los ries

gos vecinos.

c) Detección o Vigilancia Insuficiente

Se entiende por "Detección" todo lo relacionado con sistemas y aparatos que señalan automáticamente la presencia de un incendio.

d) Elementos de Primer Socorro

Inexistentes, insuficientes o en mal estado.

e) Personal mal Instruido

Mal adiestrado o en número reducido.

6.3.6.- ZONAS DE RIESGO POTENCIAL (48)

a) Zonas Edificadas de Alto Riesgo

- Residenciales: Las zonas edificadas antiguas y de fuerte densidad, con estructuras de maderas y techo de materias orgánicas y con instalaciones defectuosas de electricidad.

  Las barriadas, asentamientos de ocupantes sin título con las características técnicas arriba descritas.

  Las zonas sin red de abastecimiento de agua.

  Las zonas de desarrollo mixto; viviendas de mala calidad, talleres de artesanía, almacenamientos.

- Industriales: Zonas industrializadas antiguas que tienen instalaciones de alta densidad, con material, instalaciones y tecnología anticuados.

  Algunas industrias específicas, entre ellas: instalaciones para la transformación del petróleo, ciertas fábricas de productos químicos y farmacéuticos, instalaciones para la elaboración de la madera, fábrica de

explosivos y de juegos artificiales y destilerías. Naves de almacenamiento, depósitos de combustibles de gas, acumulación de madera, aserrín y carbón, estaciones de servicio para automóviles y depósitos de residuos orgánicos.

- Finalidad determinada: Lugares de reunión de masas, escuelas, teatros y cines, salas de recreo, grandes almacenes, mercados, hoteles.

b) Riesgo Medio

Las partes más antiguas en el centro de las ciudades, zonas residenciales de alto nivel técnico, la mayoría de las industrias.

c) Bajo Riesgo

Las zonas residenciales modernas para grupos de población de ingresos medios o altos, con baja densidad y tecnología adecuada de construcción.

NOTA: El riesgo de un incendio aumenta cuando existe un peligro potencial de terremoto y de tormenta. En zonas sísmicas activas, es imperativo que se posea una evaluación completa de las áreas con riesgo de incendios y que se combinen las medidas de protección.

6.3.7.- RIESGO DE INCENDIO

Para saber el riesgo de incendio que posee un combustible, es importante conocer por lo menos, los siguientes antecedentes del mismo: (20)

- Temperatura de gasificación
- Temperatura de ignición
- Rango de inflamabilidad
- Peso específico
- Densidad de sus vapores
- Si es o no soluble en agua

Dado que el proceso de combustión está regido por principios invariantes, es posible anticipar con exactitud el desarrollo y magnitud de un riesgo de incendio, previo análisis de los combustibles involucrados y las características estructurales de las construcciones que lo contienen; y es en la medida que las fuerzas especializadas de extinción de incendio conozcan con exactitud estos antecedentes es que tendrán mayor o menor posibilidad de controlar eficazmente una emergencia impidiendo el desastre.

Un sistema recomendado para identificar materiales peligrosos está basado en el adoptado por la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA), de Estados Unidos de Norteamérica en el año 1966. El diagrama identifica los riesgos de: "salud","inflamabilidad" y "reactividad" (inestabilidad y tendencia reactiva al agua) de un material químico e indica el grado de severidad de cada riesgo mediante el uso de un número, desde 4 que indica el riesgo máximo, hasta 0 que no representa riesgo especial. (54)

6.3.8.- CLASIFICACION DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS EDIFICIOS

La capacidad de pirorresistencia de un edificio podría

clasificarse con arreglos a las capacidades de resistencia de sus elementos estructurales en la forma en que se indica en el siguiente cuadro: (49)

CUADRO Nº 14

"CLASIFICACION DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS EDIFICIOS"

CATEGORIA DE PIRORRESISTENCIA DE LOS EDIFICIOS	CAPACIDAD DE PIRORRESISTENCIA, EN MINUTOS		
	MUROS DE CARGA Y DE LA CAJA DE ESCALERA	MATERIALES DEL RELLENO DEL ARMAZON	PILARES
I	240 - i	60 - i	180 - i
II	150 - i	15 - i	150 - i
III	120 - i	15 - i	120 - i
IV	30 nfc	15 nfc	30 nfc
V	- c	- c	- c

CATEGORIA DE PIRORRESISTENCIA DE LOS EDIFICIOS	CAPACIDAD DE PIRORRESISTENCIA, EN MINUTOS			
	PAVIMENTOS (BALDOSAS)	TABIQUES DIVISORIOS	CUBIERTAS	CORTAFUEGOS
I	90 - i	60 - i	90 - i	300 - i
II	60 - i	15 - i	15 - i	300 - i
III	45 nfc	15 nfc	- c	300 - i
IV	15 nfc	15 nfc	- c	300 - i
V	- c	- c	- c	300 - i

NOTA: i= Incombustible c= Combustible

nfc= No fácilmente combustibles

6.3.9.- MEDIDAS PREVENTIVAS

6.3.9.1.-GENERALES

El riesgo de incendio puede prevenirse o reducirse substancialmente tomando las siguientes medidas: (50)

a) Reglamentar los bienes y equipos que pueden causar incendios.

b) Reglamentar los materiales de construcción para hacerlos más resistentes al fuego.

c) Diseñar vías de escape en los edificios.

d) Disponer de equipos contra incendios en los edificios.

e) Capacitar a los ocupantes de los edificios para enfrentar una emergencia.

f) Controlar el aprovechamiento de la tierra considerando riesgos de incendio.

g) Reglamentar las distancias entre edificios y los sistemas de circulación.

h) Mantener un buen servicio de lucha contra incendios.

6.3.9.2.-Medidas de Construccion para Minimizar el Riesgo de Incendio (49)

a) Medidas Estructurales

- Utilizar materiales incombustibles en la construcción o en su defecto, proteger los materiales combustibles utilizados, mediante impregnación y el empleo de retardantes de la combustión.
- Proyectar una densidad de equipo de extinción de incendios de acuerdo al riesgo que éste posee.
- Utilizar hormigón compacto de buena calidad, con una

baja relación agua cemento, (el hormigón con una alta relación agua cemento es menos resistente al fuego).

- Colocar una capa de suficiente espesor de hormigón entre la superficie exterior y las barras de acero en las estructuras de hormigón armado, ya que la rapidez con que pierde la capacidad de resistencia el acero es mucho mayor que la del hormigón. Aumentando el grosor de la capa protectora de hormigón de 1.25 a 2.50 cms, el tiempo que demora las barras de acero en alcanzar una temperatura de 430 a 470ºC aumenta de 30 a 60 minutos.
- La capacidad de resistencia al fuego de cada edificio deberá analizarse con el empleo del diagrama local normalizado de incendio y además deberá ensayarse en el laboratorio la capacidad de resistencia de los elementos estructurales exponiéndolos varias veces un fuego normalizado; durante dichos períodos de ensayo:
  1) El elemento estructural no debe derrumbarse.
  2) El fuego no debe atravesar de un lado a otro del elemento.
  3) La temperatura del lado del elemento que no quede expuesto al fuego no deberá exceder de 140ºC (como promedio) o 180ºC (como máximo) por los escombros de los edificios desplomados.

b) Medidas Arquitectónicas relacionadas con el salvamento de los ocupantes

- Para una rápida evacuación de los que habitan en el

edificio y otros usuarios, deberá haber por lo menos dos salidas. El número de salidas depende del número de personas y de la finalidad del edificio.

- El edificio deberá estar provisto de un vestíbulo con 2 pares de puertas separadas para aislar la escalera de las puertas de salida. Esto deberá impedir que la caja de escalera actúe como chimenea durante un incendio. La capacidad de resistencia al fuego de la escala interior deberá ser al menos de 2 horas.
- Los edificios altos deberán tener además escaleras de urgencia para casos de incendio.
- El edificio deberá tener accesos para el equipo de extinción de incendios por lo menos por 2 lados.
- Alrededor del edificio deberá haber espacio suficiente para izar una escalera de bomberos. Cuanto más alto sea el edificio se necesitará mayor espacio.
- La anchura (espesor) del edificio deberá facilitar la utilización plena del equipo de extinción de incendio por chorro de agua a presión. Si el edificio es accesible sólo por un costado, su espesor no excederá de 20 a 25 metros, de conformidad con el alcance del chorro de agua a presión. Si el edificio es accesible desde ambos lados el espesor total no deberá exceder de 40 a 50 metros.
- A los efectos de protección contra incendios una planta rectangular del edificio es más conveniente que una planta cuadrada (con la misma superficie en uno y otro caso) debido a su mejor accesibilidad. Los edificios

con una planta cuadrada de grandes dimensiones deberá ir provistos de un patio interior.

- En las zonas sísmicas, las calles deberán tener anchura suficiente para que sea posible el acceso del equipo de extinción de incendio; incluso en el caso de que parte de la calle quede obstruída por los escombros de los edificios desplomados.

c) Medidas reladionadas con la extinción de Incendios

- Los edificios importatantes ocupados por un gran número de personas deberán estar provistos por un sistema de alarma. Deberá comprobarse con regularidad el funcionamiento de dicho sistema.
- Un sistema adecuado de bocas de incendio dentro de los edificios y en las calles deberá poder suministrar aguas suficientes para apagar incendios en cualquier momento.
- La estación de bomberos deberá estar equipada con escaleras telescópicas cuya altura corresponde a la altura de los edificios de la población (con la excepción de los edificios muy altos).
- En las zonas sísmicas, el equipo contra incendios (automóviles y máquinas de bomberos etc.), deberán conservarse en garaje y naves de almacenamiento sismoresistentes o al aire libre, con el fin de que estén dispuestos para ser utilizados inmediatamente después de producirse un terremoto.

d) Medidas de prevención de la propagación del fuego

- Los edificios de forma alargada deberán estar provistos

de muros piroresistentes, sin vanos (o con vanos cerrados con puertas incombustibles), con un espaciamiento no superior a 40 metros.

- Cuando los edificios no tengan muros pirorresistentes, el espaciamiento entre los edificios deberá corresponder, en lo posible, a la altura del edificio.
- Los depósitos de combustibles y otro material fácilmente inflamables deberán situarse de manera que queden detrás de los edificios y asentamientos humanos, tomando como punto de referencia la dirección en que soplan los vientos predominantes.

e) Medidas de prevención especiales

- Los edificios en que se congregan un gran número de personas (por ejemplo teatro, cines, escuelas), los edificios en los que está restringido el movimiento de personas (como los hospitales y prisiones) y los edificios indispensables para la vida económica y social de la comunidad, exigen precauciones especiales y han de ser objetos de disposiciones por separados en el reglamento sobre incendios.
- En los bloques de departamentos o en otros edificios donde se puedan encontrar presente muchas personas en un momento determinado, no deberán permitirse actividades que puedan ocasionar explosiones o voladuras.

6.3.9.3.- Materiales de Construcción contra el Fuego

No es posible hacer una lista de todos los materiales de construcción suceptibles a arder, propagar la llama

o mantener la combustión, pero en primera aproximación, pueden considerarse los siguientes:

- Madera
- Celulósicas, incluso papel
- Fibras naturales o artificiales
- Productos Asfálticos
- Pinturas
- Plásticos
- Varios

Todos ellos pueden en determinadas condiciones, comportarse como eficases combustibles, salvo en el caso de que se traten previamente o se protejan adecuadamente.

Incluso materiales tradicionalmente considerados como incombustibles, tales como el hormigón, yeso, ladrillos, etc, no son absolutamente seguros contra el fuego. Si consideramos que en un incendio es fácil que se alcancen los 600ºC a los 10 minutos de comenzados, y hasta los 1.200ºC a los 20 minutos, se comprende que incluso el hormigón no es absolutamente seguro. A 1.000ºC la grava se disgrega y el cemento se deshidrata si se mantiene la temperatura de 1.000º - 1.200ºC durante unas tres horas, los efectos del fuego sobre el hormigón son, con toda seguridad, nefastos.

Aun cuando el acero se funde a 1.300º - 1.400ºC, mucho antes pierde su resistencia. Así a 500ºC su resistencia ya se reduce a la mitad. Si no existe protección anti-fuego, un edificio de estructura metálica puede hundirse totalmente en 10 minutos, en caso de incendio (véase por ejemplo la Norma DIN 40 102). El recubrimiento de los elementos de acero con productos ignífugos

puede no ser tan eficaz como se piensa. Así, por ejemplo, el yeso, cuyo comportamiento frente al calor es bien conocido, puede fallar en su protección frente al acero si posee cierto grado de humedad. Algunas autoridades locales no admiten el yeso como protección para el acero. (26)

En cualquier caso hay que hacer una importante distinción entre los materiales cuando se juzga su comportamiento frente al fuego. Los últimamente citados: hormigón, yeso, ladrillos, acero, piedra, etc., pueden considerarse como agentes pasivos frente al incendio. Nunca inician o propagan el fuego. No puede decirse lo mismo de los mencionados anteriormente: madera, papel, pinturas, etc., que deben considerarse como activos pues todos ellos en determinadas circunstancias, pueden comportarse como eficaces combustibles, tal como hemos dicho anteriormente.

A continuación se detallan, brevemente, algunos métodos de tratamiento ignífugo:

a) Madera

Los métodos de tratamiento se basan casi siempre en la impregnación en vacíos y/o a presión y, el principal inconveniente de ellos es el alterar las propiedades prácticas de la madera: higroscopicidad, pintabilidad, deformación, etc. (26)

La extensa utilización de pavimentos de madera en los edificios modernos coloca en primer plano el tema de su incombustibilidad.

Durante años se ha llevado a cabo una profunda investigación en lo que se refiere a tratamientos ignífugos de la madera. Dentro de estos tratamientos tenemos:

- Impregnación con sales orgánicas e

- Impregnación con compuestos de fósforo.

b) Paneles Incombustibles

La construcción moderna hace amplio uso de grandes paneles para cubrir superficies con rapidez y bajo costo. Se usan en falsos techos, como tabiques, como elementos decorativos, como protección de elementos estructurales metálicos, etc.

Para que estos paneles sean verdaderamente prácticos deben ser ligeros lo cual quiere decir que, en la mayoría de los casos, estarán constituidos por materiales fibrosos, viruta prensada, pulpa de celulosa, lana mineral prensada, yeso aligerado y otros.

Los paneles de fibra celulósica, pueden hacerse resistentes al fuego por simple inmersión en caliente, a 70ºC, de las piezas en una solución de sulfato amónico y tetraborato sódico.

Los paneles de yeso, pueden mejorar su comportamiento con adiciones de vermiculita no expandida, fosforita, fibras minerales y otros.

Los recubrimientos de estructuras metálicas, a base de yeso o cemento (mortero) se comportan bien hasta una cierta temperatura. Cuando ésta se hace más alta, ambos materiales pierden agua y luego se hacen quebradizos y se despegan del acero, dejando a éste expuesto a los efectos del calor. La presencia de un 10% de fosforita en el yeso, al disminuir la conductividad térmica de éste, hace que las estructuras de acero así protegidas puedan resistir temperaturas de hasta 2.000ºC (temperatura crítica normal 540ºC) durante períodos de tiempo superiores a los exigidos

por las especificaciones más severas.

c) Losetas y Paneles para Techos

La tendencia a cubrir los techos con placas o losetas absorbentes del sonido, se va haciendo práctica constructiva normal, especialmente en oficinas, y locales públicos. Dependiendo de su composición será el tratamiento a usar: Por ejemplo, las losetas de fibras minerales se recubren con una capa resistente al calor que evita deformaciones de las placas cuando están expuestas al fuego. Una forma de conseguir esto es provocar sobre una loseta de lana mineral prensada, por ejemplo, la introducción hasta una cierta profundidad de la masa de una sustancia líquida que mineralice aún más el esqueleto mineral de la lana. (26)

d) Productos Asfálticos

La necesidad de impermeabilizar eficazmente cubiertas, terrazas y muros impone el empleo masivo de productos asfálticos, bajo la forma de fieltros impregnados, telas, cartones, etc; materiales todos ellos altamente combustibles.

Una primera solución al problema del fuego es "cargar" estos asfaltos con materiales más o menos refractarios que, si bien no impiden la combustión del asfalto o alquitrán, provocan la formación de una costra dura, homogénea y protectora, que puede evitar el colapso de una cubierta.

e) Ignifugación de Textiles

Más de 5.000 personas mueren quemadas al año por la combustión de sus ropas, (E. E. U. U.). En lo que se refiere concretamente a la construcción, la decoración de interiores con el

empleo cada vez más amplio de moquetas, recubrimiento de tabiques, cortinajes, etc., hace que todos estos materiales constituyan fuentes de peligro de incendio, y propagación del mismo, mucho más peligrosas y potentes que los materiales de construcción propiamente dichos.

Tendría muy poco sentido utilizar maderas ignifugadas y emplear luego con ellas materiales textiles altamente inflamables.

La ignifugación de textiles se remonta al año 1930 y, durante la II Guerra Mundial se fabricaron grandes cantidades de telas incombustibles, principalmente para fines militares. La ignifugación se hacía, generalmente, por impregnación con compuestos de antimonio y titanio, parafina clorada y otros. (26)

f) Plásticos Ignífugos

En los momentos actuales solamente un 10%, aproximadamente, de los plásticos que se fabrican en el mundo son no inflamables. Pero algunas industrias, como la de la construcción y la de los transportes (incluidos vehículos, barcos y aviones), están presionando para que todos los materiales plásticos empleados sean incombustibles.

Dada la evolución que se observa en las especificaciones de los departamentos estatales, compañías de seguros y opinión pública en general, no resulta descabellado pensar que, muy pronto un gran porcentaje de los plásticos que se ofrezcan al mercado sean ignífugos, incombustibles o, al menos, retardadores de la llama.

Esto incluye, por supuesto, las espumas que tanto se em

plean en decoración y mobiliario, alfombras y moquetas plásticas, recubrimientos, aislantes eléctricos, conmutadores y enchufes, placas de circuito y aislamientos o fundas para cables eléctricos.

La ignifugación de los plásticos puede lograrse de dos modos principales: Por una parte, agregando aditivos a las masas de moldeo, que impartan resistencia a la llama al producto acabado y, por otra, modificando el propio esqueleto molecular del plástico, empleando en su fabricación ciertos reactivos intermedios.

Los plásticos que mejor se prestan para ser ignifugados son: Polietileno y polipropileno, poliestireno, poliuretanos, poliésteres, acrílicos, celulósicos, epoxi y fenol-formol. En el caso de las espumas, los materiales más utilizados son los de poliéster, polietileno y poliuretano.

6.3.9.4.- INMUEBLES DE GRAN ALTURA

Por motivos de rentabilidad se construye hoy edificios más altos y mayores que nunca. En consecuencia si se produce un incendio, éste es de mayor importancia. Así mismo, por necesidades de acondicionamientos y decoración se adoptan instalaciones que favorecen la propagación del fuego, como son las conducciones de aireación y los falsos techos, al mismo tiempo que se utilizan nuevos materiales de construcción poco inflamables pero que poseen un poder calórico y fumígeno con el consiguiente desprendimiento de gases tóxicos y corrosivos. Como ocurrió en el trágico incendio del baile "cinco-siete", en Saint-Laurent-du Pont en Francia. (47)

El medio ambiente urbano, y concretamente los embotellamientos y estacionamientos abusivos de automóviles, perturban la intervención de los bomberos y hacen perder estos primeros minutos que son los más preciosos cuando se trata de extinguir un incendio.

Es importante reafirmar y agregar los siguientes puntos que se deberían tomar en cuenta en el proyecto de un edificio en altura: (47)

a) La tarea primordial en casos de incendios es la de facilitar la evacuación de sus ocupantes.

b) El fuego debe circunscribirse en el comportamiento que se ha iniciado.

c) Eliminar todas las causas de incendios normales.

d) Poseer medios seguros de alerta.

e) Prever el trayecto más corto para los vehículos de bomberos.

f) Disponer de vías de acceso reservadas y áreas de estacionamiento con techos de 3,5 metros de alto, radio de giro de 14,5 metros, pendiente no superior al 10% y suelo con resistencia de 13 Tm. Los puntos de acceso deben estar a menos de 30 metros de las vías.

g) Al diseñar edificios de una altura inferior a 50 metros, hay que prever en cada escalera de seguridad unas columnas huecas o conductos disponibles para llevar hasta todos los pisos el agua a presión que suministran las bocas de incendio que hay en la planta baja, en cada planta, hay una conexión para las mangueras que utilizan los bomberos.

h) En los inmuebles de una altura superior a 50 metros hay también dos columnas pero que están permanentemente alimentados a una presión comprendida entre 4,5 y 8,5 Kg/cm^2 por depósitos situados en lo alto del edificio o en cada grupo de pisos en el caso de torres muy altas, para evitar la sobrepresión del agua. Estos depósitos deben tener una capacidad de unos 120 m^3 de agua con alimentación al ritmo de 60 m^3/hora. Dicha capacidad garantiza una autonomía de dos horas, tiempo suficiente en el peor de los casos para evacuar totalmente por las escaleras a todos los ocupantes de un edificio incendiado, teniendo en cuenta que la intervención de los bomberos debe comenzar 10 minutos como máximo después de la primera llamada.

i) El tiempo de evacuación es mayor en hospitales, asilos, etc., lo que influirá en el volumen del estanque o en todo caso en las medidas de seguridad adoptadas.

j) Los materiales de construcción utilizados en los inmuebles, deben estar sometidos a una reglamentación estricta que estipule determinados métodos de prueba y de clasificación de los mismos.

k) Los corredores no deben tener revestimientos murales ni techado combustible.

l) Los yesos especiales (Progypsol, o PF Incendio) ofrecen una excelente protección contra el fuego, ya que aumentan considerablemente la resistencia al fuego de

estructuras metálicas, paredes y losas de hormigón.

m) El polietileno aumenta el riesgo de incendio. Este material aislante y ligero muy fácil de manipular incluso por aficionados, debe ser rechazado incondicionalmente y en forma definitiva.

n) La extinción automática no es aún perfecta, pero permite detener el incendio y ganar tiempo.

6.3.9.5.- Protección de estructuras metálicas (47)

Una solución es lograr una estructura fría en vez de proteger la osamenta metálica del edificio en cuestión. Este sistema funciona de modo análogo a una instalación de calefacción central, aunque con el fin totalmente contrario es decir, el mantener fría la estructura en caso de incendio y que el fuego no reduzca la resistencia estructural de las vigas metálicas.

En caso de incendio, se establece una circulación de agua por termosifón; la corriente de agua fría evacua las calorías producidas por el fuego de las vigas. Si la refrigeración así lograda resulta insuficiente es posible provocar una circulación de agua más intensa: un termoestato abre la válvula de alimentación de agua de la red urbana y la puerta de desagüe. La misma instalación puede estar prevista para alimentar las mangueras de los bomberos simultáneamente, para lo cual existen bocas de salidas en cada planta del edificio. (47)

6.3.9.6.- Procedimientos automaticos de detección

Pueden utilizarse cuatro fuentes de "información" para detectar un incendio: Los gases de combustión, el humo, el calor y la irradiación de las llamas. La naturaleza de la infor

mación suministrada por estas fuentes diversas hace que los correspondientes dispositivos sean más o menos aptos para detectar un fuego determinado. Por ejemplo, el humo o los gases no permiten una detección rápida. Aunque "por el humo se sabe donde está el fuego", puede haber fuego sin humo. No obstante, éstos siguen siendo los mejores indicadores para descubir un incendio. Corresponde al arquitecto y al propietario del edificio el seleccionar el dispositivo más adecuado al riesgo posible, según el tipo de construcción, su finalidad y el tipo de material que en él quede almacenado. (47)

a) Detectores de gases: Como la combustión ocasiona la formación de moléculas pesadas, es posible descubrir la presencia de éstas mediante una cámara ionizada; la alteración de la corriete de ionización provocada por la presencia de dichas moléculas hace funcionar el sistema de alarma.

Estos detectores son muy sensibles y señalan perfectamente los incendios que incuban sin producir otros indicios.

b) Detectores de humo: Se trata de dispositivos ópticos basados en la diafanidad del aire; consta de una fuente luminosa y de una célula fotoeléctrica. La presencia de humo en el haz luminoso perturba su recepción en la célula, la cual detecta la anomalía y da la alarma. Estos detectores son muy eficaces en el caso de incendio producido por los materiales plásticos, cuya combustión provoca gran difusión de humo.

c) Detectores de calor: Estos aparatos miden continuamente la temperatura del recinto y cuando ésta rebosa un valor determinado, considerado como anormal, accionan la alarma. Entre

ellos figurán los sistemas piroscópicos más modernos, y su funcionamiento está basado en diversos fenómenos físicos, como por ejemplo: .

- Fusión de aleación determinada, cuya composición se ha calculado en función de la temperatura crítica de accionamiento que se desea para provocar la alarma;
- Contacto mediante dos láminas, de acción brusca; este detector termostático sirve para detectar pequeños cambios de temperatura, y está destinado principalmente a locales con temperatura constante.
- Un par termoeléctrico, basado en la generación de una corriente eléctrica (que acciona el dispositivo de alarma) al calentarse una soldadura entre dos metales diferentes. Este dispositivo puede estar montado en líneas o puntos aislados y detecta todos los incendios, incluso en su fase de incubación.
- Dilatación del aire de un recinto, provocado por el calor; la deformación de la membrana sensible de una cápsula barométrica acciona el sistema de alarma.
- Dilatación de metales, en largas barritas o en espiral; la deformación provocada por el calor hace establecer un contacto que desencadena la alarma. Las barritas pueden ser del mismo metal, si una de ellas es calorífuga, o de metales cuyo coeficiente de dilatación sea distinto.
- Modificación de la resistencia eléctrica de una barra metálica en función de la temperatura ambiente.

d) Detectores de irradiación fototérmica: Estos dispositivos utilizan una célula fotoeléctrica especial, que reacciona sólo ante el espectro de frecuencias propias de las llamas. Con el objeto de evitar falsas alarmas, se manifiesta su reacción sólo al cabo de ciertos plazos. Este tipo de detector está reservado a locales abiertos, en los que los demás tipos de detectores resultan ineficaces.

Instalaciones automáticas de detectores de incendios

Toda instalación completa para detección automática de fuego debe comprender:

a) Cadenas de detección formada por detectores montados en serie en circuitos cerrados y conectados individualmente a la central de alarma.

b) Una central de alarma que contenga todo el equipo de recepción y transmisión de mensajes, con alarmas sonoras o visuales, así como un panel indicador en el que aparezca claramente señalado el punto del circuito en el que se ha detectado el incendio.

c) Doble alimentación eléctrica del circuito de seguridad (red urbana y baterías propias cuyas fallas sean señaladas por un tercer circuito, alimentado por pilas.

d) Cableados eléctricos especiales y bien aislados para garantizar los enlaces.

6.3.9.7.- Tipos de salidas

En los edificios en altura, la caja de escalas y ascensores debe estar aislado del desarrollo de los pasillos de

cada piso por una puerta vaivén con una resistencia al fuego de por lo menos dos horas.

El objeto de esta disposición es que si se produce un incendio en los pisos inferiores se pueda disponer del tiempo necesario para la detección del mismo, y para que la alarma y evacuación de los inquilinos que habitan los pisos superiores pueda efectuarse sin que los ascensores y escalas queden bloqueadas por la convección de humo y gases calientes que siempre buscan estos conductos para desplazarse hacia los niveles superiores.

En la figura Nº 18, se muestra un tipo de salida llamada "Torre a Prueba de Humo". La ventilación puede lograrse utilizando el muro externo del edificio o ventilación por un ducto o shaft. En ambos casos se usan un vestíbulo con ventilación.

Otro método difundido, se muestra también en la Figura Nº 18, en la cual existen ciertas características adicionales para mantener el humo fuera de las escalas.

6.3.9.8.- Sprinklers (Rociadores)

Es un sistema de protección de riesgo automático que se basa en el siguiente principio: La descarga automática de agua se produce sólo donde es necesario; sobre el fuego. Este es quizás el más práctico y efectivo método de control de fuego.

La metodología de diseño de este sistema se puede consultar en la Ref. 55 Fire Protection by Sprinklers" y en el capítulo correspondiente de la Ref. 54 "Inspection de N. F. P. A. "

6.3.10.- SALVAMENTO DE VIDAS

La inspección de una propiedad debería incluir una

evaluación de las condiciones que podrían tener un efecto sobre la salvación de vidas. El reporte de esta inspección debería proveer información y una evaluación de algunos rasgos como los siguientes: (54)

a) El número de personas en cada espacio o pieza que podrían ser afectadas en un incendio.

b) El tipo de personas en cada pieza o espacio; las que puedan valerse por sí solas, salir fuera, las que son muy jóvenes, muy viejos o enfermos y quienes puedan necesitar asistencia si se tienen que mover; personas que están despiertas o durmiendo; y las que están encarceladas.

c) El grado de riesgo por cada espacio donde hay gente, el peligro relativo del principio y propagación del fuego, el peligro de humo y gases generados por el fuego y el peligro de explosiones.

d) Una detallada descripción de cada medio para proveer de salida, la distancia del viaje implicado en el acceso , la distancia de viaje en la salida, distancia del viaje hasta una localidad alejada del área de riesgo.

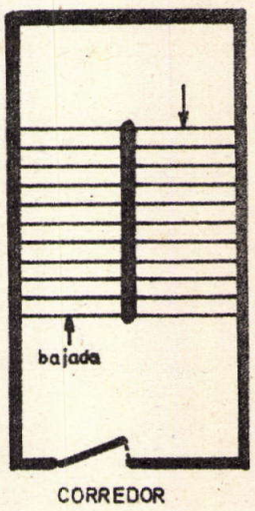
e) Suficientes detalles de la construcción del edificio para establecer la resistencia probable al fuego del piso, murallas y puertas de incendios.

f) La velocidad de propagación de las llamas en las murallas y cielos, particularmente en zonas de salida que permitirán la evacuación.

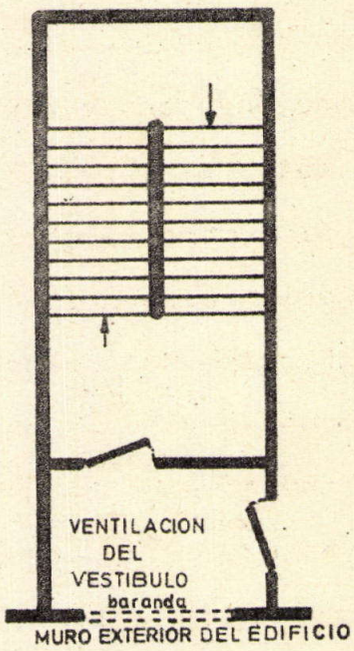
g) La protección de los sprinklers automáticos y servicios supervisores para tales sistemas (colocación de obje-

FIGURA Nº 18

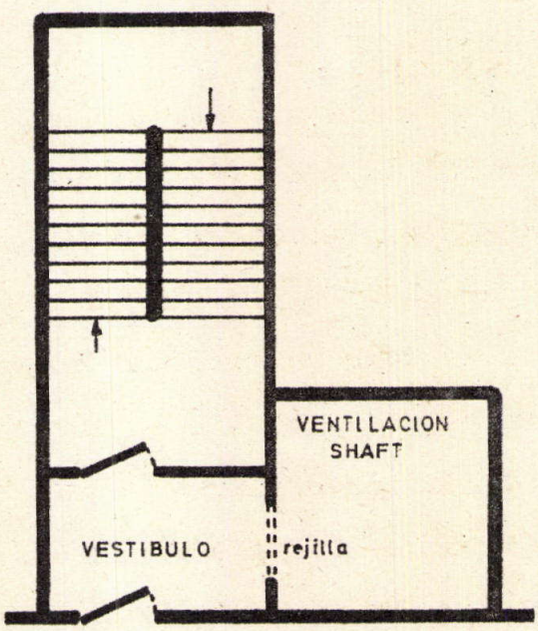
TIPO DE SALIDAS (54)



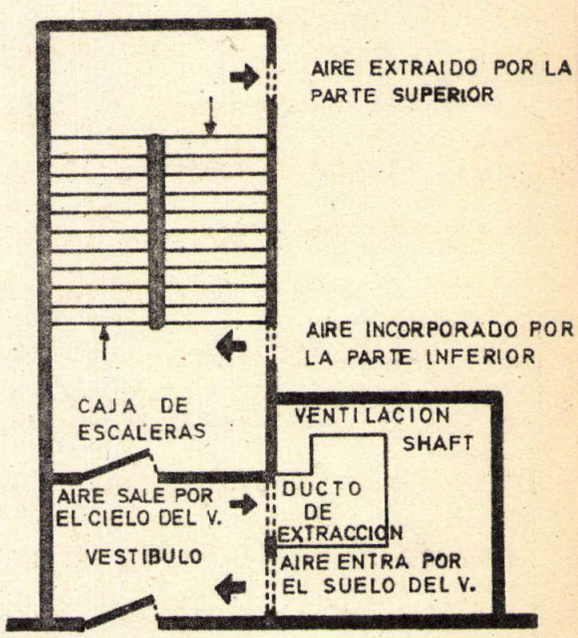
A



B



C



D

tos manuales para combatir el fuego están sujetos a cambios que generalmente no tienen mayor importancia).

h) Conservación de las salidas; reportar puertas cerradas con llaves u otros seguros, trancadas, obstruidas. Salidas obstruidas por el almacenaje, maquinarias, muebles u otros objetos, escalas o vías de salida obstruidas por almacenaje. Salida principal del edificio obstruida por latas de basuras o autos estacionados.

i) La visibilidad de las salidas; reportar los lugares en que el camino de salida está oscuro y donde faltan luces de emergencia.

j) Entrenamiento de los ocupantes para evacuar el recinto y combatir el fuego.

6.3.11.- INCENDIOS URBANOS DE CHILE

a) Introducción

Chile se encuentra en fase de expansión industrial y habitacional, pero, lamentablemente, sobre bases no seguras en cuanto a su protección contra incendios.

Como ejemplo basta revisar las medidas de seguridad contra incendios utilizadas en el diseño de las Torres de San Borja, Torres de Tajamar o cualquier otro edificio en altura, para imaginarse lo que sucedería si se produce un incendio de proporciones en algún departamento de los pisos inferiores; el Cuerpo de Bomberos con sus escalas mecánicas con un alcance máximo de 38 metros, vería impotente, consumarse una verdadera tragedia. Las soluciones recomendadas frente a este problema están muy bien explicadas en "Problemas de Incendios", referencia Nº 20.

Es importante reafirmar, que una de las medidas de importancia es la construcción de mapas de riesgos en todas las localidades y llevar una estadística centralizada para obtener índices que midan con eficacia la gravedad del problema.

b) Estadísticas

Según la encuesta realizada por la Junta Coordinadora Nacional de Bomberos en 1975, a nivel nacional, se tienen los siguientes datos que cabe señalar:

Nº de Compañías	727	
Nº de Cuerpos	226	
Nº total de voluntarios	25.638	
Nº total de personal rentado	483	
Nº de carros con estanque	631	
Nº de carros con escala	92	
Nº de alarmas en 1975:		
En sectores urbanos	15.270	
En sectores rurales	3.719	
Total	18.989	
Nº de alarmas:		
De incendios forestales	2.704	15%
De poblaciones marginales	2.543	14%
De edificios en altura	327	2%

c) Comentarios Finales

El peligro de incendio puede surgir en cualquier momento y con efectos destructores para vidas y bienes. Si pensamos que, el simple hecho de caer una cerilla encendida sobre un tabure

te de plástico (caso de Saint-Laurent) puede ocasionar la muerte de casi 150 personas en unos pocos minutos, la lección ha de resultarnos aterradora.

Cuando un enorme rascacielos puede verse convertido en unos minutos en un montón de fierros y cenizas por culpa de un simple cortocircuito o una explosión de gas, ya no deben parecernos superfluos y baladíes cuantas precauciones anti-fuego pueda ofrecernos la técnica.

La práctica ha demostrado que cuando el incendio es voraz, la posible existencia de puertas y escaleras de escape adecuadas pueden paliar la catástrofe, pero no evitarla.

Ya no podemos evitar que un moderno edificio esté plagado de maderas, plásticos, cortinajes, pinturas, etc., potencialmente combustible, pero sí tenemos la obligación de dedicar alguna atención a seleccionar cuidadosamente los materiales con la vista puesta en que el incendio puede surgir.

En muchos casos la sustitución de un material combustible por otros que sin dejar de serlo, posean algún poder retardador de la llama, puede resultar definitivo para la salvación de vidas humanas que debe ser en fin de cuentas el objetivo de un proyectista consciente.

En nuestro país, sería conveniente elaborar un reglamento que condicione las medidas de seguridad contra incendios en las construcciones.

6.4.- INCENDIOS FORESTALES (51, 56)

6.4.1.- INTRODUCCION

Incendio forestal: Se consideran incendios forestales cualquier tipo de combustión incontrolada que se produzca en un medio forestal y en la que se consumen combustibles naturales del bosque o de cualquier otra naturaleza que estén incluidos en zonas denominadas forestales.

6.4.2.- COMBUSTION

Los incendios se producen cuando se juntan: combustibles, oxígeno y calor, lo que puede representarse gráficamente por el así llamado triángulo de fuego. En el bosque, tanto el combustible como el oxígeno abundan, faltando sólo el calor para completar el triángulo, y dar comienzo a la combustión.

Fases de la Combustión:

a) Precalentamiento

Es la fase en la que los combustibles son calentados, secados y parcialmente destilados. No hay cambio visible en el exterior (se escapan vapores blancos de agua).

b) Ignición

Al continuar absorbiendo calor el combustible comienza a eliminar los gases volátiles que contienen produciéndose su inflamación y quedando sólo carbón puro (se caracteriza por la aparición de llamas).

c) Producción de cenizas

El carbón continúa ardiendo sin llamas, consumiéndose totalmente y reduciéndose finalmente a cenizas.

6.4.3.- FACTORES QUE AFECTAN EL GRADO DE ENERGIA LIBERADA

a) Humedad del combustible

El efecto más importante de la humedad en la combustión, se debe a que el vapor de agua proveniente del combustible desplaza al oxígeno y a otros gases del espacio inmediato a él. La combustión de gases inflamables en este espacio, no puede ocurrir hasta que no se haya evaporado suficiente agua y el oxígeno retorne a la presión capaz de soportar dicha combustión.

La reducción de la temperatura de las llamas debido al contenido de humedad, se debe a que los productos resultantes de la reacción de combustión comparten el calor con la humedad evaporada de los combustibles.

b) Viento

El viento afecta directamente la velocidad a que se quema el combustible, porque aporta el oxígeno necesario para la combustión. Los vientos fuertes aumentan también la velocidad de propagación de los incendios, porque la inclinación de las llamas favorece el precalentamiento del combustible que se encuentra situado delante del incendio.

c) Trasmisión de calor

El calor es tranferido en tres formas principales: conducción, convección y radiación. Los fuegos satélites, aunque dependientes de la convección, pueden considerarse un cuarto tipo de trasmisión de calor.

d) Tamaño y arreglo del combustible

Para una cantidad dada de combustible, la velocidad de propagación del fuego aumenta en proporción directa a la super-

ficie de exposición del combustible. Esta es la razón por la cual un montón de leña partida se quema más rapidamente que un volumen similar de madera sin partir.

La razón de lo anterior se debe a que al aumentar el área de exposición del combustible, se aumenta la ventilación y por ende el suministro de oxígeno.

6.4.4.- CLASIFICACION DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Los incendios o fuegos forestales pueden ser divididos en tres clases: (Figura Nº 19)

a) Superficiales o Rastreros

b) Aéreos o de Copa

c) Internos o Subterráneos

a) Incendios Superficiales

Son aquellos que afectan al combustible acumulado sobre la superficie del suelo formado por: pasto, ramas, deshechos de explotación, arbustos, plantaciones nuevas, etc.

Gran parte del combustible con que se alimentan estos fuegos es liviano no compacto y muy inflamable.

La propagación de este fuego se produce a una altura fuertemente afectada por los vientos superficiales y dispone de un abundante suministro de oxígeno para los fines de combustión.

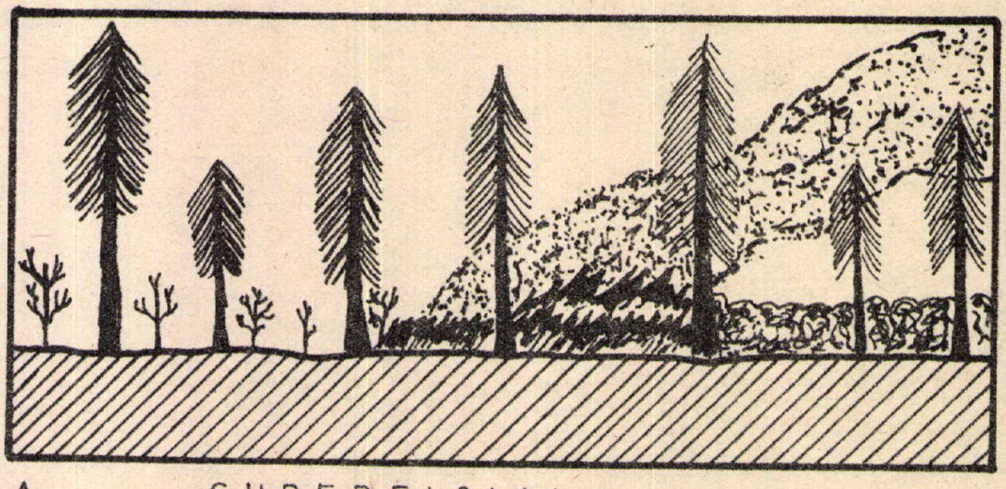
De aquí que los incendios superficiales se caracterícen por una propagación relativamente rápida y por abundancia de llama y calor; pero cesan, se apagan o mueren pronto.

b) Incendios de Copa

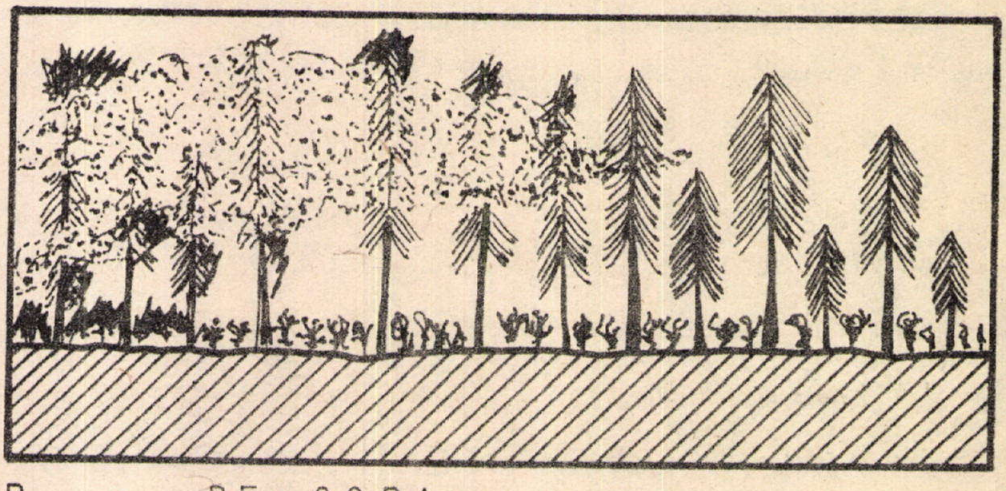
Se propagan en las copas de los árboles, independiente de lo que puede suceder en el suelo. Los fuegos aéreos afectan

FIGURA Nº 19

CLASIFICACION DE INCENDIOS FORESTALES



A SUPERFICIAL



B DE COPA

C SUBTERRANEO

con mayor facilidad a las especies que tienen follaje inflamable, en general en las coníferas se propagan con gran rapidez.

En Chile este tipo de incendio no es corriente, puede producirse en: plantaciones adultas de pino insigne o en bosque nativo cuando hay condiciones extremas de sequía. Esto sucedió en los años 1944 y 1959.

c) Incendios Subterráneos

Estos incendios ocurren en zonas donde la capa vegetal es profunda y cuando el contenido de humedad del combustible que la forma es muy baja. Puede penetrar desde algunos centímetros hasta metros, dependiendo del espesor de la capa vegetal.

Normalmente su control presenta problemas, pues aunque su avance es lento, el hecho es que dentro de la capa orgánica existe oxígeno, lo que permite que el incendio se propague sin que se vea humo u otra manifestación.

6.4.5.- FORMA Y VELOCIDAD DE PROPAGACION

En un principio, el fuego superficial arde en forma circular desde un punto de partida y, luego, generalmente toma forma elíptica por efecto del viento o la topografía.

El progreso de los fuegos subterráneos es lento e independiente de la dirección del viento o su velocidad.

Los fuegos de copa normalmente avanzan sólo en la dirección del viento, las pavesas encendidas son transportadas por el viento y dan lugar a otros fuegos delante del original (fuegos secundarios).

Puede decirse que cuando el incendio es suficientemente grande, se torna independiente de las condiciones de viento rei-

nantes, pudiendo crear tremendas corrientes locales de convección capaces de elevar e impulsar a grandes distancias pavesas de cualquier género.

La velocidad o rapidéz con que el fuego puede propagarse es expresada de varias maneras. Un modo de expresión es en el número de Km/hora a que un fuego avanza. Hectáreas quemadas por hora es otro modo. Pero, quizás, la mejor forma de expresión es la longitud del perímetro desarrollado por hora, que muestra directamente la extensión de la línea de fuego que ha de ser combatida.

6.4.6.- EFECTOS DE LOS INCENDIOS FORESTALES

De una manera general, los incendios son siempre perjudiciales a toda producción forestal; no obstante en ciertos casos pueden sus resultados ser beneficiosos.

6.4.6.1.- Efectos Perjudiciales

Clasificación de los daños causados por incendios forestales:

a) Daños a los árboles maderables o de tamaño comercial.

Este daño puede fluctuar desde leves cicatrices en la base de los árboles, hasta el hecho de que sean consumidos totalmente por el fuego.

Con frecuencia acontece que el árbol, por grande que sea éste, muere siempre y cuando su cambiun haya sido destruido por el fuego. Estudios realizados al respecto, indican que la temperatura letal para que ocurra la muerte instantánea del cambium, oscila entre 65 y 69 grados centígrados. Si el cambium es destruido a lo largo del contorno o perímetro del tronco, el árbol

muere (depende del grosor y tipo de corteza del árbol).

Las cicatrices dejadas por los daños del fuego en la corteza de los árboles son siempre lugares propicios para dar alojamiento a insectos y hongos, entre ellos cierto tipo de coleópteros que siempre traen como consecuencia la muerte del árbol.

b) Daño a los árboles jóvenes

Por tener los árboles jóvenes, así como las plantaciones recién hechas o la regeneración natural, cortezas más delgadas, son más fácilmente aniquilados y consumidos por el fuego, (incluso por aquellos de poca intensidad).

c) Daños al suelo

Los incendios forestales afectan más a las propiedades físicas que a las propiedades químicas del suelo. La influencia del fuego sobre las propiedades físicas estriba más que todo en la disminución del contenido de la capa orgánica, ya que el humus bien descompuesto es en efecto, la clave de una buena condición física del suelo, a la vez que influye sobre las propiedades hídricas de las capas superiores.

El fuego a menudo crea condiciones favorables para el inicio y avance de la erosión tanto hídrica como eólica

d) Daños a la capacidad productiva del bosque

El fuego afecta la capacidad productiva del bosque de las siguientes maneras:

- Degradación de la capacidad florística. Con frecuencia la maleza y la vegetación arbustiva toma poseción del área previamente ocupada por especies arbóreas, como resultado de los fuegos.

- Reducción de la densidad del bosque. Se altera el dosel (formado por la copa de los árboles) y de esta manera se reduce el número de árboles por debajo de la densidad requerida para obtener una producción óptima en cuanto a calidad y cantidad.
- Daño causado por tala forzosa. Cuando una cosecha forestal es destruída antes del final de la rotación, es obligatorio hacer una tala forzosa, alterando los planes de explotación del bosque.

e) Menoscabo a los valores recreativos y escénicos de un bosque.

Las áreas que han sufrido los efectos del fuego carecen de todo atractivo como sitio de recreo o esparcimiento. También afecta al capital invertido en las obras de acceso y comodidad que tenía el bosque.

f) Daños al pastoreo

El fuego consume generalmente el pasto y muy especialmente las plantas de valor forrajero, que generalmente son las especies más apetecibles y más alimenticias.

g) Daños a la fauna silvestre

Los incendios directa o indirectamente, ocasionan alteraciones ecológicas y/o la destrucción de muchas especies de aves, mamíferos y peces.

h) Daños causados al bosque como agente protector

Todo bosque debidamente cimentado propociona gran protección contra el inicio de los procesos de deslizamientos, derrumbes o desprendimientos, además evita avalanchas, impide la formación de las arenas movedizas y proteje, en general, contra todos los

estados iniciales de erosión. La escorrentía es demorada y disminuída en el suelo de un bosque, estabilizándose el flujo de las corrientes de agua. La erosión puede ser una consecuencia de los incendios forestales, aun cuando en forma indirecta, y sus daños no sólo se sienten en las propias tierras que se están erosionando, sino también en el curso inferior de las corrientes de agua, donde se suele acumular el material erosionado. Los lechos fluviales, las represas y embalses, sufren las consecuencias de la sedimentación de estos detritus; llegando incluso hasta dejar la roca madre al descubierto. El bosque está llamado a desempeñar una función importantísima como regulador de las corrientes y caudales de agua. La ausencia de una capa vegetal y del humus, que actúan a manera de una esponja, permiten la escorrentía rápida en lugar de favorecer la absorción de las aguas pluviales y de permitir la lenta alimentación de los manantiales. Las crecidas de los ríos y sus desastrosas consecuencias son aceleradas a medida que los incendios forestales van eliminando la protección que los bosques pueden ofrecer a sus hoyas hidrográficas.

La erosión es la consecuencia más grave y que más trastornos económicos puede producir en una nación como secuela de los incendios forestales.

i) Daños a otras formas de la propiedad

Las edificaciones, el ganado y demás formas de propiedad se ven a veces amenazadas por los incendios forestales, pudiendo producirse grandes pérdidas anuales por este concepto.

6.4.6.2.- Efectos beneficiosos

En general, para que el empleo del fuego resulte realmente beneficioso, deben conocerse exactamente las condiciones

necesarias para lograr un fin específico y como producir la clase adecuada de fuego para crear dichas condiciones (control de plagas, limpieza de terrenos, mejora del forraje, etc.).

6.4.7.- CAUSAS GENERALES DE LOS INCENDIOS FORESTALES

a) Clasificación de las causas de los incendios forestales

Una clasificación de los orígenes o causas de los incendios forestales es la siguiente:

- Locomotoras o ferrocarriles
- Campamentos
- Fumadores
- Quema de limpieza
- Incendiarios
- Explotaciones forestales
- Diversos
- Causas desconocidas

b) Prevención de las causas de los incendios forestales

La prevención, en síntesis, tiene por objeto primordial evitar los incendios forestales, lo que indudablemente es de suma importancia porque elimina totalmente toda actividad de combate. Son tres aspectos fundamentales en los cuales se pueden involucrar todas las actividades que preveen los incendios forestales a saber:

- Educación
- Legislación forestal
- Reducción de las probabilidades

Educación

Por medio de la educación se le enseña al pueblo la im-

portancia de proteger los bosques de todos los agentes destructivos de que son objeto. Par este fin se hace uso de charlas, periódicos, televisión, radioemisoras, afiches, letreros, volantes y cualquier otro medio de divulgación que se considere efectivo

Legislación protectora

La legislación, en términos generales, debe cubrir:

- Actos que deben ser prohibidos
- Medidas precautorias especiales
- Obligaciones impuestas a los ciudadanos por la Ley.
- Atribuciones de los guardias forestales
- Protección de los guardias forestales
- Aplicación de la Ley
- Reglamentos

Reducción de las probabilidades

Consiste en disminuir las posibilidades de que una fuente de calor llegue a un combustible para iniciar un incendio. Esto se consigue controlando a las personas que puedan iniciar el fuego y eliminando mecánicamente o mediante el fuego los combustibles peligrosos.

También es importante la vigilancia de los bosques a través de la detección de los incendios forestales. Esto se puede efectuar por:

- El sistema de Torres de Observación
- Patrullaje terrestre
- Patrullaje aéreo

6.4.8.- CARACTERISTICAS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS FUEGOS Y SU MEDIO AMBIENTE

a) Relación con la hora y temperatura del día

Los incendios de todos los tipos, dimensiones e intensidades ocurren más fácilmente, o al menos se originan, durante la mitad de la tarde de los días con alta temperatura y baja humedad relativa.

b) Relación con la topografía

Un fuego que se propaga hacia arriba, en una pendiente muy inclinada, se asemeja mucho a las condiciones que producen cuando va siendo empujado por un viento muy fuerte. Cuando el fuego avanza pendiente abajo, su velocidad de propagación disminuye. Sin embargo puede rodar material en combustión generando nuevos focos, hecho que constituye un aumento de la peligrosidad.

c) Estructura vertical del fuego

En los grandes incendios y en los que por su carcterísticas se llaman "explosivos" (debido a su inmediato y muchas veces inesperado aumento de energía turbulenta), hay una columna de convección muy bien desarrollada, la cual puede elevarse a gran altura. Los grandes incendios que exiben un comportamiento extremo, forman columnas de convección con gorros de vapor de agua encima que pueden alcanzar una altura de 8.000 metros, o más.

d) Fuegos secundarios

La peor característica del comportamiento de los grandes incendios es el fenómeno de creación de focos secundarios. Estos pueden producirse por brasas encendidas que son transportadas a varios kilómetros del fuego principal, empezando así nuevos

fuegos, (ocurre más comúnmente con combustibles densos).

e) Relación con el combustible

En la velocidad de propagación de un incendio, la intensidad del fuego, es directamente proporcional a la cantidad de combustible que se quema.

f) Humedad de los combustibles

La sequía influye en el secado progresivo de las capas de combustibles más profundas, es decir, los que son más pesados. En esta situación existe más combustible disponible y, por lo tanto, aumenta la velocidad de combustión.

El contenido de humedad de los combustibles es muy variable, dependiendo fundamentalmente de los factores meteorológicos tales como: lluvia, temperatura, viento y humedad relativa (suelo y atmósfera)

g) Caracterísiticas de las llamas

Las llamas en los grandes incendios se incrementan con gran rapidez cuando la humedad ambiental es baja y se desarrollan fuertes vientos, lo cual dificulta el pronóstico del comportamiento del incendio.

Los conbatientes sinexperiencia a veces de confían demasiado y sufren quemaduras graves causadas por el sorpresivo crecimiento de las llamas, o cambios repentinos de frente.

h) Forma de la cabeza

El fuego, empujado por el viento, no forma un frente recto y suave sino que desarrolla puntas agudas. Este fenómeno se debe a las diferentes corrientes de aire formadas por la topografía y por los obstáculos con que el viento choca. En los incendios grandes hay formación de varias cabezas, lo cual dificulta

su control y pone a los combatientes en peligro de ser rodeados por el fuego.

i) Altitud

Este factor influye grandemente en el comportamiento de los incendios forestales, La altitud indirectamente controla el tipo de vegetación, la época de lluvias, la temperatura, la humedad relativa, etc.

j) Temperatura

Los incendios forestales más graves, ocurren usualemente en los períodos más críticos del verano, debido a que la mayoría de las veces la altas temperaturas están asociadas con una humedad relativa muy baja. Esta combinación significa el rápido secamiento de los combustibles y por ello los incendios destruyen con mucho más rapidez e intensidad. El efecto del calor del sol sobre los combustibles es el de elevar la temperatura superficial, ya que al estar expuestos al sol se secan más rápido que aquellos que están a la sombra. La alta temperatura superficial estimula el movimiento del agua en la madera, pues reduce su viscosidad. La alta temperatura eleva también la temperatura del aire y suelo, aumentando el traspaso de humedad desde los combustibles.

k) Vientos

El viento es uno de los principales factores en el comportamiento del fuego. Afecta la velocidad de secamiento de los combustibles, aumenta el abastecimiento de oxígeno, influye en el precalentamiento de los combustibles y puede transportar materia en suspensión causando con ello fuegos secundarios.

1) Aguas freáticas

Después de una larga sequía el nivel de las aguas freáticas baja en forma exagerada, lo que implica que cualquier cantidad de agua que llegue al suelo se infiltra rápidamente. Esto dejará los combustibles superficiales totalmente secos o muy susceptibles de secarse. En estas condiciones la velocidad de propagación del fuego aumenta rápidamente. Además, una vez que el fuego penetra en el interior del suelo, aunque se moje el combustible superficial, el fuego continuará en forma subterránea. Esto constituye un peligro muy grave en las zonas con una capa vegetal profunda.

6.4.9.- COMBUSTIBLE DEL BOSQUE (Figura Nº 20)

a) Combustible del suelo

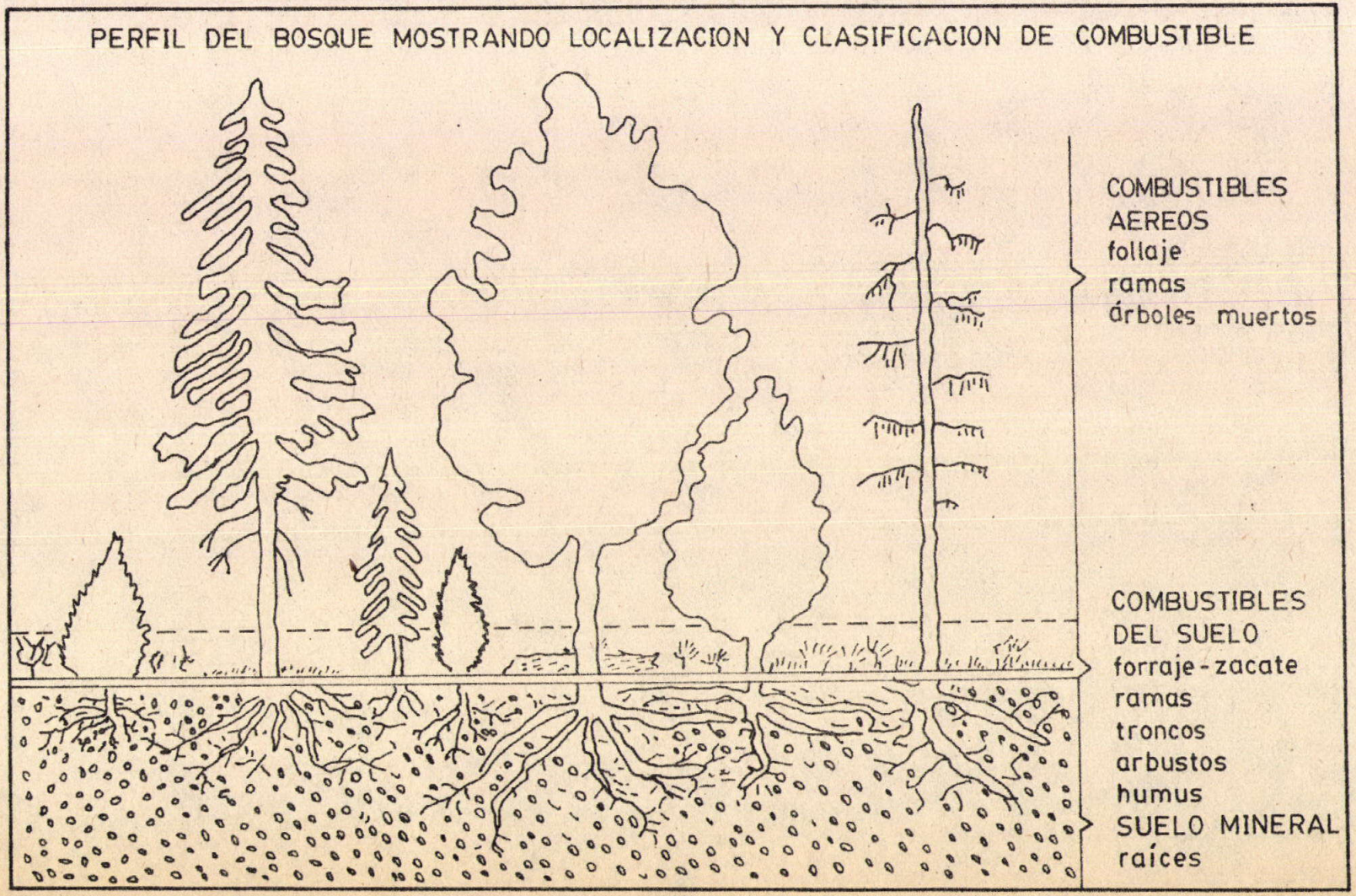
Esta denominación incluye todos los materiales combustibles vivos o muertos que están sobre o inmediatamente bajo la superficie (dos metros o menos).

- Humus: Residuos de origen animal o vegetal que existen en el suelo y se hallan en proceso de descomposición. Se encuentra bajo la superficie del suelo pero arriba del suelo mineral. Este combustible rara vez tiene influencia en la propagación inicial de un fuego, porque normalmente se encuentra húmedo y la superficie expuesta al aire es muy poca. Los incendios de este tipo de combustible queman muy despacio pero son muy destructivos y difíciles de controlar.
- Raíces: No son de mucha importancia en la propagación de los incendios, pero en el caso de existir fuego en

las raíces muertas, éste puede ser de mucha duración y podría ser una fuente de un nuevo incendio al cruzar los cortafuegos bajo la superficie.

- Hojas: Las hojas muertas que se encuentran en la superficie constituyen una capa de combustible muy inflamable. Frecuentemente este material es el mejor medio de propagación de los incendios superficiales.
- Pastos: Este combustible incluye todas las plantas herbáceas y constituye en gran parte el combustible en los bosques en coníferas, cuando este material está seco y su distribución es contínua, es capaz de causar la más rápida propagación en cualquier incendio forestal.
- Arbustos: Este material incluye los arbustos, plantas y regeneración con menos de 2 metros de altura, que están mezclados con el pasto y otra vegetación herbácea que crece cerca del suelo. La mayoría de ellos contiene mucha humedad y son poco inflamables. Sin embargo, si el incendio quema con mucha intensidad, son capaces de encenderse o iniciar incendios de copa.
- Ramillas y otras maderas muertas: Esto consiste en ramillas, cortezas y ramas con menos de 5 centímetros de diámetro. En rodales muy tupidos donde hay escasez de arbustos, este combustible suministra la mayoría del material inflamable.

FIGURA Nº 20


PERFIL DEL BOSQUE MOSTRANDO LOCALIZACION Y CLASIFICACION DE COMBUSTIBLE
COMBUSTIBLES AEREOS
follaje
ramas
árboles muertos
COMBUSTIBLES DEL SUELO
forraje - zacate
ramas
troncos
arbustos
humus
SUELO MINERAL
raíces

- Ramas y troncos: Estos constituyen el combustible pe sado del suelo. Estos materiales requieren largos pe ríodos para secarse, pero una vez secos son capaces de mantener fuegos de alta intensidad y larga duració Los incendios de este tipo de combutibles son difíci- les de controlar y la labor de liquidación requiere mucho tiempo y trabajo.

b) Combustibles aéreos

Estos combustibles incluyen todo el material inflamable vivo o muerto, ubicado a no menos de 2 metros del suelo.

- Ramas y follaje: El volumen total de este material e generalmente mayor que cualquier otro tipo de combust ble, siendo en las coníferas muy inflamable, razón po la cual son capaces de producir incendios de copa de rápida propagación. Las especies nativas a pesar de tener un mayor volumen de combustible aéreo, no prese tan mucho peligro por ser sus ramas y hojas poco infl mables.

- Árboles muertos: Es uno de los combustibles más peligrosos e importantes porque tiene la tendencia de lanzar brasas las que pueden crear focos secunda- rios a gran distancia. Son inflamables y el fuego en ellos puede durar mucho tiempo. En las labores de liquidación se hace necesario extinguirlos por completo en todos los sitios donde donstituyan el más mínimo peligro.

---Musgos y plantas epífitas:(crecen en los troncos de los árboles) existen varias especies de estas plantas. Aunque su volumen no es mucho, su importancia primordial radica en que sirven de puente para que los fuegos superficiales se conviertan en incendios de copa.

6.4.10.- COMUNICACION

En todas las áreas del control de incendios es indispensable disponer de un sistema de comunicación digno de confianza. Si se carece de comunicación rápida, de nada sirve el pronto descubrimiento del fuego, ya que la información no podría ser despachada con la debida premura a la organización encargada de combatirlo.

6.4.11.- TRANSPORTE

Una vez notificada la existencia del fuego, las brigadas de combate deben tratar de llegar a la escena del suceso antes de que el fuego alcance proporciones serias, y pueda ser, por lo tanto, fácilmente controlable. Para esto, es menester disponer de facilidades adecuadas de transporte provistas por anticipado.

6.4.12.- PERSONAL PARA EL CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES

Mucho más importante que la cantidad es la calidad del personal, particularmente para aplicar acertadamente los conocimientos que posea concernientes al control de incendios. El control requiere en sus varios aspectos resistencia física, pericia, técnica en el combate del fuego y habilidad ejecutiva del orden más elevado. Este personal debe formar parte de una fuerza permanente.

6.4.13.- PASOS A SEGUIR EN LA INFORMACION Y CONTROL DE UN INCENDIO

a) Información

Descubrir e informar los incendios, es labor de los encargados del sistema de detección, el ideal es que ellos reciban también la colaboración de toda la población.

La información es trasmitida al personal encargado de la supresión quienes entran de inmediato en acción.

La pronta detección y una información oportuna, exacta y acuciosa tienen extraordinaria importancia para el éxito de la supresión. La información básica que debe trasmitirse es:

- Ubicación del incendio.
- Tamaño del incendio.
- Tipo de combustible.
- Vías de acceso.
- Fuentes de agua, agregando sus características (aprovechable para aviones cisterna, motobombas de espalda o para bebida) y la distancia aproximada a ellas.
- Dirección y velocidad del viento.
- Velocidad de propagación.

b) Despacho

La información debe ser dada al despachador, que se encuentra en la central de informaciones, lo más rápidamente posible y éste pone en funcionamiento el plan de combate preparado para el área correspondiente.

De acuerdo con las características del incendio deben tomarse decisiones sobre los siguientes aspectos:

- Jefe de incendio y la organización de combate que se debe enviar de acuerdo con:

1) Los niveles de peligrosidad del día (considerando temperatura, humedad, vientos, etc.).
2) Las características de peligrosidad del lugar (tomando en cuenta combustible, pendiente, acceso, etc.).
3) Las características de comportamiento del incendio (informe que debe dar el observador que lo detectó).
4) La importancia de la organización que debe despachar y el equipo que debe llevar.
5) Donde enviará los hombres y el equipo y que medios de transporte utilizará.

Uno de los más importantes deberes del despachador es lograr que el ataque inicial comience en el menor tiempo posible.

c) Reconocimiento del incendio

El reconocimiento es una parte del plan de ataque y en el se debe determinar la ubicación de cortafuegos y del ataque inicial al incendio.

En los grandes incendios debe designarse un especialista para hacer un reconocimiento y para mantener informado al Jefe de Incendios. El especialista designado debe preocuparse de lo siguiente:

- Tipo y distribución del combustible; incluso dar el grado de resistencia al control que presente.

- Pendiente y su relación con el aspecto de propagación del fuego.
- Viento, dirección y velocidad de propagación del fuego, y, de acuerdo con ello, el efecto que podría tener en el comportamiento futuro del incendio.
- Valores a proteger en el siguiente orden:

  Vidas humanas.

  Instalaciones industriales u otras de especial importancia para el país.

  Sectores habitacionales.

  Siembras.

  Bosques y plantaciones.

  Areas recreacionales.
- Areas con probabilidades limitadas o ilimitadas de propagación, de acuerdo con los tipos de combustible y su distribución y las barreras naturales tales como: ríos, esteros o cursos de agua, caminos, terrenos húmedos.
- Caminos de acceso y senderos que puedan ser utilizados para el movimiento de hombres y equipos.
- Ubicación de fuentes de agua para motobombas y/o bombas de espalda.
- Vías o caminos de escape para cada sector.

El reconocimiento se debe hacer recorriendo a pie el perímetro del fuego a cierta distancia de su borde, lo que permite no sólo evaluar la situación, sino además reunir los antecedentes necesarios para ajustar el plan de combate.

La situación en el incendio cambia constantemente, de manera que es necesario recorrer el área en forma contínua para anticiparse a cualquier situación imprevista.

d) Ataque inicial

El ataque inicial debe hacerse lo más pronto que se pueda, ya sea de día o de noche.

El primer objetivo que debe perseguir la brigada que inicia el ataque al fuego, es reducir lo más que pueda la velocidad de propagación. Pretender eliminarlo totalmente es, salvo muy contadas excepciones, imposible, pues normalmente la contrucción de cortafuegos, en todo el perímetro será más lenta que la propagación del incendio.

El objetivo principal en el combate es por lo menos controlar el fuego antes de las 10 A. M. del día siguiente, pues a medida que el calor aumenta, las posibilidades de liquidarlo serán menores. Si el objetivo no es alcanzado el Jefe de Incendios deberá revisar la situación y sus recursos reavaluarlos y, de acuerdo con el resultado, pedir refuerzos si es necesario o reasignar los que tenga.

En el ataque inicial se debe dar prioridad a aquellos sectores en que, potencialmente, el fuego pueda causar más daño, ya sea por los valores amenazados, por el tipo de concentración de combustible o bien por las características topográficas. Es necesario tener un acabado conocimiento de las características potenciales de propagación de distintos tipos de combustibles y de las posibilidades de barreras que pueden encontrarse o construirse para su detención.

e) Métodos de supresión

La forma más obvia y práctica en la mayoría de las situaciones es la eliminación del combustible, por medios físicos a fin de romper la continuidad del material inflamable (método de línea de control.)

La ubicación de las líneas de control en un incendio es una labor muy importante y debe realizarse una vez cumplido el reconocimiento.

Para la localización de dichas líneas es necesario tomar en cuenta diversos factores.

- La línea debe ser construída de tal manera que el combustible entre la línea y el borde del incendio pueda ser quemado en forma controlada sin dificultades.
- Debe considerarse el tamaño, volumen, calidad y distribución del combustible superficial y la velocidad potencial de propagación del fuego.
- La estructura del suelo debe permitir el rápido avance de la construcción.
- Debe considerarse la composición y profundidad del combustible subterráneo en caso que lo haya.
- Es necesario tomar en cuenta el calor desprendido y localizar la línea a una distancia prudente.
- El humo debe ser tomado en cuenta en igual forma que el calor.

Entre los métodos de línea de control, podemos señalar los siguientes:

1) Método directo: En este método el borde del fuego es extinguido por sofocamiento, enfriamiento o por separación mecánica del combustible que no empieza a arder. El combatiente opera eliminando todo el material combustible existente alrededor del fuego, arrojándolo al interior si es combustible liviano o está ardiendo y retirándolo si aún no arde.

En el ataque directo no se suele utilizar equipo mecanizado, pues a veces se mezcla el combustible quemado con el que no lo está y en las pilas que se forman tienen su origen nuevos incendios.

Este método resulta muy práctico y eficaz en incendios superficiales en donde, por el poco calor irradiado, los combatientes pueden aproximarse al borde mismo del fuego. (Figura 21 a)

Al poner en práctica este método es necesario considerar lo siguiente:

- Limpiar una franja lo suficientemente ancha como para permitir a los combatientes moverse y trabajar libremente.
- Vigilar el cortafuego a fin de extinguir cualquier nuevo foco que pudiera originarse.
- Aprovechar las primeras horas de la mañana, o las últimas de la tarde para eliminar los restos de combustible que aún quedan en el incendio y que se consideran una futura amenaza.

2) Método paralelo: Consiste en construir una línea de contención paralela al borde del incendio. El

fin perseguido es construir el cortafuego siguiendo el contorno del incendio a una distancia tal, que permita a los combatientes y al equipo trabajar de un modo efectivo. (Figura 21 b)

Esta forma de combate es utilizada cuando el calor irradiado no permite acercarse mucho al borde del incendio y cuando se teme que el fuego, debido a su intensidad, sobrepase el cortafuego aún en construcción.

Entre las ventajas de este método deben citarse las siguientes:

- Es posible dominar incendios que producen mucho humo y calor.
- Hace más simple la vigilancia y se reduce el peligro de que el fuego pase la línea de contención.
- Es posible pasar al método directo si la intensidad del incendio disminuye.

3) Método indirecto: Consiste en establecer una línea de lucha a apreciable distancia del perímetro del fuego. La franja existente entre el perímetro del fuego y la barrera empleada, se quema por medio de un contrafuego. Este método de combate es utilizado cuando es muy elevada la rapidez de propagación del fuego y su intensidad. También es utilizado cuando el fuego es muy irregular y es necesario acortar la construcción del cortafuego. (Figuras 21 c y 21d)

En nuestro país el combustible pesado es eliminado y removido con herramientas manuales, pero cuando se puede utilizar Bull-dozers es conveniente que vayan precedidos por cuadrillas que volteen y trocen los árboles mayores, y en esta forma

el rendimiento de las máquinas aumenta considerablemente, pudiendo la mayor parte de las veces remover no sólo este material, sino también el combustible liviano dejando el suelo mineral al descubierto.

El combustible subterráneo, sub-superficial debe ser eliminado hasta llegar al suelo mineral. El ancho del cortafuego dependerá de la profundidad de la línea, no siendo nunca inferior a ella, aunque tampoco demasiado ancha.

A veces es posible hacer cortafuegos con la motobomba, pues el agua a presión permite separar el combustible, agregando un alto porcentaje de humedad.

Una vez concluída la construcción de la línea se procede a aplicarles fuego con: antorchas, lanzallamas o cualquier medio con el que se pueda realizar esta función apropiadamente.

Cada etapa en la construcción de las líneas puede ser realizada con una o varias herramientas o equipos (dependiendo de su disponibilidad). De la adecuada disposición o utilización debe responder el Jefe de Incendios.

Las ventajas de este método radican en que el personal combatiente trabaja a gran distancia del fuego y, en esta forma, pueden actuar con más comodidad.

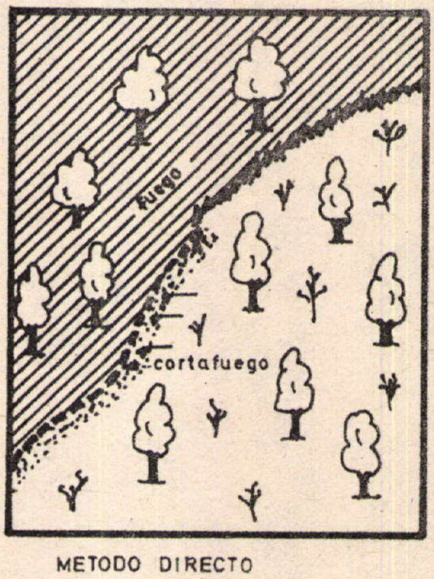
Asimismo, es posible hacer uso de barreras naturales y, la línea que hay que construir resulta generlamente más reducida, comparada con la de otros métodos de combate.

A tales ventajas se le oponen los siguientes inconvenientes:

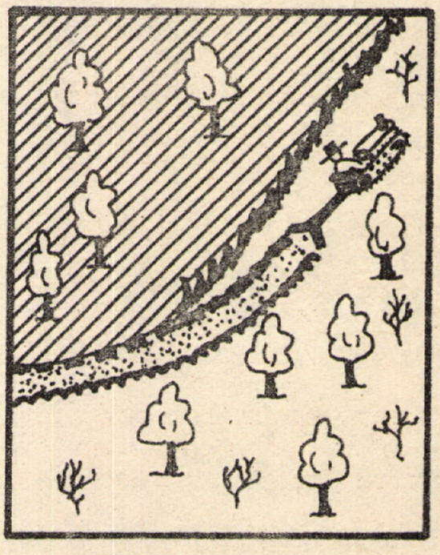
- Se debe trabajar aceleradamente, ya que puede suceder que la línea de contención no se termine con la rapi-

FIGURA Nº 21

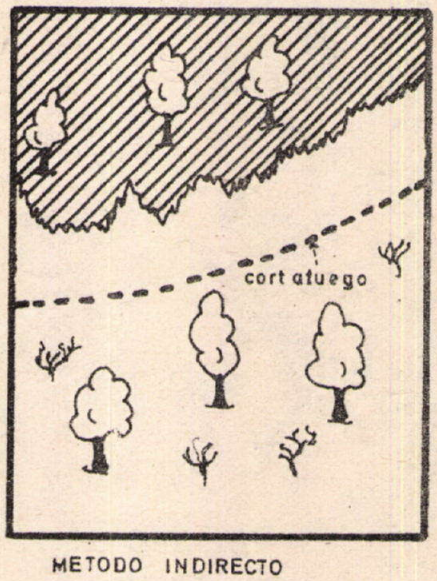
METODOS DE CONTROL DE LINEAS



A METODO DIRECTO



B METODO PARALELO



C METODO INDIRECTO
PERIMETRO DEL INCENDIO
IRREGULAR.

D METODO INDIRECTO
LINEA DE CONTROL UBICADA
EN MEJOR POSICION(topografía).

dez necesaria para permitir el contrafuego y hacer todo el esfuerzo inútil.

- El contrafuego es de gran magnitud y, por lo tanto, su aplicación requiere de personal muy especializado.
- Se aumenta considerablemente el área boscosa destruída.

El principio básico del contrafuego consiste simplemente en combatir el fuego con el fuego mismo, encendiendo el combustible localizado entre la línea de contención el frente del incendio. (Figura Nº 22)

f) Mantención de líneas (patrullaje durante el incendio):

Es una labor cuyo objeto es controlar las líneas apagando cualquier fuego que las cruce y que pueda constituir un peligro antes de la labor de liquidación.

g) Liquidación

Es la etapa en la cual se elimina todo aquel material en combustión que pueda constituir una posibilidad de iniciación o reiniciación del fuego.

h) Patrullaje

El patrullaje se realiza una vez que la liquidación ha terminado y su finalidad es que el fuego no vuelva a aparecer o que alguna chispa pueda cruzar las líneas. Este debe mantenerse hasta que se haya eliminado toda posibilidad de que el fuego reaparezca.

6.4.14.- INCENDIOS FORESTALES EN CHILE

a) Deforestación y Denudación (52)

Se estima que primitivamente, el territorio nacional

estaba cubierto en un 45% por bosques. En el curso de cuatrocientos años, el país ha perdido ya las tres cuartas partes de su superficie forestal, la que alcanza en la actualidad, a más de 16 millones de hectáreas. Es así como en informe técnico de la FAO del año 1956, revela que la tasa de agotamiento se había elevado a la enorme suma de 28 millones de metros cúbicos de madera anual lo que es 3,5 veces mayor que el incremento del año. De esta cifra, 16 millones de metros cúbicos eran destruídos por roces o incendios, o sea el 54%; 9 millones por vientos, insectos y enfermedades, o sea el 32%, y sólo 3 millones, el 14%, por explotación industrial.

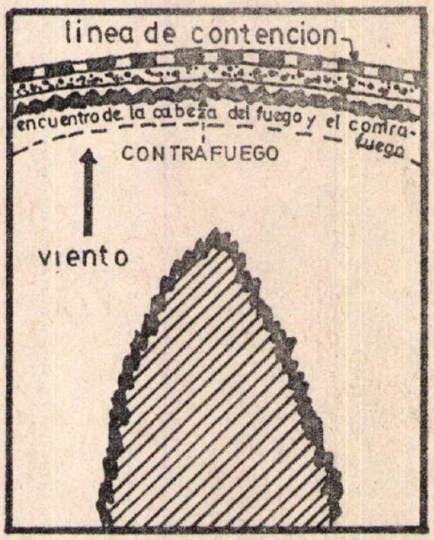
b) Destrucción de parques, reservas y parajes (52)

En Chile los Parques Nacionales forman parte del llamado "Patrimonio Nacional del Estado", que además incluye a las Reservas Forestales, Dunas y Viveros y por su condición de tales no pueden ser objeto de aprovechamiento o explotación alguna que altere su función protectora de la flora y fauna autóctonas, defensas del paisaje, interés científico, cultural y turístico.

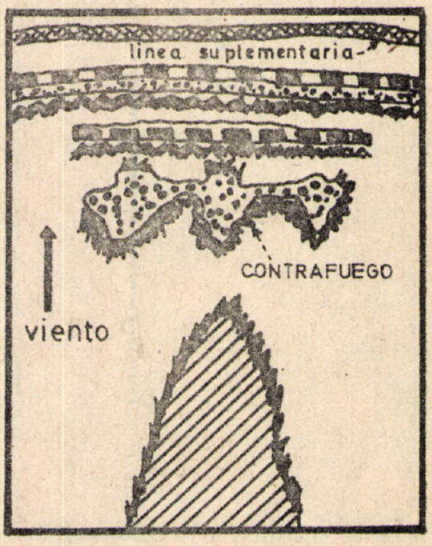
A pesar de las severas disposiciones de preservación, se efectúan talas, quemas clandestinas o bien ocurren incendios en terrenos vecinos a los parques antes mencionados, los cuales se extienden al interior de ellos haciendo más difícil la labor de mantención.

FIGURA Nº22

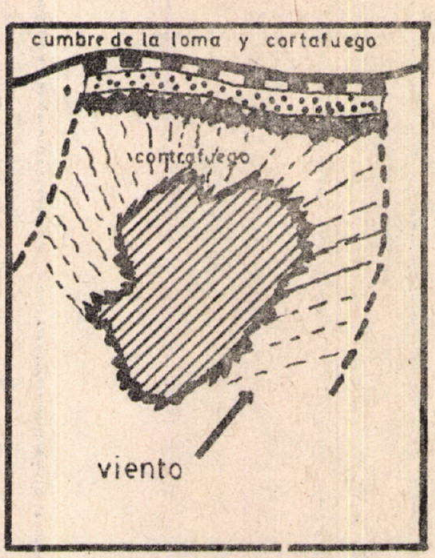
TECNICA DE CONTRAFUEGO



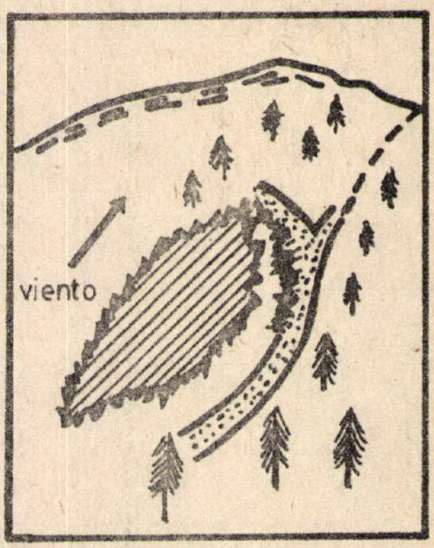
A CONTRAFUEGO SENCILLO



B CONTRAFUEGO MULTIPLE USADO EN CONDICIONES ADVERSAS.



C CONTRAFUEGO USADO EN PEQUEÑOS DRENAJES



D CONTRAFUEGO DE EMERGENCIA

c) Estadística desde 1963 a 1976 (53)

CUADRO Nº 15

ESTADISTICA DE INCENDIOS FORESTALES (1963-1976)

Fuente: Informe General Temporada 1975-1976 CONAF

TEMPORADA	Nº INCENDIOS	SUPERFICIE QUEMADA X Ha	SUPERFICIE PROMEDIO X INCENDIO Ha
1963-1964	435	19.600	45.1
1964-1965	269	17.200	63.9
1965-1966	396	19.900	50,3
1966-1967	307	15.820	51.5
1967-1968	507	61.314	120.9
1968-1969	807	34.747	43.1
1969-1970	551	16.725	30.4
1970-1971	669	22.603	33.8
1971-1972	1.172	82.397	70,3
1972-1973	1.214	42.763	35.3
1973-1974	1.332	19.461	14.6
1974-1975	1.630	10.767	6.6
1975-1976	2.776	24.238	8.7
TOTALES	12.065	387.535	
PROMEDIOS			32.1

Nº COMBATIENTES: 1973-1974 5.484
1974-1975 4.622
1975-1976 4.672

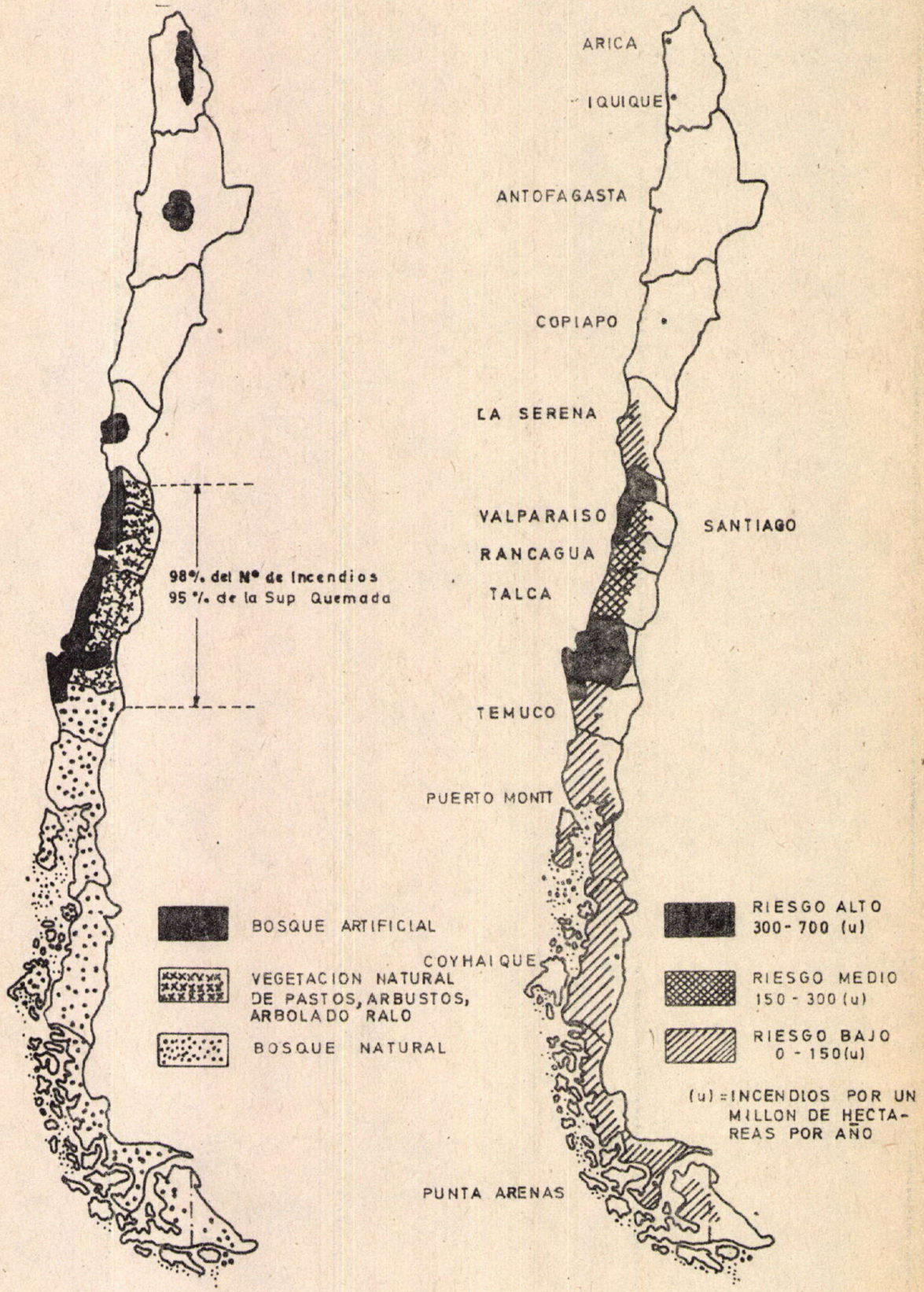
Desde 1963 hasta 1968 las estadísticas fueron llevadas por Policía Forestal del Cuerpo de Carabineros; luego por el Ministerio de Agricultura desde 1968; posteriormente por S. A. G. hasta 1970 y más tarde por CONAF desde el año 1971.

d) Niveles de riesgo de incendios forestales

En la Figura Nº 23 se muestra la repartición de bosques en Chile y los distintos niveles de riesgo.

FIGURA Nº 23

INCEDIOS FORESTALES



A DISTRIBUCION FORESTAL

B RIESGO DE INCENDIOS FORESTAL

(Ing Forestal: F. Maldonado)

6.5.- INTRODUCCION DE TOXICOS O AGENTES PATOGENOS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

6.5.1.- INTRODUCCIÖN

Son graves las consecuencias que producirían para los consumidores, la presencia en concentraciones peligrosas de tóxicos o agentes patógenos en el agua potable que llega a sus hogares.

Las causas que pueden dar origen a esta calamidad pública pueden ser muy variadas; accidentes, cambio repentino en la calidad del agua de la fuente, secuela de otros desastres, y otras.

Se comenzará mencionando algunos aspectos de las enfermedades más importantes causadas por los agentes biológicos; entre estos distinguiremos las bacterias, virus y parásitos; se continuará con un análisis breve de algunas de las enfermedades causadas por los agentes químicos propiamente tales y, posteriormente, por los radioactivos.

Finalmente se mencionarán las causas más probables de contaminación.

6.5.2.- AGENTES BIOLOGICOS

6.5.2.1.-Las bacterias (57)

Las bacterias patógenas suceptibles de ser transmitidas por el agua, representan un grave riesgo para la salud de la población, siendo responsables muchas veces de incrementos importantes de las tasas de morbilidad y mortalidad de ciertas enfermedades. Entre las enfermedades producidas por bacterias de mayor importancia epidemiológica, pueden citarse:

ENFERMEDADES	PRODUCIDA POR
Fiebre Tifoidea	Salmonella Typhi
Fiebre Paratifoidea	Salmonella Paratyphi A, B, C
Gastroenteritis	Tipos de Salmonella y otros
Diarrea Infantil Bacteriana	Escherichia Coli y otros
Cólera	Vibrio Choleras
Disentería Bacilar	Shigella (varias especies)

a) Fiebre Tifoidea y Paratifoidea

Los únicos huéspedes naturales conocidos de la bacteriacausante de esta enfermedad, son los seres humanos (pacientes y portadores).

Los elementos que son considerados responsables de las grandes epidemias, son el agua y los alimentos contaminados. El agua interviene en la transmisión de la enfermedad cuando ha recibido una carga contaminante importante y reciente.

b) Gastroenteritis

Las bacterias generalmente productoras de esta enferdad pertenecen al género Salmonellas, que se encuentran en la flora intestinal del hombre y en la de muchos animales domésticos y silvestres. La tasa de mortalidad de esta enfermedad es mucho más alta en los lactantes y preescolares.

La principal fuente de infección está constituida por los que padecen esta enfermedad en su forma aguda, y por los que se han recuperado y se han convertido en portadores sanos. Otro reservorio importante está constituido por animales domésticos y silvestres.

c) Diarrea Infantil

Esta enfermedad ataca con mayor intensidad a los infantes menores de un año. Se reduce el riesgo con una buena higiene personal y saneamiento en el hogar. Es producida por bacterias patógenas, entero virus y parásitos.

d) El Cólera

Es una de las enfermedades que se ha cobrado más vidas a lo largo de la historia. La infección puede transmitirse directamente de persona a persona, pero la forma de transmisión más importante es la propagación a través del medio ambiente y especialmente del agua.

e) La Disenteria Bacilar

Es una enfermedad aguda del intestino producida por diversos tipos de Shigellas, y constituyen una de las causas significativas de mortalidad en niños y ancianos, principalmente entre los que viven en condiciones precarias. Las heces, alimentos y el agua, como en los casos anteriores, son importantes medios de transmisión de la enfermedad.

Entre las medidas preventivas recomendadas para combatir este tipo de contaminación están las destinadas a proteger los cursos y masas de aguas, y la educación sanitaria. Entre las medidas correctivas, están la exigencia del tratamiento de las aguas potables en el grado necesario, la correcta manipulación de alimentos, etc.

6.5.2.2.- Los Virus (57)

En general, todas las medidas que son efectivas contra las bacterias, lo son también contra los virus. Los procesos

físicos como la decantación y la filtración, junto a una cloración que permite una desinfección, aseguran en una planta de tratamiento la eliminación, en gran parte, tanto de virus como de bacterias.

Las medidas de carácter preventivo son indispensables en los abastecimientos rurales, especialmente la protección de pozos de abastecimiento familiar, que deben construirse a distancias adecuadas de los pozos negros, y previa inspección del terreno con el fin de prevenir la llegada de contaminación a través del terreno.

De acuerdo a su importancia se pueden mencionar las siguientes enfermedades producidas por virus:

- Diarreas por Entero virus
- Hepatitis Infecciosa
- Poliomelitis

a) Diarreas por Entero virus

Como se dijo anteriormente, ésta afecta con mayor intensidad a los niños de meses. Como medida preventiva se recomienda, una buena higiene personal y saneamiento en el hogar.

b) Hepatitis Infecciosa

Esta enfermedad se presenta en todo el mundo y es endémica en algunas zonas. Se presenta fundamentalmente como una afección al hígado.

El enfermo queda, por lo general, imposibilitado de trabajar por un período de varias semanas. Se presenta con fiébre e ictericia.

El reservorio de esta enfermedad es el hombre. La infección ocurre comunmente por vía digestiva, por el consumo de

agua contaminada y por intermedio de algunos alimentos (leche, ostras).

c) Poliomelitis

Ataca principalmente entre nosotros, a niños y jóvenes entre 1 y 16 años de edad. En los casos más leves, esta enfermedad se limita a síntomas gastrointestinales, molestias generales menores. En los acasos más graves afecta a una parte del sistema nervioso central. La fuente de infección está en las secreciones faríngeas y en las heces de personas infectadas.

6.5.2.3.- Los Parásitos (57)

Entre las enfermedades parasitarias que pueden producirse por ingestión de agua, la que tiene más importancia sanitaria en Chile, es la Disenteria Amebiana, producida por el Protozoario Entoameba Histolytica. Esta enfermedad se manifiesta por malestar abdominal y diarreas, pudiendo su origen en muchos casos ser atribuído directamente a la ingestión de alimentos o de agua contaminada.

El problema más grave que se presenta, para evitar que que esta enfermedad se transmita, es la relativa invulnerabilidad del Protozoario al tratamiento por cloro. La filtración con coagulación y decantación previa es el método que da más garantías para la eliminación de estos quistes.

6.5.3.- AGENTES QUIMICOS (25, 57, 61)

En general, cualquiera sustancia química, pasado cierto límite de concentración, es nociva o tóxica.

a) Arsenico (As)

Los compuestos de arsénico son muy tóxicos, ya que una dosis de 100 mg. puede causar, por ingestión, intoxicaciones graves. En el agua potable su concentración debe ser inferior a 0,05 (mg/lts), y por lo general se rechazan las fuentes don concentraciones mayores a 0,1 (mg/lts).

Los compuestos arsénicos producen intoxicaciones crónicas (arsenisismo) debido a su efecto acumulativo; ya que su eliminación del organismo es muy lenta y se elimina por orina, cabello y uñas.

Los síntomas de esta enfermedad, comienzan con la aparición de una pigmentación especial en la piel (Melanodermia), a la cual sucede la formación de endurecimientos palmares y plantares característicos (Keratodermia), degenerando, por último, y manifestándose a veces, como un verdadero cancer arsenial.

Las causas de su presencia son de la actividad industrial y minera, y la contaminación de los escurrimientos superficiales derivada de la aplicación de insecticidas y herbicidas arsenicados.

En Chile se presenta en concentraciones más grandes en la zona cordillerana de las provincias del norte, especialmente en Antofagasta.

b) Selenio (Se)

El selenio aumenta la predisposición a las caries dentales durante los primeros años de vida; produce también intoxicaciones benignas crónicas y puede provocar la selenosis. Esta última es una enfermedad con síntomas parecidos al arsenisismo.

La concentración de este elemento en el agua potable se recomienda que sea inferior a 0,01 (mg/lts).

c) Compuestos del Nitrógeno

Los nitratos en dosis mayores a 60 mg/lts producen la enfermedad Metamemaglobinemia (niños azules), que ataca a los niños menores de 2 meses. Se recomienda que no se consuman aguas con más de 45 mg/lts de nitratos.

d) Iones metálicos no alcalinos (dureza del agua)

Se sabe que las aguas duras exigen mucho consumo de jabón en el lavado e incrustan las cañerías; por otra parte, según algunas correlaciones estadísticas, se supone que las regiones aprovisionadas de agua dulce (más blanda) aumentan los casos de arterioesclorosis Cardiovascular, Cardiopatías regenerativas, Hipertensión y muertes súbitas de origen cardiovascular.

e) Detergentes Amonicos

Los compuestos que son biodegradables dificultan los procesos de tratamiento y autopurificación de las aguas.

En mayor o menor medida son tóxicos para el ser humano. La toxicidad oral crónica de varias de estas sustancias produce irritación del conducto gastrointestinal, lo que, en último término, impide una nutrición adecuada.

f) Cadmio (Cd)

En estado soluble es un emético (produce vómito) poderoso y un irritante gastrointestinal, puede causar tanto intoxicaciones agudas como crónicas.

g) Bario (Ba)

Las sales solubles de Ba que se ingieren tienen una

elevada toxicidad aguda y producen cambios crónicos irreversibles en los tejidos. Provoca efectos tóxicos sobre el corazón, vasos sanguíneos y nervios. Se recomienda que su concentración no sea superior a 0,1 mg/lt.

h) Cianuro (CN)

En dosis menores a 10 mg. el cianuro se destoxifica en el hígado. Su presencia es causada por desehos industriales específicos.

i) Elementos Radioactivos

La contaminación por materiales radioactivos representa un peligro creciente, en cuanto a la calidad del agua se refiere.

Es importante mantener la radioactividad a un mínimo en el agua, y se recomienda que la presencia de elementos radioactivos no deben ser admitidos en las fuentes de agua potable. Es evidente que en ciertas ocasiones esto no es posible, por lo tanto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha promulgado las normas Internacionales y Europeas para el agua potable. Ambas especifican 3 pCi por 1 de emisores alfa y 30 pCi por 1 de emisores beta para el uso durante toda la vida, en poblaciones grandes.

La mayoría de las aguas subterráneas son débilmente radioactivas.

6.5.4.- CAUSAS MAS PROBABLES DE CONTAMINACION

Para indicar las posibles causas de la introducción de tóxicos o agentes patógenos en los sistemas de abastecimientos de agua potable, distinguiré 3 zonas:

A.- La fuente de abastecimiento (aducción, embalse, río, agua subterránea, etc.)

B.- La planta de tratamiento

C.- Matrices y Red de Distribución

6.5.4.1.- Zona A

Esta contaminación es de importancia por los efectos perjudiciales para los consumidores. La causa sería un cambio repentino en la calidad del agua no considerado en el diseño, que iría acompañado de una mala administración (control y muestras). Los problemas, en este caso, serían causados por agentes químicos, radioactivos, ya que los agentes biológicos son retenidos en la planta de tratamiento. Este cambio repentino de calidad puede ser causado por desagües industriales líquidos, actividad minera o la calidad de los terrenos por los cuales pasa el agua, como por ejemplo depósitos de minerales radioactivos o por causas como temporales, crecidas de los ríos, terremotos y accidentes.

En el caso de pozos, que en general pueden usarse, sin ningún tratamiento salvo la desinfección estos tienen la desventaja que contienen con frecuencia sales minerales en gran cantidad y pueden contaminarse debido a: (61)

a) Líquidos Cloacales: La contaminación en estos casos se produce cuando se disponen en lagunamientos en terrenos permeables, pozos negros y cámaras sépticas. También son de importancia las pérdidas de las redes de alcantarillado y de aguas lluvias.

Como norma general, se estima que lo prudente es ale

jar el pozo de agua más de 30 metros del pozo negro y aguas arriba con respecto de este último. En el sentido vertical, la distancia del fondo del pozo negro a la napa debe ser a lo menos 3 metros.

b) Residuos Industriales (sólidos o líquidos)

En caso de residuos industriales líquidos, la contaminación se produce cuando se infiltran.

En cuanto a los residuos sólidos, la contaminación se produce cuando se les da como disposición final el enterramiento.

Se puede contaminar la napa a diferentes niveles por construcción inapropiada de pozos.

c) Malas condiciones de Explotadión

Una sobre-explotación de pozos con excesivo bombeo puede producir una fuerte salinización por intrusión de agua salada de otros acuíferos o del mar, o bien por ascenso o difusión lateral de aguas salinas.

d) Agua de riego

Esta penetra generalmente en el terreno por percolación directa y también de los drenajes artificiales. Esta agua podría tener altas concentraciones de plaguicidas.

e) Otras causas

Por ejemplo roturas accidentales de tanques de almacenamiento de productos químicos o una defectuosa realización de relleno sanitario.

6.5.4.2.- Zona B

Las causas de contaminación se deben a una mala explotación de la planta de tratamiento: mala dosificación de compo-

coagulantes, mala desinfección, y:

- Accidentes por efectos de desastres naturales co
  es el caso de las cenizas volcánicas que caen a u
  planta de tratamiento. Estas se disuelven en el
  agua, dejándola ácida.
- Caso de inundaciones
- Sabotaje: introducción de contaminantes por enfer
  mos mentales o con fines bélicos.

Para los estanques de regulación son válidas las mis mas consideraciones que en la Zona A, pero además, podría existir un peligro de contaminación por agentes biológicos, que en el caso de plantas de tratamiento son retenidos. Este problema se presenta al existir una gran contaminación biológica y una baja dosis de cloro residual.

6.5.4.3.- Zona C

En esta zona, la causa de contaminación podría ser provocada por la obstrucción de las cañerías y la penetración en ella de contaminantes. Dicha obstrucción puede ser causada por desastres (como terremotos, explosiones), por la antigüedad de aquélla, por la calidad de agua (dureza), y otras como son las causadas por la excavación de otras redes. Los contaminantes que se introducen son los ya mencionados anteriormente, dependiendo de la zona en que esté la rotura.

Otras causas podría ser: un déficit del cloro residual, una inundación con agua contaminada (napa o aguas servidas) o una onda cálida que aumentaría bastante la temperatura, dejando condiciones óptimas para la vida bacteriana.

El riesgo de este tipo de contaminación dependerá en gran medida del buen funcionamiento de las plantas de tratamientos, con una buena explotación y control del agua. En los sectores que son abastecidos con esa agua es obligación del S. N. S. tomar muestras necesarias previas a su uso.

De acuerdo a lo estipulado por el S. N. S., es necesario que en las redes de distribución se mantenga una dosis de cloro libre residual de 0,2 a 0,3 mg/lt no debiendo bajar de 0,1 mg/lt. Se acepta hasta un mínimo de 0,05 mg/lt en los terminales de la red.

6.6.- OTROS

En este punto mencionaré algunos antecedentes relaci nados con otros tipos de desastres, no incluídos anteriorment

6.6.1.- CONTAMINACION DE AGUAS

Se ha detectado un gran número de zonas del litoral aguas continentales que se encuentran contaminadas por ser re toras de aguas servidas o industriales sin previo tratamiento Como consecuencia se observan daños en los recursos marinos, drológicos y agrícolas, playas, balnearios y en las fuentes de suministro de agua potable.

De las industrias que provocan contaminación ocupan u lugar relevante las pesqueras, refinerías, petroquímica, celul sa, siderurgicas y textiles. Se suman a ellas los relaves de nerales (contaminación de ríos) y la actividad portuaria. (52

6.6.2.- CONTAMINACION ATMOSFERICA

Con excepción de algunos casos específicos, este prob ma se concentra en Santiago. Esta ciudad posee una ubicación geográfica muy desfavorable, ya que se encuentra rodeada de ca nas montañosas que le impiden una fácil ventilación; esta cond ción es agravada por una inversión de temperatura a muy baja a tura, frecuentes en las estaciones de otoño e invierno.

Entre las fuentes emisoras que producen la contamina- ción atmosférica, se destacan:

- Vehículos motorizados
- Calefacción doméstica y calderas industriales
- Incineradores de basuras domésticos e industriales
- Industria fumígena ubicada en sectores inadecuados.(

6.6.3.- ACCIDENTES DEL TRANSITO

Los accidentes del tránsito constituyen en Chile un grave problema. Analizando solamente el año 1972, se tienen las siguientes cifras:

Nº Accidentes	25.033
Nº Heridos Graves	6.590
Nº Muertos	1.792
Nº Vehículos	372.057
Nº Habitantes	10.323.400

De las cuales pueden deducirse la Tasa por 100.000 habitantes de 242,5; 63,8; 17,3 y la Tasa por 10.000 vehículos de 672,9 177,1; 48,2 para los accidentados, graves y muertos, respectivamente.

Las causas principales de accidentes se deben:

- El peatón cruza por delante o detrás del vehículo detenido.
- Autómovil que no lleva distancia prudencial con el vehículo de adelante.
- Exceso de velocidad. (52)

6.6.4.- PERDIDAS DE SUELOS

Una de las principales formas de deterioro de los suelos agrícolas es la erosión, que alcanza a un 61,1% de la superficie total agrícola; esto significa que de 31 millones de hectáreas, 18,9 millones presentan problemas de erosión en diversos grados. Se suman a la causa anterior los incendios forestales, que en la temporada 1971-1972 afectó a una superficie de 82.397 Há.

Otras formas de pérdidas de suelos en el país son la desertización, el avance de las dunas, la tala irracional de bos-

ques, etc. Como ilustración se puede señalar que los 740.000 Km^2 de la superficie de Chile Continental, 540.000 Km^2 corresp den a desiertos, zonas escarpadas y montañosas, (73%)

Además, existe el problema de la contaminación, que f vorece esta perdida de suelos: el uso de productos químicos (secticidas y herbicidas) sin control técnico, el uso de abonos en cantidades indebidas y de tipo no adcuado al suelo y por el riego con aguas de alcantarillado y residuos industriales sin tratamiento acondicionador. (52)

Existen muchos problemas por estudiar relacionados cor los desastres, por ello es necesario que todos los profesionale cooperen de una u otra forma en esta gran tarea que interesa a toda la humanidad.

6.8.5.- ACCIDENTES MINEROS

Un riesgo potencial lo constituyen las escorias de des cho, mineros e industriales. La consistencia y estructura de las escorias talvés no queden estabilizadas enteramente, lo que puede provocar deslizamientos por influencia de algún factor ex terno, como lluvias torrenciales, una onda de choque, un estam- pido supersónico, un terremoto, etc. Las consecuencias podrían ser similares a las de un deslizamiento de tierras.

Existen además, altos riesgos, tanto en la superficie como en el subsuelo, cuando se han efectuado trabajos de minería y no se ha procedido al rellenamiento de las escavaciones de la- boreo minero.

Es muy importante coordinar los planes para la explota- ción minera subterránea con las obras de desarrollo en la super-

ficie.

6.6.6.- ACCIDENTES AEREOS Y FERROVIARIOS

Las zonas más vulnerables son las proximidades de los aeropuertos principales en la prolongación de las líneas de despegue. La mayor parte de los desastres de aviones se producen al despegar, al aterrizar o durante las maniobras de aproximación para el aterrizaje.

Los nudos ferroviarios de intenso tráfico representan una zona de riesgo potencial. Los efectos de los accidentes en los lugares circunsdantes dependen más de la clase de mercancías que se transportan, que de los propios accidentes.

C A P I T U L O VII

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

7.4 CONCLUSIONES GENERALES

7.1.- OBSERVACIONES GENERALES CITADAS POR LA UNDRO (48, 49, 5

7.1.1.- CRITERIOS ECONOMICOS

En muchos países propensos a los desastres, el porcentaje del Producto Nacional Bruto que se pierde cuando estos se producen podría ser lo suficientemente alto como para disminuir, y aún, anular cualquier crecimiento real de la economía. Por lo tanto, no cabe considerar los desastres exclusivamente como problemas de carácter humanitario y social. Constituye también un problema para el desarrollo de magnitud potencialmente grande. En muchos casos pueden prevenirse o atenuarse los efectos de los desastres, por otra parte, la mayoría de las medidas preventivas básicas son también menos costosas.

7.1.2.- PREVENCION Y MITIGACION

La humanidad no puede, todavía, impedir que ocurran y tengan consecuencias la mayoría de los fenómenos naturales. Pero sí es posible impedir que esos fenómenos tengan efectos desastrosos o mitigar sus consecuencias conociendo sus modalidades de comportamiento y se delimiten las zonas expuestas al peligro. Las posibles acciones contra los diversos fenómenos desastrosos se muestran en el cuadro Nº 16, que se incluye a continuación:

CUADRO Nº 16

"ACCION POSIBLE FRENTE A LOS DISTINTOS DESASTRES"

CLASES DE FENOMENOS NATURALES	ACCION POSIBLE MEDIANTE MEDIDAS DE PLANIFICACION
Terremotos	Mitigación. La única prevención consiste en prescindir de las zonas propensas a los terremotos.
Erupciones Volcánicas	Mitigación.
Tsunamis y Olas de Mareas	Mitigación y prevención evitando los emplazamientos de riesgo potencial, señal de alerta.
Ciclones, Huracanes	Mitigación. Señal de alerta.
Corrimientos de Tierras	Mitigación. En algunos casos podrían ser eficaces medidas preventivas de Ingeniería.
Inundaciones fluviales	Prevención (por ejemplo: Obras de ingeniería para la regulación de los ríos). Mitigación, por ejemplo pronósticos y zonificación.
Incendios	Mitigación.
Catástrofes provocadas por el hombre	Prevención y mitigación.

7.1.3.- PLANIFICACION FISICA DE UNA CIUDAD

Lo más importante en la planificación física de una ciudad para hacerla resistente a las catástrofes naturales, es una selección apropiada de la ubicación del desarrollo.

La primera medida de importancia decisiva consiste, por consiguiente, en evaluar cuidadosamente las condiciones naturales

existentes.

La segunda medida es definir las zonas de diferentes grados de riesgo potencial.

La tercera medida es definir las modalidades de aprovechamiento de la tierra (la ubicación de los diversos programas de desarrollo) mediante la selección de las zonas disponibles menor riesgo se situarán allí los componentes más importantes la ciudad, que son generalmente las zonas residenciales e industriales.

7.1.4.- ZONA DE ALTO RIESGO

Incluyen:

a) Zonas sísmicamente activas y de fallas sísmicas.
b) Planicies de inundación fluvial.
c) Planicies de inundación de olas de marea.
d) Zonas sometidas a riesgos especiales de tormentas tropicales.
e) La proximidad de volcanes activos.

7.1.5.- CLASES DE DESARROLLO DE ALTA VULNERABILIDAD

Las más corrientes son:

a) Elevada concentración de población.
b) Fuerte concentración de actividad económica (sobre todo manufacturera).
c) Instalaciones de comunicaciones de importancia clave.
d) Nudos principales de transporte.
e) Instalaciones principales de defensa.

7.1.6.- MEDIDAS DE PLANIFICACION

7.1.6.1.-Definición de las zonas excluídas de todas las clases de desarrollo

a) Ubicar nuevas ciudades y poblados en zonas de mínimo ri riesgo posible (por ejemplo: Los de menores probabilidades de terremotos, los situados a mayor altura que las planicies de inundación, etc.).

b) Limitar la ulterior expansión de los asentamientos existentes en las zonas de alto riesgo.

c) Evitar el emplazamiento de nuevas instalaciones manufactureras y almacenamientos en zonas de alto riego.

7.1.6.2.-Descentralización de la población y las actividades económicas

Una política eficaz para descentralizar la población y las actividades económicas, exige, entre otras cosas:

a) Un concepto de planificación socioeconómica y física para toda una red nacional o regional de asentamientos.

b) Un emplazamiento cuidadoso de las nuevas instalaciones industriales, con el fin de fomentar el desarrollo de una modalidad de asentamiento adecuado y conveniente.

7.1.6.3.-Red regional de transportes

El diseño de este sistema debería seguir, en lo posible, las siguientes pautas generales:

a) Se debe evitar que las carreteras y ferrocarriles principales de importancia regional y nacional pasen por planicies de inundación y otras zonas de alto riesgo.

b) Cuando atraviesen zonas de alto riesgo, deberá haber, como alternativa, otras posibles carreteras y empalmes

7.1.6.4.-Sistemas regionales de telecomunicaciones

Las características técnicas de estos sistemas deberán garantizar su capacidad operacional cuando queden interrumpidas las fuentes corrientes de energía y cuando se rompan las instalaciones exteriores (por ejemplo: Los cables), debido a las lluvias torrenciales o a los vientos.

7.1.6.5.-Sistemas regionales o nacionales de suministro eléctrico

Los sistemas regionales y nacionales de suministro de energía eléctrica tienen que estar integrados y deberán ofrecer otras fuentes de suministro y líneas supletorias de transmisión (alta tensión).

7.1.6.6.-Establecimiento de centros regionales para acciones de emergencia

Una región propensa a los desastres deberá estar dotada de varios centros de emergencia.

La función de tales centros deberá mantener en reserva suministros de emergencia, tales como:

a) Alimentos y medicinas.

b) Materiales de construcción y herramientas sencillas para la construcción.

c) Elementos prefabricados para la construcción de viviendas provisionales.

d) Componentes de construcción para reparar estructuras

de ingeniería (puertos, viaductos, etc.)

e) Material y equipos necesarios para las medidas de emergencia destinados a la protección contra las inundaciones.

f) Cualquier otro equipo de emergencia, según las necesidades y condiciones locales.

Los centros de emergencia deberán estar situados en las zonas que ofrezcan la mayor seguridad posible dentro de una región.

7.1.6.7.- Prontuario y sistemas regionales para la acción de emergencia.

Deberá definir:

a) Las zonas que han de ser evacuadas tanto al producirse una alerta anticipada como después de la catástrofe.

b) Las rutas y los medios de evacuación.

c) Lugares o espacios para refugio y alojamiento provisionales.

7.1.7.- ZONAS DE RIESGO NATURAL

Al planificar las modalidades de desarrollo físico de cualquier asentamiento, una de las medidas iniciales más importantes consistirá en evaluar las condiciones tectónicas, geológicas, fisiográficas y climáticas existentes, con el fin de definir las zonas (áreas) de riesgo potencial y los niveles diferenciados de riesgo.

Esta información servirá como pauta fundamental para planificar el aprovechamiento de la tierra, seleccionar terrenos destinados a los diversos programas de desarrollo y ubicar

edificios y otras estructuras.

7.1.8.- ZONAS EDIFICADAS CUYOS DAÑOS PUEDEN ACARREAR CONSECUEN
CIAS ESPECIALMENTE GRAVES (zonas de alto riesgo socia
y/o económico)

A este respecto existen dos áreas altamente sensibles:

7.1.8.1.-Zonas residenciales para grupos de población de ingre-
sos bajos

Como consecuencia de una catástrofe, en esta zona habr

a) Probabilidad de un elevado número de muertos.
b) Probabilidad de enfermedades epidémicas y hambre.
c) Miseria humana.
d) Posibilidad de inquietud social.
e) Imposición de una pesada carga inmediata sobre una eco
nomía local desintegrada, debido a la falta de recurso
locales para la reconstrucción, etc.

7.1.8.2.-Zonas industriales contiguas

Como consecuencia, la ciudad tendrá que soportar: Da-
ños en su economía, desempleo, interrupción de los suministros
y un prolongado y costoso proceso de reconstrucción, que habrá
de combinarse con la modernización.

7.1.9.- RECONSTRUCCIÓN DE UNA CIUDAD DESTRUIDA

En el transcurso del presente siglo sólo una minoría mu
limitada de ciudades destruidas por causas naturales o por la
guerra han sido reconstruidas en forma planificada y mejorada.
En la mayoría de los casos, el apremio de las necesidades inmedi
tas y el oportunismo de las autoridades locales tuvo como conse-

cuencia que se persistiera en antiguos errores y absurdos en la configuración de una ciudad. La reconstrucción se acomodó a las estructuras vulnerables que existían antes de la destrucción.

Entre los componentes principales que han de mejorarse figuran: las modalidades funcionales y de aprovechamiento de la tierra; el nivel de desarrollo; y las redes del transporte.

7.1.10.- ZONIFICACION Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA

Al planificar las modalidades de aprovechamiento de la tierra, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

7.1.10.1.-Evitar el riesgo de un desarrollo mixto y de la proximidad física de ciertas funciones y clases de desarrollo

La mezcla de las funciones residenciales con las funciones de producción (talleres, instalaciones industriales, etc.) aumenta el riesgo potencial de una explosión o incendio y conflagración, como consecuencia de la catástrofe inicial o como resultado de los efectos subsiguientes de los desastres naturales. Podría permitirse la ubicación de talleres en zonas residenciales que no entrañen riesgo de explosión e incendio y donde su producción no tenga efectos nocivos.

La proximidad física de edificaciones con una concentración elevada de personas (mercados, teatros o cines, salas públicas, escuelas, etc.), a las instalaciones industriales o incluso a los edificios residenciales podrían agravar la situación en el caso de una catástrofe.

7.1.10.2.- Segregar los distintos aprovechamientos funcionales de la tierra

Separar los elementos de desarrollo industrial y las instalaciones de almacenamiento de los distritos residenciales y comerciales.

7.1.10.3.- Aislar, mediante espacios abiertos (cinturones verdes) los elementos de desarrollo de alto riesgo de las zonas de desarrollo urbano

Esto se aplica a todas las instalaciones industriales que representen un riesgo potencial de explosión, a las zonas e instalaciones de almacenamientos para conservar materiales y sustancias combustibles, a los principales nudos ferroviarios y de carreteras y a los aeropuertos.

7.1.10.4.- Descentralizar los servicios económicos y administrativos de importancia clave dentro de una ciudad

Con el fin de disminuir el riesgo de una parálisis total de las actividades productivas y administrativas (gubernamentales) en las zonas propensas a los desastres, es preferible que las zonas industriales y comerciales estén descentralizadas. Sus funciones deberán dispersarse en una zona urbanizada más extensa que abarque varios distritos industriales o varios centros administrativos y comerciales.

7.1.10.5.- Mantener a un nivel bajo las densidades de desarrollo

Podría indicarse como regla general que cuanto más baja sea la densidad, menor será el nivel de riesgo y vulnerabilidad.

La densidad podría expresarse principalmente con el empleo de dos indicadores perfectamente conocidos; el número de personas por unidades de superficie (kilómetro cuadrado, hectárea) o la proporción entre la superficie de un bloque de edificios y la suma de las superficies de los pisos utilizables en los edificios del bloque.

El primer indicador aclara el nivel de peligro para la vida humana y la magnitud de los servicios y operaciones de salvamento que se requieren (es decir, el número de personas que habrá que evacuar, la capacidad del sistema vial y los campos de evacuación), el segundo indicador significa el nivel de riesgo debido a una concentración excesiva de edificios.

Algunos informes indican que la densidad de población, cuando excede de 200 personas por hectárea en las zonas residenciales, incrementa el riesgo de pérdidas en masa provocadas por un terremoto y agrava las operaciones de rescate.

Otros informes indican que el desencadenamiento de de una tormenta de viento inducida por un gran incendio, se facilita cuando más de un tercio del terreno se encuentra bajo techo.

Algunas ciudades reconstruidas en decenios recientes en forma planificada, ocupan como promedio una superficie 3 veces mayor que la que cubrían antes de ocurrir la catástrofe.

7.1.10.6.- Formular los reglamentos de zonificación basados en la calidad de los materiales y de las estructuras de construcción

En la mayoría de los casos, las autoridades locales de planificación tienen facultades para establecer normas regu-

ladoras relativas a la clase y calidad de los materiales de co
trucción y al diseño estructural, en relación con cada zona de
aprovechamiento de la tierra, definida en un plan de desarroll
físico. En la planificación deberán utilizarse esas normas de
combinación con la reglamentación sobre las densidades del des
rrollo (una densidad más baja podría permitir el empleo de mat
riales de construcción de menor calidad de resistencia).

7.1.11.- FUNCION ESPECIAL DE LOS ESPACIOS ABIERTOS

Incumbe a los espacios abiertos un papel importante p
ra mitigar el alcance y las consecuencias de la mayoría de los
desastres, tanto los naturales como los provocados por el hombr

Su función, al ocurrir una catástrofe, es doble:

a) Aislar entre sí las zonas de riesgo potencial, para l
calizar de esa manera la acción de las fuerzas destru
tivas e impedir la expansión de una cadena desastrosa
de acontecimientos (por ejemplo: terremoto, incendio
conflagración).

b) Servir como medio de emergencia para el acceso, escape
y alojamiento.

Como no se pueden mantener espacios abiertos sin asig-
narles alguna utilización, estos se utilizan como:

a) Zonas de recreo, parques, terrenos deportivos.

b) Cultivo agrícola y jardinería.

c) Cinturones forestales.

... / ...

7.1.12.- REDES DE INFRAESTRUCTURA

7.1.12.1.- Red de carreteras

Las normas generales deben garantizar:

a) Que cada distrito urbano o parte de una zona urbanizada tenga, por lo menos, dos carreteras de acceso. Por razones económicas, las carreteras de acceso como alternativa de paso podrían construirse, siempre que sea posible, en una forma sencilla (menos costosa).

b) Que las carreteras y calles principales queden integradas con otras vías libres y accesos como alternativa a los puntos focales importantes en la ciudad y con otros empalmes con las carreteras regionales o nacionales.

c) La extensión de la zona de servidumbre de paso de las las carreteras principales deberá tener suficiente anchura para evitar el bloqueo de las líneas de tránsito al derrumbarse los edificios.

d) Deberá evitarse que las vías libres principales, siempre que sea factible, crucen zonas de alto riesgo.

e) Las rutas de evacuación y emergencia deberán quedar señalizadas de modo especial y estar protegidas contra cualquier bloqueo incidental.

Dentro de una red de carreteras, son especialmente vulnerables a los atascos y presentan un alto riesgo potencial los siguientes puntos:

a) Los pasos inferiores y superiores.

b) Los puentes y viaductos.

c) Los túneles.

El derrumbamiento de cualquiera de esas estructuras o la inundación de un paso inferior o túnel, podría paralizar partes vitales del sistema de transporte y podría contribuir a que se intensificasen los efectos desastrosos de una catástrofe. Podría demorar, asimismo, de manera radical las acciones de emergencia (evacuación) y las operaciones de prevención de riesgo. Para atenuar tales peligros, en todos los puntos potenciales de atasco deberá haber desviaciones de emergencia y rutas como posible alternativa.

7.1.12.2.- Ferrocarriles

Los empalmes ferroviarios deberán establecerse como sistema de vías directas, o todavía mejor, como sistema circular con numerosas conecciones a la red nacional o regional de ferrocarriles, en forma similar al sistema de red de carreteras.

Hay un gran riesgo de que las estaciones terminales y los sistemas de puntos terminales de las líneas ferroviarias, pierdan fácilmente su capacidad ocupacional, incluso por accidentes menores en una línea de aproximación o por una interrupción en una de esas líneas, ocasionadas por un terremoto o una inundación. Por consiguiente, deberá evitarse esa eventualidad.

Las estaciones de clasificación deberán estar situadas en las zonas de menor riego de que pueda disponerse localmente, aisladas de otras zonas de desarrollo por cinturones verdes.

La extensión de la zona de servidumbre de paso de las líneas ferroviarias deberá ser lo suficientemente ancha para

proteger a las vías de los efectos de derrumbamiento de estructuras y de la caída de árboles, postes eléctricos y telefónicos y de los efectos de los incendios dentro de las zonas edificadas próximas.

7.1.12.3.- Abastecimiento de agua

Es tarea importante asegurar el abastecimiento de agua durante una situación de emergencia. Una interrupción del suministro de agua en tales ocasiones podría acarrear consecuencias nefastas y puede desencadenar una nueva catástrofe y de mayores consecuencias.

En una situación de emergencia se necesita agua para el consumo y para la extinción de incendios. El sistema de abastecimiento urbano de agua deberá asegurar que queden atendidas ambas necesidades, incluso en el caso de que la red se destruya parcialmente por los efectos de un terremoto.

Las condiciones principales para cumplir estos requisitos consisten en proporcionar:

a) Más de una fuente de abastecimiento de agua y otras fuentes alternativas de abastecimiento de emergencia (por ejemplo; pozos profundos).

b) Sistemas de circuito cerrado de canalizaciónes y de cañerías de suminstro para todas las partes diferenciadas de una zona urbanizada. El sistema de circuito cerrado, en oposición al sistema de "extremos cerrados", ofrece la ventaja de que cuando se rompe una cañería determinada, puede continuar el abastecimiento en otra dirección. Cuando se disponga de la

tecnología adecuada, podría ser admisible construir una galería subterránera integrada para todos los servicios públicos de esa clase.

La rotura de canalización y otras cañerías representa un peligro potencial de inundación de los pasos viales inferiores, los túneles (del metropolitano), las zanjas y los sótanos de los edificios. Al efectuar el trazado de las canalizaciones, deberá tenerse cuidado en situarlos a una distancia adecuada de la galería y otros espacios subterráneos vulnerables.

La contaminación del agua en la fuente de abastecimiento o en las tuberías, dicha contaminación podría resultar nefasta para la salud humana. Las fuentes de abastecimiento deberán quedar protegidas contra la contaminación ocasionada por inundaciones; incendios y explosiones, mediante el establecimiento de cinturones protectores de aislamiento formados por espacios abiertos, pero inaccesibles y mediante obras de ingeniería de protección.

En todas las zonas de alto riesgo es imperativo salvaguardar el suministro de agua de emergencia para la extinción de incendios, exista o no un sistema de abastecimiento de agua, las instalaciones industriales importantes y los edificios públicos más vulnerables deberán poseer fuentes propias de suministro de agua de emergencia. En las zonas residenciales el problema podría quedar parcialmente resuelto mediante la construcción de depósitos de agua al aire libre, también podrían utilizarse para este fin algunas piscinas.

La experiencia de Europa, desde la Segunda Guerra Mundial indica que en las zonas de edificación densa, el radio de

servicio de un depósito de agua de esa clase no deberá exceder de 500 metros, y que su capacidad deberá ser de 150 a 250 m^3.

7.1.12.4.- Alcantarillado y drenaje

En las zonas propensas a terremotos o inundaciones, parece ofrecer más ventajas la construcción de sistemas separados de alcantarillado doméstico y de drenaje de las aguas de lluvia que los sistemas combinados.

En las regiones donde se registran lluvias torrenciales y donde un terremoto podría destruir un sistema de drenaje de las aguas lluvias, se recomienda un sistema de emergencia de zanjas al aire libre para la evacuación de las aguas de superficie. Los elementos principales de una red de carreteras deberán llevar cunetas o zanjas para protegerlos contra las inundaciones.

7.1.12.5.- Suministro de Energía Eléctrica

Los sistemas locales de suministro eléctrico deberán quedar incorporados, siempre que sea posible, a un sistema más amplio a escala regional o nacional. Si esto no resulta posible, deberá hacerse lo necesario para que el sistema disponga de más de una fuente de suministro.

Las líneas de alta tensión de suministro de energía eléctrica deberán contar con una zona de servidumbre de paso salvaguardada en forma de una franja de terreno abierto, sin edificaciones de ninguna clase. Es imperativo prohibir que esas líneas pasen sobre los tejados de los edificios residenciales, los establecimientos industriales y las zonas de almacenamiento.

Deberá evitarse en lo posible los cables de tendido aéreo de conducción de electricidad en regiones azotadas por tor-

mentas tropicales.

Los edificios públicos, los hospitales y otros elementos vulnerables de la ciudad deberán contar con fuentes propias de suministro de emergencia de energía eléctrica.

Las vías públicas principales y las carreteras de evacuación deberán tener sistemas de iluminación de emergencia que se alimenten de fuentes de suministro independiente.

7.1.12.6.- Gas

Ha de evitarse, en lo posible, la utilización de gas a cañerías en las zonas propensas a terremotos.

7.1.12.7.- Calefacción central de distrito

No se recomienda la calefacción central de distrito dentro de zonas sísmicamente activas. Cuando esté justificada por otros motivos, deberá establecerse con todo cuidado, con empleo de juntas elásticas, y deberá utilizarse un sistema de baja presión en lugar del sistema más popularizado de alta presión

7.1.13.- NORMAS GENERALES PARA LAS MEDIDAS DE PROTECCION

Las siguientes normas generales deberán guiar toda la labor de planificación física detallada encaminada a aplicar medidas para la protección contra desastres:

a) Ubicar los edificios y otras estructuras de ingeniería en aquellas zonas y terrenos que, por sus condiciones naturales, ofrezcan el riesgo menor de catástrofe.

b) Configurar los edificios, otras estructuras y arquitectura del paisaje de manera que se produzca el mí

nimo de obstrucción al libre paso de los elementos y fuerzas naturales (por ejemplo: inundaciones, olas de avenidas y tormentas) para contribuir de ese modo a evitar una acumulación de fuerzas destructivas dentro de las zonas edificadas.

c) Tener presente las situaciones en que el derrumbamiento de una estructura podría dañar o paralizar otra estructura o elementos vitales de las redes de servicio urbano.

d) Diseñar los esquemas relativos al desarrollo de un proyecto determinado y de un distrito de la ciudad de manera que puedan comprenderlas con facilidad personas legas en la materia, para evitar la confusión y el pánico en las horas de catástrofe y en las evacuaciones de emergencias.

7.1.14.- NORMAS Y REGLAS DE SEGURIDAD

Las normas y reglas locales, basadas en las condiciones de la localidad (tipo y nivel de riesgo, condiciones sociales y viabilidad económica) deberán servir de base para elaborar planes detallados y los planos técnicos de construcción.

Estas normas y reglas deberán estar relacionadas con:

a) La densidad de población.

b) La concentración de población en espacios abiertos y en edificios públicos.

c) La intensidad de desarrollo.

d) Las normas sobre la extensión de la servidumbre pública de paso en las carreteras de evacuación.

e) Los códigos de protección contra incendios.

7.1.15.- EDIFICIOS

A continuación se enumerán, como ejemplo, algunos criterios importantes para el diseño de la construcción:

7.1.15.1.- Altura de los edificios

a) La altura posible de los edificios depende de las racterísticas de vibración del suelo y de la respuesta dinámica del edificio. Este factor es importan en zonas sísmicamente activas.

b) En las planicies de inundación, es conveniente que los edificios más elevados se construyan con materiales de construcción hidrorresistentes y suficientemente sólidos, puesto que podrían servir como refugios temporales muy importantes para la evacuación.

c) En cada región sometida a vientos fuertes y violentos deberá comprobarse detenidamente la resistencia al viento de los edificios altos.

7.1.15.2.- Forma de los edificios

La configuración horizontal de un edificio es de importancia principal para la supervivencia durante un terremoto. (Figura Nº 24 a)

Las formas deberán ser lo más sencillas posibles. Una forma óptima teóricamente es la torre redonda, pero también podría recomendarse una forma horizontal cuadrada o rectangular corta.

Deberán evitarse las formas siguientes:

a) Los edificios muy largos.

b) Formas en "L" o en Zig-Zag.

c) Alas añadidas a la unidad principal.

d) Patios interiores.

La configuración vertical de un edificio deberá ser lo más sencilla posible (Figura Nº 24 b). Deberá evitarse lo siguiente:

a) Grandes diferencias en las alturas de distintas partes del edificio.

b) Torres pesadas y otros elementos decorativos colocados en la parte más alta de un edificio.

Por regla general es importante que la configuración de los edificios sea lo más sencilla posible y que se mantenga la homogeneidad en las formas y en el diseño estructural.

7.1.15.3.- Elementos decorativos

Es importante evitar el empleo de elementos decorativos, puesto que tales elementos se pueden romper y caer.

a) Son especialmente vulnerables:

a) Los balcones volados.

b) Los elementos decorativos.

c) Las cornizas pesadas, etc.

7.1.15.4.- Grupos de edificios

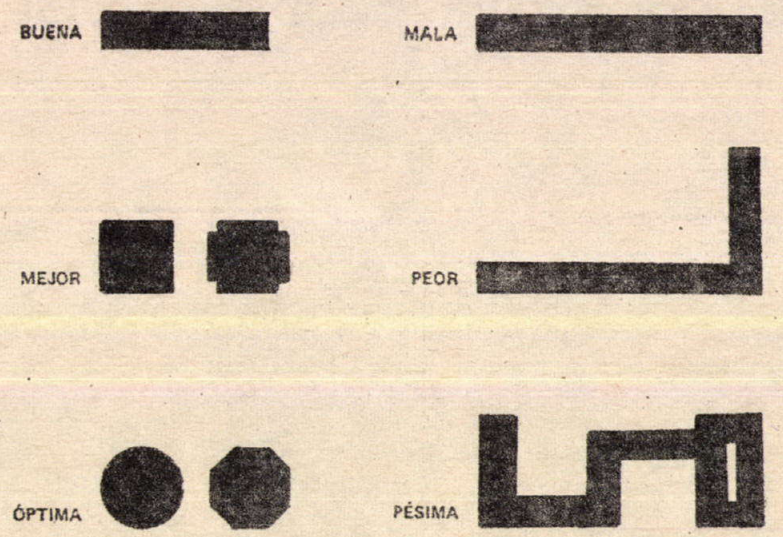
Habrá que determinar la distancia entre los edificios para impedir que, al derrumbarse uno éste caiga sobre otro. La distancia deberá ser suficientemente grande como para garantizar que el espacio abierto entre los edificios no pueda quedar totalmente cubierto por las estructuras que se derrumben. (Figura Nº 25)

FIGURA Nº24

(48)

A

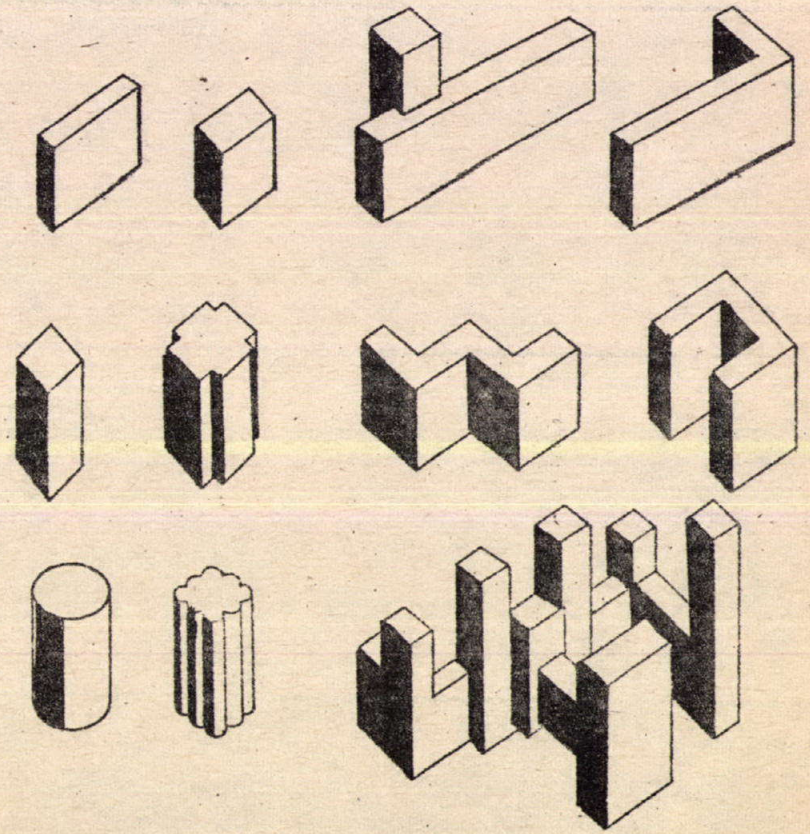
Formas de edificios



BUENA **MALA**

B

Formas de edificios



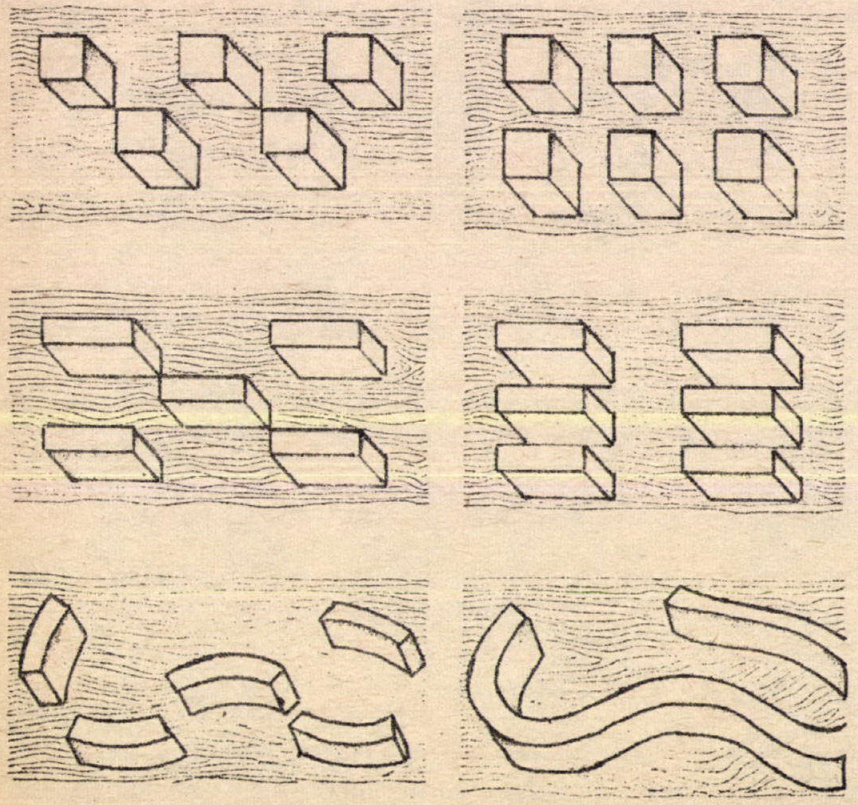
BUENA **MALA**

FIGURA Nº 25

(48)

A

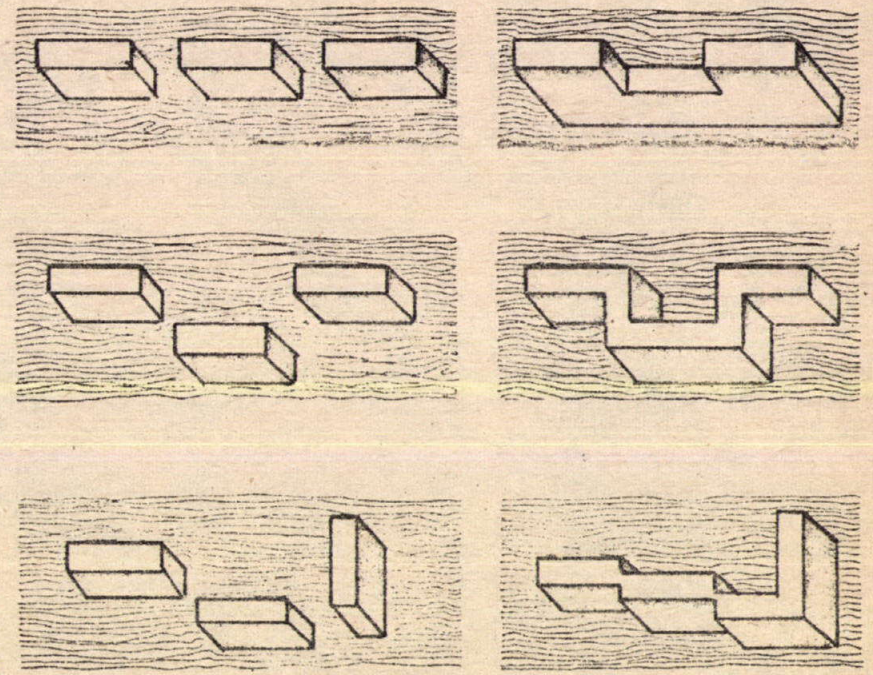
Disposición de edificios



BUENA MALA

B

Disposición de edificios



BUENA MALA

Las distancias recomendadas son:

a) No inferior a vez y media la suma de las alturas de 2 edificios opuestos, o mejor aún, dos veces la suma de esas alturas.

b) Cuando los edificios estén situados en posición diagonal uno respecto del otro, la distancia entre las esquinas opuestas podría ser menor.

La distancia entre los edficios que ofrecen un alto riesgo de incendio, entre estos edificios, los edificios residenciales habrá de estar reglamentada por ordenanzas de protección contra incendios.

La interrelación espacial dentro de un grupo de edificios deberá diseñarse de manera que se tenga en cuenta el efecto de obstrucción que pueden crear al paso libre de viento.

Algunas disposiciones espaciales de un grupo de edificios podría generar corrientes locales y producir ciertos efectos sobre el micro-clima local.

7.1.16.- OTRAS MEDIDAS DE SEGURIDAD

7.1.16.1.- Edificios residenciales

Los bloques de apartamento necesitan: (Figura Nº 26)

a) Salidas al pie de la escala principal a ambos lados de un edificio.

b) Salidas para caso de incendio o escaleras de emergencia, libre acceso a cada bloque de apartamentos desde dos lados opuestos.

7.1.16.2.- Edificios Públicos

Estos edificios están diseñados para concentraciones de un gran número de personas. Los requisitos son:

a) Libre acceso desde todos los lados.

b) Salidas y rutas de evacuación dentro del edificio y alrededor de él.

Son edificios especialmente vulnerables, que exigen un diseño muy cuidadosos y resistente a las catástrofes.

a) Los centros de comunicaciones.

b) Los hospitales.

c) Las escuelas (podrían utilizarse para alojamiento de emergencia).

d) Las oficinas centrales administrativas.

e) Los hoteles, los restaurantes y las salas de baile.

f) Los grandes almacenes comerciales y los supermercados.

7.1.16.3.- Edificios Industriales

Cada edificio dentro de un complejo industrial deberá contar con un fácil acceso, lo cual habrá de tenerse en cuenta en el diseño.

7.1.17.- RED DE CARRETERAS

En la estructura vial detallada deberá tenerse en cuenta lo siguiente: (Figura Nº 26 b)

a) Hay que evitar que halla calles sin salida por ambos extremos.

b) Tiene que haber accesos de emergencia a los patios

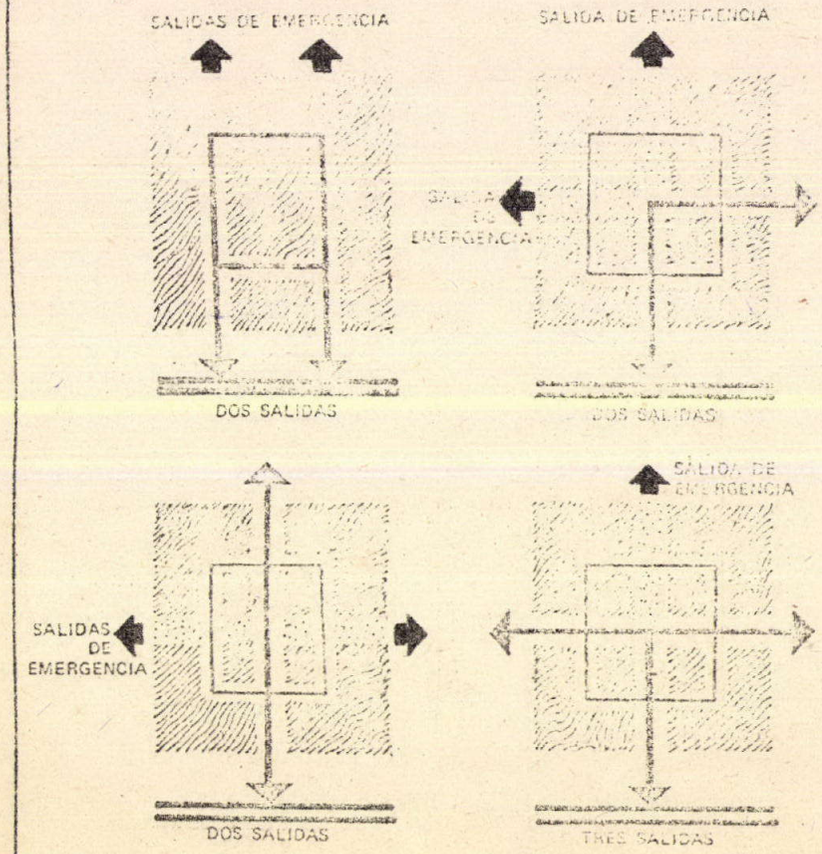
FIGURA Nº 26

(48)

A

Salidas de las unidades de vivienda

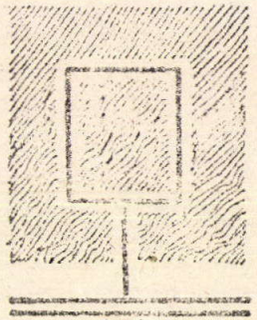
¡Siempre más de una salida!
+Salidas de emergencia / Cinturones verdes /



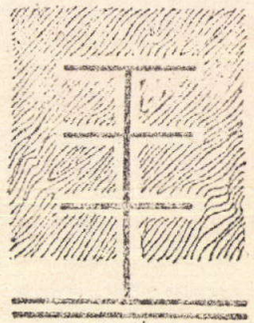
B

Salidas de las unidades de vivienda

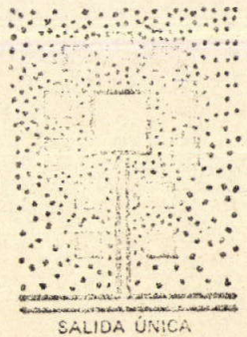
¡Nunca una sola salida!



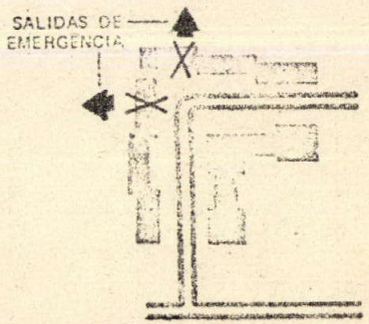
¡Calles con un solo acceso, no!



¡Calles con un solo acceso, no!



¡Los angulos de las calles no deben quedar obstruidos por edificios!



MALA

interiores, dentro de los conjuntos residenciales, industriales y de otra índole.

c) Tiene que haber una clara definición de las vías públicas principales, los pasos auxiliares de emergencia y las carreteras y rutas de evacuación.

Por regla general, el diseño de las principales carreteras tiene que ofrecer seguridad de que la carretera no quedará bloqueada por el derrumbamiento de edificios o de otras estructuras, de inundación accidental, o por la caída de cables de tendido aéreo, la caída de árboles y los atascos accidentales del tránsito.

Los cruces de las cables principales que haya de utilizarse como carreteras de accesos de emergencia y como carreteras de evacuación, podrían diseñarse de conformidad con las pautas siguientes:

a) La distancia entre los edificios y la línea de tránsito deberá ser igual o mayor que la altura del edificio.

b) Se recomienda que existan dos calzadas separadas de tránsito.

c) La franja verde central entre las calzadas de tránsito, siempre que sea factible, deberá ser igual o mayor que una de las calzadas, para utilizarla en caso de emergencia como calzada adicional de tránsito o para el tránsito de peatones (evacuación) o como zona de almacenamiento de energía.

d) Las tuberías de conducción de agua y otros elementos

de infraestructura deberán estar situados debajo de la franja central y no debajo de las calzadas de tránsito, para evitar que el tránsito quede interrumpido accidentalmente.

e) Los árboles a lo largo de las carreteras y vías principales deberán plantarse a una distancia suficiente de las calzadas de tránsito para evitar que éstas queden bloqueadas si caen dichos árboles.

Referente a los equipos accesorios se debe tener presente lo siguiente:

a) Por regla general, el emplazamiento de estos equipos en las calles, deberá realizarse de modo que se evite que hayan objetos que puedan caer o volar fácilmente (por ejemplo: carteles colgados, marquesinas, etc.). Siempre que sea factible, las líneas de conducción eléctrica deberán ir bajo tierra.

b) Los postes de alumbrado deben ser lo suficientemente fuertes para resistir el viento y los temblores.

7.1.18.- EVACUACION Y PREPARACION PARA UNA SITUACION DE EMERGENCIA

La oficina de planificación urbana, debe realizar y mantener actualizado, lo siguiente:

7.1.18.1.- Mapas y estudios especiales

a) Para la identificación de las zonas especialmente vulnerables a los desastres.

b) Mapas geológicos.

c) Mapas de microregionalización sísmica.

d) Mapas de mediciones geodésicas.

e) Mapas analíticos de las zonas edificadas.

f) Mapas de las redes de infraestructura.

g) Mapas que indiquen todas las instalaciones y servicios de emergencia.

7.1.18.2.- Banco de datos

Un banco de datos deberá tener información dal día sobre:

a) La población, su estructura y su distribución.

b) Las actividades económicas, su carácter, su ubicación, equipo y nivel de riesgo.

c) Los edificios, su estructura, función, capacidad y época de construcción.

d) Las instalaciones de infraestructura, sus características técnicas y capacidades.

e) Las instalaciones y redes de transporte.

f) Los servicios: capacidades, equipo y ubicaciones.

g) Los elementos para su utilización potencial en caso de emergencia.

h) Las organizaciones y equipo de socorro para caso de emergencia.

7.1.18.3.- Guía de acción frente a una catástrofe potencial y las correspondientes operaciones de socorro

Esta consiste en:

a) Modelos previstos de catástrofes potenciales.

b) Planes para la prevención y minimización de muertes,

lesiones y daños causados por un desastre.

c) Planes para el socorro de emergencia, lo que incluye
   - Planes para actuar rápidamente en caso de desastres
   - Planes para la cooperación con los departamentos competentes de gobierno y con otras organizaciones públicas y privadas en las operaciones de socorro.
   - Planes para la organización de trabajadores voluntarios en caso de desastre.

Por otra parte, en las Figuras Nº 27 y 28, (Ref 48) se muestra, con el objeto de visualizar algunas observaciones citadas por la UNDRO, lo siguiente:

a) Salidas de los edificios- Sistemas de Evacuación.
b) Perfil transversal de una calle.
c) Organización del espacio - Salidas en una zona residencial.
d) Protección contra las inundaciones.

7,1.19.- RECONSTRUCCION

En las directrices políticas para el esquema de reconstrucción deberán definirse:

a) La evaluación de los principales deficiencias e insuficiencias de la ciudad antes del desastre.
b) Las cuestiones principales de mejoramiento.
c) Las finalidades sociales y económicas.
d) La descentralización en contraposición a la concentración.
e) La reconstrucción limitada o el desarrollo ampliado.
f) Los instrumentos principales para la eficacia de las actividades.

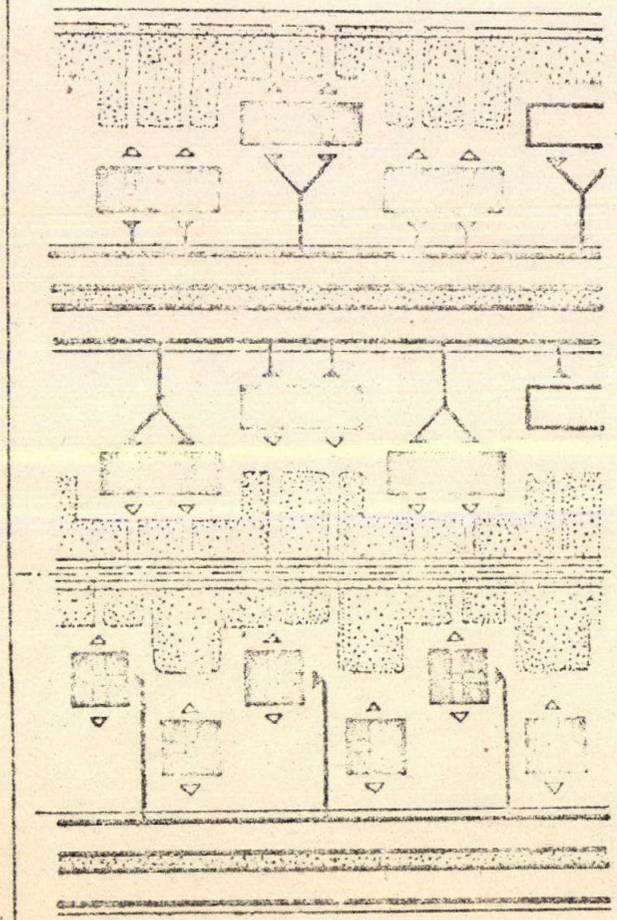
FIGURA Nº 27

(48)

A

Salidas de los edificios - Sistema de evacuación

¡Una escalera debe tener siempre más de una salida!



VÍA LIBRE DE EMERGENCIA

ZONA DE EMERGENCIA
ESPACIO PARA ALOJAMIENTOS PROVISIONALES

SALIDAS DE EMERGENCIA △

SALIDAS DE LOS EDIFICIOS ▼

CALLE

ESPACIO DE EMERGENCIA/ TRANSPORTE

CALLE

SALIDAS DE LOS EDIFICIOS

SALIDAS DE EMERGENCIA

ZONA DE EVACUACIÓN II

SALIDAS DE EMERGENCIA

SALIDAS DE LOS EDIFICIOS

ZONA DE EVACUACIÓN I

B

Perfil transversal de una calle

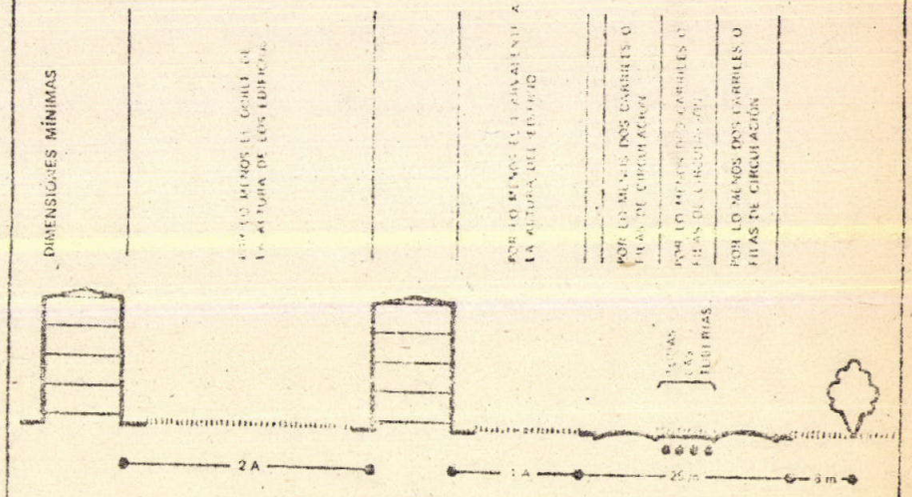
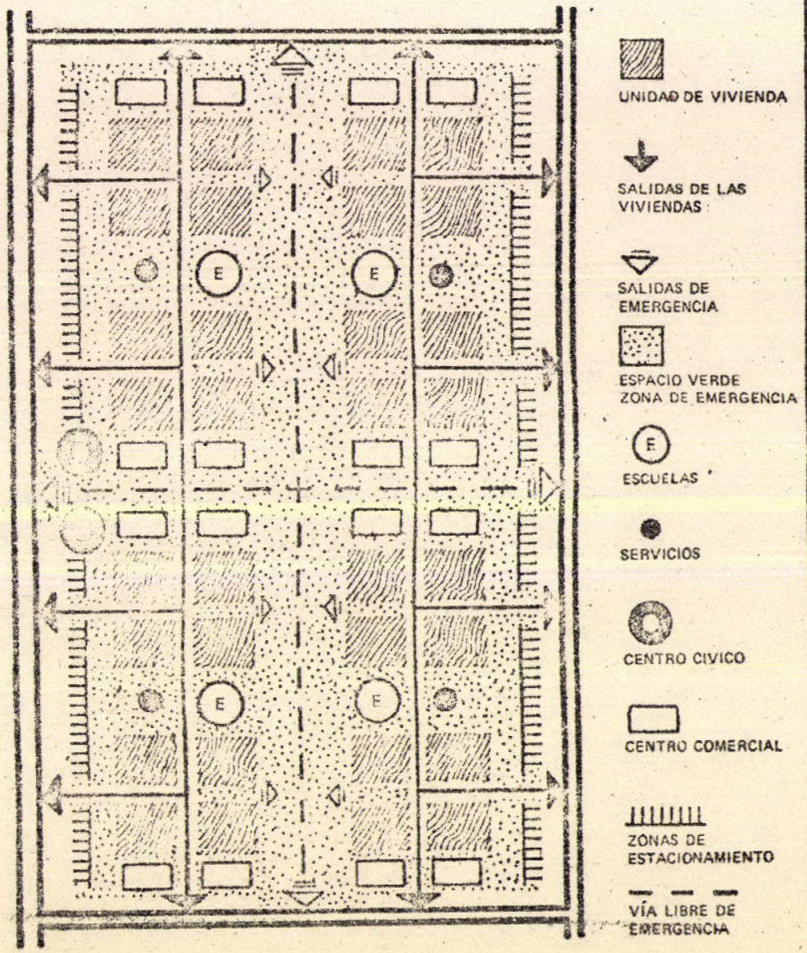


FIGURA Nº28

(48)

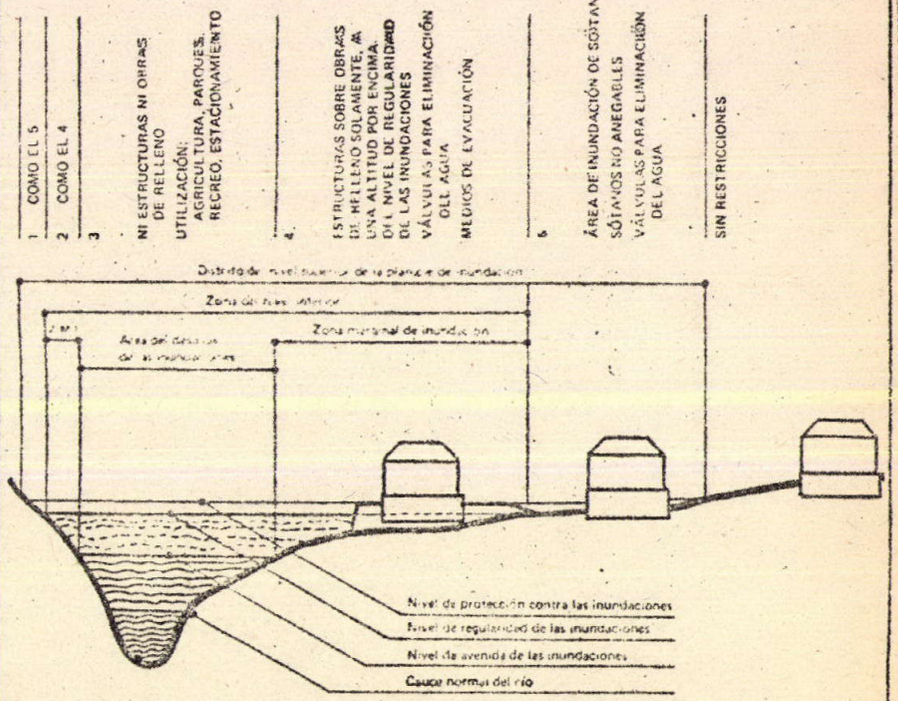
A

Organización del espacio salidas en una zona residencial



B

Protección contra las inundaciones



7.2.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

Es claro, que gran parte de las conclusiones de esta m
ria están contempladas en el punto anterior, pero es conveni
hacer notar algunos puntos específicos.

Las recomendaciones y conclusiones que a continuación
indican, tienen por objeto hacer notar algunas medidas, prin
palmente a nivel nacional, que serían conveniente tomar en c
deración, o bien activarlas aún más.

a) En toda planificación nacional de este tipo es impres
dible establecer el diagnóstico de la situación, tant
nivel nacional, regional, provincial y comunal.
Para este efecto, es necesario, capacitar a todas las
personas involucradas en el cumplimiento de las medid
de prevención y emergencia de los desastres.

b) Debe ponerse especial énfasis en el estudio de la pre
ción o atenuación de los efectos de las catástrofes o
sastres naturales. Igual importancia se dará a la as
ración que las medidas preventivas, aparentemente de a
costo, representan, dentro de un proceso histórico de
to y largo plazo, una inversión mucho menor y, además,
una disminución notable del número de muertos y herid

c) Estimamos que sería de gran utilidad establecer la re
zación de seminarios o congresos nacionales e interna
nales con una periocidad determinada. En estos semina
se debería revisar críticamente las labores efectuadas
el establecimiento de nuevas medidas preventivas frent
los desastres.

d) En los congresos o seminarios, tanto a nivel nacional como regional, es conveniente que participen profesionales y estudiantes de las distintas disciplinas. Ello permitirá que el proceso de diagnóstico y de elaboración de las medidas preventivas y de emergencia reflejen la realidad del país y permita encontrar las mejores soluciones para los problemas específicos en cada zona.

e) Como es evidente, para el cumplimiento de estas nuevas actividades, es necesario dotar a la ONEMI de los recursos humanos y materiales correspondientes.

f) La planificación de la zonificación y aprovechamiento de la tierra, es una de las medidas preventivas de mayor relevancia.

g) Las medidas preventivas correspendientes a cada tipo de desastre deberían estar respaldadas por disposiciones legales y reglamentarias.

h) Dada la extensa gama de actividades que debe cubrir la ONEMI, es fundamental, arbitrar las medidas necesarias para que los mejores expertos y profesionales del país, puedan estar en forma permanente aportando a ella su experiencia, en las diversas medidas de prevención y de emergencia. Entre estos, podría considerarse la participación de ingenieros civiles, eléctricos, forestales, agrónomos, médicos de salud pública, geológos, geofísicos, sismólogos, sociólogos y psicólogos.

Las labores de estos profesionales serían muy variadas, entre las cuales se pueden citar:

- Confección e interpretación de mapas de riesgo.
- Capacitación y adiestramiento.
- Medidas preventivas a tomar en cada zona de riesgo.
- Elaboración de medidas de emergencia.

i) La recopilación estadística de datos sobre cada catás fe, es de importancia fundamental. Estos antecedentes drían centralizarse, según el método que se expone en Anexo Nº 6, "Estadísticas Computacionales".

j) Las medidas de seguridad frente a cada desastre, que e el momento actual están tomando las naciones más avanz das y que en el transcurso de esta memoria se han enun do, hacen imperioso que en nuestro país, las universid des la incorporen al plan docente, especialmente la Es la de Ingeniería.

Del mismo modo, cada obra específica o cada asentamien humano que se proyecte debe contemplar medidas de segu dad de acuerdo con sus riesgos y problemáticas locales

k) De la exposición total de este tema, se pueden despren diversas líneas de posibles investigaciones, cada una las cuales puede constituir un tema de memoria por sí lo.

Para cumplir con este objetivo se sugiere, que la ONEM junto con las universidades patrocinen dichos temas de moria y encomienden investigaciones a otras institucio Para mostrar lo multidisciplinario de este tema se ha e timado oportuno mencionar algunos temas correspondient a las distintas áreas profesionales, que son los siguie tes:

- Mapa de Regionalización Sísmica.
- Mapa de Microrregionalización Sísmica de las ciudades más importantes.
- Materiales de Construcción contra Incendios.
- Materiales de Construcción contra Explosiones.
- Materiales de Construcción contra Inundaciones.
- Diseño y Construcción de Casas de Emergencia.
- Diseño y Construcción de Hospitales de Emergencia.
- Diseño y Construcción de Campamentos.
- Vulnerabilidad de los principales puentes camineros.
- Vulnerabilidad de los principales puentes ferroviarios.
- Vulnerabilidad y zonas de alto riesgo en el camino longitudinal.
- Reparaciones de Emergencia de Puentes.
- Reparaciones de Emergencia de Acueductos.
- Reparaciones de Emergencia de Instalaciones Eléctricas.
- Reparaciones de Emergencia de Edificios.
- Reparaciones de Emergencia de Embalses.
- Reparaciones de Emergencia de Túneles.
- Reparaciones de Emergencia de Caminos.
- Reparaciones de Emergencia de Red de Agua Potable.
- Zonificación de los distintos pueblos frente a sus riesgos.
- Estudio de la Onda de Crecida para cada Embalse. Consecuencias, medidas preventivas y de emergencia.
- Edificios y Construcciones factibles a colapsar en caso de Terremoto de una cierta intensidad (Santiago, Valparaíso, Concepción).

- Zonas más afectadas por temporales en el Area Metropolitana. Soluciones.
- Zonas más afectadas por temporales en la Zona Sur. Soluciones.
- Normas para la Construcción contra Incendio.
- Normas para la Construcción Antisísmica.
- Sistemas de Transporte alternativos en caso de desastre
- Zonas Turísticas de Chile de alto riesgo.
- Problemas de Desertización.
- Plagas en la Agricultura.
- Soluciones factibles a los problemas de Sequía.
- Catastro de Recursos Nacionales.
- Primeros Auxilios en caso de terremoto.
- Problemas de Contaminación Atmósférica en Santiago.
- Puntos más conflictivos de accidentes del tránsito.
- Legislación frente a los Desastres.
- Tipos de enfermedades, accidentes y muertes producidas por los distintos desastres.
- Problemas en la Red de Alcantarillado de Santiago. Zonas de Inundación.
- Vulnerabilidad de la Red de Agua Potable, frente a los desastres. Soluciones Alternativas.
- Medidas de Seguridad del Personal de Protección Civil frente a los desastres.
- Zonas de alto riesgo de deslizamiento en el camino longitudinal.
- Sistema de Comunicaciones.

- Administración de Campamentos.
- Gastos más frecuentes en Catástrofes.
- Problemas de Contaminación Marítima.
- Problemas que provoca la Sequía en los Animales.
- Recolección, transporte y entrega de alimentos en situaciones de Catástrofe.
- Métodos de entrega de noticias en situación catastrófica.
- Distribución de Asentamientos. Planificación Urbana-Regional.
- Problemas de los damnificados.
- Tipos de Estadísticas en cada Catástrofe.
- Mediciones, confección de tablas y gráficos de contaminación en Santiago, Concepción y Valparaíso.
- Confección de Mapas de Recursos.
- Estadísticas Computacionales.
- Problemas en los niños provocados como secuela de un desastre.

1) Se sugiere, además, que la ONEMI confeccione mapas de desastres como los que a continuación se señalan, y que son de vital importancia para estimar la gravedad de dichos eventos y las medidas correspondientes a tomar.

MAPAS DE DESASTRES

Es necesario la confección de "MAPAS DE DESASTRES" que nos permitan conocer los distintos grados de riesgos de un desastre determinado en la localidad, ciudad, región o a nivel nacional.

Estos mapas son de gran importancia para la planificación

nacional y para las medidas preventivas y de socorro que se debe ejecutar, y existe una variedad tan amplia de ellos que van desde el riesgo de incendio de un edificio determinado hasta la regionalización sísmica de un país. Dentro de ellos se podrían mencionar las siguientes:

a) Mapas de Microrregionalización Sísmica: En el que se entrega información sobre la estructura del suelo, la carga que puede soportar y las caracteéísticas sísmicas.

b) Mapas con Curvas de Nivel: Estos permiten definir las planicies de inúndación, las zonas periféricas a la inundación y las altitudes de seguridad. Además, permite ubicar zonas de riesgo de aludes, lahars, derrumbes, deslizamientos y de posible propagación del fuego.

c) Mapas Fisiográficos: Sirven para definir las condiciones del terreno y del suelo, los regímenes de aguas subterráneas, y para definir en consecuencia:
   - Las laderas con peligros de deslizamientos.
   - Las zonas peligrosas al pie de colinas o en laderas.
   - El terreno donde el cambio de nivel de agua subterránea podría efectuar un cambio a la capacidad del terreno para soportar cargas (elevación de dicho nivel por efecto de las inundaciones o disminuciones del mismo debido a obras de regulación de caudal fluvial o de mejoramiento).

   Los mapas del tipo que se han mencionado, son básicos para la planificación del aprovechamiento de la tierra.

d) Mapas de Riesgos: Mapas que indiquen la probabilidad de ocurrencia, o el nivel de riesgo de cada desastre, en las

distintas zonas.

En una localidad, podrían estudiarse y confeccionarse mapas que indiquen por ejemplo:

1.- Riesgo de Incendio.

2.- Riesgo de Explosiones.

3.- Riesgo de Inundaciones.

4.- Riesgo Sísmico.

5.- Riesgo de Contaminación.

e) Mapas de Recursos: Mapas que indiquen la ubicación de los recursos necesarios para realizar las medidas de emergencia, como por ejemplo:

1.- Ubicación de los Cuerpos de Bomberos.

2.- Ubicación de los extinguidores, grifos interiores y exteriores, herramientas, circuitos eléctricos y puertas de escape en un edificio.

3.- Ubicación a nivel nacional de los lugares que se concentra la ayuda a los damnificados, como vestimentas, alimentos, medicamentos y viviendas de emergencia.

4.- Ubicación de las fuentes de agua que pueden ser usadas en una emergencia, y dónde se pueden conseguir los equipos necesarios.

5.- Ubicación de Hospitales y Postas a nivel nacional o regional.

f) Mapa de Resumen de Riesgos: En el cual se resume todo lo concluído de las investigaciones sobre las condiciones naturales y las zonas de riesgos potencial, indicando la la clase y nivel de riesgo en una zona determinada.

A N E X O Nº 1

ESTADISTICAS NACIONALES (8)

CUADRO Nº 17

DETALLE DE TERREMOTOS MAS IMPORTANTES (1939-1975)

Destacan por su gravedad 16 terremotos, uno de los cuales fue acompañado de maremoto, los que provocaron un total de daños directos estimado en:

Pérdida Neta (US$)	1.146.330.506.-
Muertos	32.069.-
Heridos	63.506.-
Viviendas Destruidas	241.252.-
Viviendas dañadas	353.329.-

En orden cronológico fueron los siguientes:

Nº	Fecha y Lugar	Intensidad	Muertos	Heridos	Viviendas		Daños Directos
					Destruidas	Dañadas	Equivalencia - US$
1	24/1/1939 Chillán, Ñuble, Concepción, Bío-Bío, Arauco y Cautín.	XI	30.000	58.000	153.000	200.000	38.000.000.-
2	6/9/1942.- Copiapó, Caldera y Vallen[illegible]	VIII	5	16	35	106	900.000.-

Nº	Fecha y Lugar	Intensidad	Muertos	Heridos	Viviendas		Daños Directos
					Destruidas	Dañadas	Equivalencia - US$
3	6/4/1943 Combarbalá, Illapel, Coquimbo y Aconcagua.	X	12	49	1.200	3.450	4.000.000.-
4	2/3/1946 Copiapó	IX - X	8	35	86	189	860.000.-
5	19/4/1949 Angol	IX - X	35	155	168	245	1.560.000.-
6	17/12/1949 Punta Arenas	VII-VIII	6	18	10	35	230.000.-
7	6/5/1953 Ñuble, Concepción, Bío-Bío y Arauco	IX - X	12	40	550	1.800	8.400.000.-
8	6/12/1953 Calama	IX - X	3	15	115	249	122.000.-
9	4/9/1958 Santiago (Este).	X	4	35	10	25	12.820.-
10	21/5/1960	X					
10							

11	22/5/1960	XI			30.000	100.000	800.000.000
	Cautín, Valdivia, Osorno, Llanquique y Chiloé.						
12	28/3/1965	X	280	460	8.500	11.800	80.000.000.-
	Aconcagua, Valparaíso y norte de Santiago.						
13	28/12/1966	VIII	6	30	45	150	11.250.000.-
	Taltal, Catalina y El Salvador.						
14	20/12/1967	VII-VIII	10	40	100	230	14.000.000.-
	Tocopilla y Calama.						
15	8/7/1971	X	85	245	25.350	31.450	178.000.000.-
	Coquimbo, Salamanca, La Ligua, Llay-Llay, Til-Til, Lampa (nor-						

Nº	Fecha y Lugar	Intensidad	Muertos	Heridos	Viviendas		Daños Directos
					Destruidas	Dañadas	Equivalencia - US$
16	13/3/1975 La Serena, Coquimbo y Vicuña	VII-VIII	3	18	2.083	3.600	8.995.686.-
TOTALES			32.069	63.506	241.252	363.329	US$1.146.330.506.-

CUADRO Nº 18

S E Q U I A S (8)

Entre los años 1967 a 1969, la sequía que afectó al país, abarcó 10 provincias desde Atacama hasta Ñuble, ocupa el segundo lugar entre los períodos más secos registrados en los últimos 119 años. (El anterior fue durante el año 1924).

El déficit de lluvias fue de 100% en la provincia de Atacama, disminuyendo a un 48% en la provincia de Ñuble. Esto determinó que se decretara "Catástrofe Nacional" y se creó una "Comisión Nacional de Sequía".

Las pérdidas registradas en mayo de 1969, alcanzaban a las siguientes cifras:

Ganadería:

Vacunos Muertos	100.000.-	
Ovinos Muertos	1.000.000.-	US$ 22.631.250.-
Pérdidas de peso, lana y de leche	.....	US$ 87.443.750.-

Agricultura:

Pérdidas por menor superficie sembrada y falta de riego	US$ 72.444.312.-
Con una equivalencia en dólares de	US$182.519.312.-

CUADRO Nº 19

T E M P O R A L E S E I N U N D A C I O N E S (8)

Fechas y Lugares	Superficie Afectada Km^2	Población Urbana y Rural	Nº Muertos	Nº Heridos	Viviendas Destr.	Viviendas Dañad.	Personas Damnificadas	A Equivalendia en US$
25 al 27 de mayo 1953. 8 provincias, Santiago a Concepción.	75.462	3.687.425	11	30	180	1.400	6.500	20.000.-
10 al 15 de mayo 1966. Provincia de Aysén.	130.273	142.720	26	15	173	136	6.872	82.000.-
20 y 21 de junio 1971. Santiago, O'Higgins y Valparaíso.	29.898	4.352.550	17	40	255	1.300	17.200	900.000.-
11 de febrero de 1972. Atacama y Antofagasta.	98.560	35.200	--	11	35	72	360	20.000.-

	Afectada Km²	Urbana y Rural	Muertos	Heridos	Destr.	Dañad.	Damnificadas	Equivalencia en US$
Junio de 1974. 14 provincias: Aconcagua, Valparaíso, Santiago, Curicó, Talca, Linares, Maule, Chillán, Concepción, Arauco, Bío-Bío, Malleco, Cautín, Osorno, y Valdivia.	137.227	7.109.730	25	75	5.200	15.300	80.000	7.650.000.-
T O T A L E S:	471.420	15.327.625	79	171	5.843	18.208	110.932	US$8.852.000.-

NOTA: A= Valor aproximado en US$ por daños en obras públicas, vialidad, ganadería, propiedades, industrias y servicios públicos.

CUADRO Nº 20

E R U P C I O N E S V O L C A N I C A S (8)

Fechas y Lugares	Superficie Afectada Km²	Población Urbana y Rural	Nº Muertos	Nº Heridos	Viviendas Destr.	Viviendas Dañad.	Personas Damnificadas	A Equivalencia US$
3 de mayo de 1964 Volcán Villarrica	430	2.190	25	100	32	70	420	15.000.-
Agosto de 1971 Volcán Hudson	15.000	2.300	13	19	19	25	290	23.000.-
31 de diciembre Volcán Villarrica	620	2.820	7	12	11	15	115	35.000.-
T O T A L E S:	16.050	7.310	45	131	62	110	825	US$73.000.-

NOTA: A= Valor aproximado en US$ por daños en obras públicas, vialidad, ganadería, propiedades, industrias y servicios públicos.

A N E X O Nº 2

RESUMEN DE LAS NECESIDADES DE SANEAMIENTO EN SITUACIONES DE DESASTRE

A continuación se resumen las principales recomendaciones y normas señaladas en el Anexo 6 de la "Guía de Saneamiento en Desastres Naturales". (1)

a) DURANTE LA EVACUACION

Agua:

Mínimo, 3 litros por persona y por día en climas fríos o templados.

Mínimo, 6 litros por persona y por día en climas cálidos.

El agua procedente de fuentes sospechosas debe hervirse o desinfectarse.

Eliminación de desechos:

Excavación para todos fines: de 60 cm de profundidad; 45 cm de anchura; 3 m de longitud, para 1.000 personas.

Alimentos:

No perecibles y que no requieran cocción.

b) DURANTE LAS OPERACIONES DE SOCORRO

Campamento de Tiendas

Sitio:

La inclinación del terreno y la naturaleza del suelo deben facilitar el desagüe.

Protegido contra condiciones adversas del tiempo.

Lejos de criaderos de mosquitos y de basuras.

Lejos de zonas comerciales e industriales.

Disposición:

Superficie de 3 a 4 hectáreas por 1.000 personas.

Caminos de 10 m de anchura.

Distancia mínima entre las clavijas de la tienda y la orilla del camino, 2m.

Distancia mínima entre las tiendas, 8 m.

Superficie mínima del piso dentro de la tienda, 3 m^2/pers.

Distribución del Agua:

Capacidad mínima de los depósitos, 200 litros.

Distancia máxima de la tienda más alejada, 100 m.

Recipientes de Basura:

Metálicos con tapa hermética.

Capacidad, de 50 a 100 litros.

1 por cada 4-8 tiendas o 25-50 personas.

Servicio de Letrinas:

5-6 asientos por cada 100 personas.

Distancia de las tiendas, 30-50 m.

Aseo Personal:

Banca-lavabo con servicios de los dos lados, de 3 m de longitud.

2 por cada 100 personas.

Edificios

Condiciones:

Superficie mínima del piso, 3.5 m^2 por personas.

Volumen mínimo de aire, 10 m^3 por persona.

Circulación mínima del aire, 30 m^3 por personas por horas.

Distancia mínima entre camas 75 cm.

Aseo Personal:

Un lavamanos por cada 10 personas o una banca-lavamanos de 4-5 m de longitud por cada 100 personas.

Una ducha por cada 50 personas en climas templados, una por cada 30 personas en climas cálidos,

Sectores separados para hombres y mujeres.

Servicios de Retretes:

1 asiento para cada 25 mujeres, un asiento y un mingitorio para cada 35 hombres.

Distancia mínima del edificio, 50 m.

Recipientes de Basuras:

De 50-100 litros de capacidad, 1 por cada 12-25 personas.

Abastecimiento de Agua

Consumo Diario:

Hospitales de campaña, 40-60 litros por personas.

Centros de alimentación en gran escala, 20-30 litros por persona.

Albergues temporales y campamentos, 15-20 litros por persona.

Instalaciones para aseo personal, 35 litros por persona.

Desinfección del Agua:

Cloro residual en aplicación sistemática, 0.7-10 mg/litros.

Desinfección de tuberías: 50 mg de cloro libre por litros

para contacto de 24 horas, o 100 mg de cloro libre por litro para contacto de 1 hora.

Protección del Agua:

Distancia entre el origen del agua y la fuente de contaminación 30 m.

Protección de Pozos:

Revestimiento impermeable de 30 cm por encima y 3 m por debajo de la superficie del suelo.

Radio de plataforma de hormigón alrededor del pozo, 1 m.

Radio de la zona cercada, 50 m.

Fondo de pozos negros y letrinas, 1.5-3 m por encima de la capa acuífera.

Almacenamiento de Agua:

Capacidad suficiente para 1/2-1 día, tomando como base el consumo medio diario.

Calidad del Agua:

Total de sólidos disueltos: menos de 1.500 mg/litros.

Cloruros: menos de 600 mg/litros.

Microorganismos coliformes: NMP 1-10 (número más probable por cada 100 ml de agua).

Letrinas

Letrina Baja de Trinchera:

Anchura, 30 cm o tan angosta como pueda excavarse.

Profundidad, 90-150 cm.

Longitud, 3.0-3.5 m por 100 personas.

Letrina Profunda de Trinchera:

Anchura, 75-90 cm.

Profundidad, 1.8-2.4 m.

Longitud, 3-3.5 m por 100 personas.

Letrina de Pozo Tubular:

Diámetro 40 cm.

Profundidad, 5-6 m.

1 por cada 20 personas.

Eliminación de Basuras

Trincheras:

Anchura, 1.5 m.

Profundidad, 2 m.

Longitud, 1 m por 200 personas, de manera que se llene la la trinchera en una semana.

Cubierta de tierra apisonada hasta una profundidad de 40 cm.

Tiempo transcurrido para la descomposición, 4-6 meses.

Higiene de los Alimentos

Desinfección de los Cubiertos:

Agua en ebullición durante 5 minutos.

O: Solución de cloro, 100 mg/litro durante 30 segundos.

O: Compuestos cuaternarios de amonio, 200 mg/litros durante 2 minutos.

Lucha Antivectorial

Pulverización de insecticidas:

Espolvoreo con DDT al 10%: 30 g por persona.

Mayores antecedentes en Anexo 5 de la presente memoria o en anexo 9 de la Ref. Nº 1.

Personal de Saneamiento necesario

CUADRO Nº 21

Población Afectada	Cantidad de Personal		
	Ingenieros Sanitarios	Técnicos de Saneamiento	Auxiliares
Menos de 1.000	-	1	1-2
1.000 a 10.000	-	1	2-5
10.000 a 50.000	1	2	5-10
50.000 a 100.000	1-2	2-3	10-15
Por cada 100.000 más	1	2	10

A N E X O Nº 3

RESERVAS DE EQUIPO Y SUMINISTROS

La cantidad de equipo y suministros que debe almacenarse para usarla en situaciones de desastre depende de factores tales como las clases de desastre que puedan registrarse y la probabilidad de que ocurran, el número de personas y las dimensiones de la zona que puede estar afectada, los sistemas de transporte y comunicaciones, la disponibilidad comercial de los materiales y suministros necesarios, los recursos financieros del organismo de socorro o de los departamentos gubernamentales interesados, y los procedimientos y reglamentos seguidos para las adquisiciones. Por tanto, no es posible dar una lista precisa de los suministros y equipo que se necesitan.

Sin embargo, a continuación y con fines de orientación se presenta una lista provisional de equipo y suministros de saneamiento para atender las necesidades de 10.000 personas. En algunos países o localidades pueden necesitarse otros artículos, y tal vez algunos se consideren innecesarios. El organismo de socorro y los departamentos gubernamentales interesados en trabajos de esta índole en cada país deben hacer una evaluación lógica de sus necesidades. El equipo y los suministros pueden acumularse en un lugar o distribuirse a varias regiones en cantidades suficientes para su traslado inmediato de un región a otra en caso de desastre. (Fuente: Anexo 4 de la Ref. 1)

Artículo	Cantidad
ABASTECIMIENTO DE AGUA	
Equipo móvil de cloración, montado en camión o remolque, con 2 cilindros de cloro líquido	1

Equipo móvil para hipoclorito, montado en camión o remolque, con depósitos de solución, mangueras y accesorios	5
Unidad móvil de depuración de agua con capacidad de 200-250 litros/minuto	4
Taller o unidad móvil de reparaciones, con herramientas para reparar y colocar tubos, accesorios, materiales de acoplamiento, herramientas para excavar, montacargas, llaves para tubos, válvulas, mangueras, equipo y materiales de soldadura, botas guantes de trabajo, gafas protectoras, etc.	1
Camiones cisternas para agua, de 7 m^3 de capacidad	10
Depósitos para distribución de agua de 0,2-10 m^3 de capacidad	100-200
Depósitos portátiles elevados, con elementos y accesorios de sostén, fáciles de armar, de 10-20 m^3 de capacidad	5-10
Equipo y barreno para perforar pozos	2 juegos
Bombas de agua manuales de 15-20 litros/min de capacidad	100
Bombas eléctricas o de motor de 200-250 litros/min de capacidad	4
Tubos (de hierro colado, galvanizados, de cemento amianto), de 1,25-10 cm de diámetro, con válvulas y accesorios	a

Cal clorada (25-30%) almacenada en un lugar fresco y seco y renovada cada 6 meses	10-12 tons.
Hipoclorito de calcio (60-70%) en forma de polvo o granulado, almacenado en lugar fresco y seco y renovado cada 2 años	5-10 tons.
Tabletas que desprenden cloro y yodo	100.000
Alumbre, cloruro férrico y otras sustancias químicas para el tratamiento del agua	2-5 tons.
Herramientas de albañilería completas	2-5 juegos
Herramientas de carpintería completas	2-5 juegos
Generadores montados en camiones	2
Depósitos plegables (de diversos tamaños) con una capacidad total de	100-500 m^3

AGUA RESIDUAL, ALCANTARILLADO Y ELIMINACION DE EXCRETAS

Bomba móvil para lodo	2-5
Bomba de cieno con diafragma inobstruible o de otro tipo	2-5
Camiones cisternas para cieno, de 7 m^3 de capacidad	5
Taladros (para tierra)	5-10 juegos
Tanque móvil de reparaciones con el equipo y las herramientas necesarias, caretas, botas, guantes de trabajo herramientas para excavar, etc.	1 unidad
Tubos (de hierro colado, cemento amianto, hormigón), con materiales y equipos de acoplamiento, de 10-30 cm de diámetro	a

Moldes de hierro o madera para tubos y lozas de hormigón	10-20 juegos
Material de desinfección a base de cresol (v.g. creolina)	50-100 barriles
Maderos, tablas, clavos, etc.	

LUCHA CONTRA LA FAUNA NOCIVA

Pulverizadores de motor	2
Pulverizadores manuales de presión de 2-30 litros de capacidad	50
Espolvoreadores (manuales de émbolo)	50
Espolvoreadores de motor	2
Pulverizador especial	1
Un surtido suficiente de accesorios y piezas de recambio para el equipo anterior	
Insecticidas:	
DDT en polvo de calidad técnica	0,5 tons.
DDT al 75% humectable en agua	1-2 tons.
DDT en polvo al 10%	1 ton.
Dieldrira al 0,625-1,25% en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 Kg.
Lindano al 0,5% en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 Kg.
Clordano al 2% en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 Kg.
Malatión al 1% en concentrado emulsificable o polvo humectable	100 Kg.
Emulsión de diclorvos	100 litros

Rodenticidas anticoagulantes (warfarina, etc)	1-2 Kg.
Trampas para roedores	100
Tela metálica contra las moscas	10 rollos
Botes de basura de 50-100 litros de capacidad	300-500
Camiones con duchas (para baño)	2

NOTA: a= La cantidad depende de su disponibilidad y distribución dentro del país.

A N E X O Nº 4

REACCIONES SICOLOGICAS EN DESASTRES

a) INTRODUCCION

Para el ingeniero es fundamental considerar en la planificación y coordinación de las medidas a tomar frente a un desastre, las reacciones sicológicas, por ello es necesario el conocimiento de este tema.

Puede suceder que se tomen medidas eficientes desde el punto de vista de la emergencia material, sin considerar las reacciones sicológicas producidas, las que se pueden traducir no sólo en un daño meramente síquico, sino también en la imposibilidad física de realizar la medida misma.

Según algunas estadísticas, se producen 10 a 25 casos siquiátrico por cada 100 heridos, los que incluyen un porcentaje de 50 a 70% de perturbaciónes transitorias, 30 a 40 % de perturbaciones medianas y un 3% de perturbaciones graves (27).

b) ASPECTOS VIVENCIALES Y SICODINAMICOS DE LOS DESASTRES

Con el fin de hacer más claro el enfoque, se toman tres ángulos diferentes, que se complementan entre sí. (27).

Aspectos Sicológicos:

La situación catastrófica produce un "mundo de circunsdante transformado", el cual influye sobre el individuo en su determinismo síquico y social. La situación se define como una "Situación de Stress". Existe un sustrato biológico en los mecanismos internos que se manifiesta en la predisposición reactiva constitucional, es decir, por el nivel de tolerancia o barrera al "Stress".

Las diferencias culturales no afectan al desarrollo del "cuadro"que aparece. Se llama "Síndrome de Desastre" al conjunto de reacciones que emergen y que se atribuyen en su origen a factores sicológicos, ya que la sufren por igual los lesionados físicamente y quienes han permanecido ilesos, pero que han sido emocionalmente dañados.

El factor precipitante parecería ser la percepción de que no sólo la propia persona, sino los familiares, la propiedad, etc., han sido amenazados o destruidos y que la comunidad entera está en ruinas. La visión de la comunidad destruida sería con frecuencia identificada consciente o inconscientemente con la destrucción del mundo.

El hecho de verse sin los objetos con los cuales el individuo se siente identificado, hace perder gran parte del sostén, ayuda de la cultura y de la sociedad de la cual depende. La respuesta del indivíduo es la apatía, indiferencia y anonadamiento.

Luego viene la fase de sugestibilidad,con la cual, si se intensifica en forma positiva, se produciría la obediencia y subordinación o si, por el contrario, se intensifica en forma negativa, se produciría pánico, con la consecuente situación caricaturizada por la expresión "sálvese quien pueda".

Después vendrá la fase en que habría un alegre resurgir de las identificaciones con la comunidad, una reaceptación del papel de adulto. Sin embargo, es posible constatar a su vez la demanda contínua de apoyo y ayuda. Por último se desarrollarían las quejas y la culpa; en esta etapa habría quejas importantes en contra de las organizaciones que desarrollan el trabajo de reconstrucción.

La mayor parte de los individuos volverían al estado previo al desastre en un plazo que fluctuaría entre 2 semanas a un mes.

Aspectos Neurofisiológicos:

El sistema nervioso está normalmente en un equiblibrio dinámico. Pero una estimulación excesiva puede llevarlo a un estado en que predomina la inhibición, siendo así el sujeto incapaz de un trabajo inteligente. Hay una verdadera abolición de reflejos normales. Esta hipótesis explicaría el estado de apatía e indiferencia de los sujetos expuestos a "Stress" intenso y continuado.

Otros Aspectos:

Otros factores que se mencionan también son los raciales, culturales y constitucionales. Sin duda ellos actuarían en la producción de diversos fenómenos.

c) CONDUCTAS O TIPOS INDIVIDUALES DE REACCION EN LOS DESASTRES

Reacciones Normales:

La mayoría de las persona tienden a demostrar signos obvios de perturbación: transpiración profusa, temblor, malestar general y náuseas, por un breve intervalo. El pensamiento claro se dificulta por un tiempo breve. Afortunadamente la mayoría de los sujetos serían capaces de volver al estado normal, poco después del impacto.

Pánico:

Esta reacción es muy peligrosa, no tanto por su frecuencisino por su contagio. Un reducido número de individuos en estado

de pánico podrían precipitar fácilmente la huída en masa de una multitud.

Las característica más sobresaliente del pánico es su ceguera. Toda capacidad de juicio pareciera desaparecer y sería suplantada por un intento irracional de huir. Las situaciones que generalmente conducirían a estos tipos de conductas, que el público llama "histéricas", serían aquellas en las que las escapatorias conocidas estarían amenazadas, debido al progreso del peligro.

Reacciones Depresivas

Estas personas parecerían completamente inconscientes de la situación y exentas de reacción emocional ante ella, serían incapaces de ayudarse a sí mismas sin ser guiadas.

Reacciones de Sobre-Actividad

Estas personas estallan en un flujo de actividad que ha primera vista pareciera tener algún prpósito, pero que pronto es reconocida como carente de toda utilidad. Parecen refugiarse en una confianza irreal en sus habilidades, lo que hace que sean relativamente intolerables a las ideas de otros y que sobrevalorarían las propias.

Reacciones Somáticas

Existen reacciones somáticas graves y duraderas que podrían provocar incapacidad y sería importante reconocer rápidamente su significado emocional. Las más comunes son las náuseas graves y los vómitos. Podría desaparecer la sensibilidad y las fuerzas de una o varias extremidades. Así como ante una situación que requiera voluntad, esta persona podría ser incapaz de

ver, oir o hablar. El desarrollo de tales síntomas de conversión (histeria de conversión) reduce el monto de la angustia previamente sentida. Estas conductas no son simuladas, ya que las personas no tienen absoluta conciencia de que no existe un fundamento físico para sus síntomas y están tan incapacitadas como si tuviesen un daño o trauma de tipo físico.

CUADRO Nº 22

REACCIONES SICOLOGICAS - PRIMEROS AUXILIOS (6)

TIPO	SINTOMAS	QUE HACER	QUE NO HACER
1)Reacción Normal	Sudor, temblor, náuseas, momentáneamente confuso.	No requiere ayuda.	
2)Pánico individual	Pierde el juicio, llanto incontrolado, carreras locas.	A	No administrar sedantes, no golpear, no hecharle agua, no usar fuerza bruta.
3)Reacciones Depresivas	Sentarse o pararse sin moverse o hablar, expresión vacía, parece estar sin ninguna emoción.	Establecer contacto gentilmente, tratar que cuente lo que ha pasado. Encontrar un simple y rutinario trabajo.	No sobreprotegger con lástima, no administrar sedantes, no sentir resentimiento hacia él ni demostrarlo.

A

4)Recargo de Actividad	Argumentativos, hablar rápidamente, bromear inapropiadamente, ir de un trabajo a otro.	Préstesele atención por unos minutos para hablar del desastre. Encuéntresele trabajos físicos. A	No les diga que no deberían sentirse como se sienten. No administre sedantes.
5)Reacciones Corporales o Somáticas	Náuseas severas, vómitos. Conversión histérica. (No puede usar parte del cuerpo, no puede ver, oir o hablar).	Demuestre que está interesado. Trate de encontrar un pequeño trabajo para hacer lo olvidar. Haga confortable la espera del médico. A	No le diga que no tiene nada malo. No bromee ni lo ridiculice.

NOTA: A= Dar algo caliente para comer o beber o un cigarrillo, pedir ayuda.

d) MEDIDAS DE AYUDA, DE TRATAMIENTO Y DE PREVENCION (6, 27)

Medidas de extrema urgencia

Inmediatamente después de terminado el primer período, o período de impacto, el problema más urgente parece ser el de disponer de medios de comunicación con la comunidad afectada.

Estando ésta desorganizada, en estado de desorden, no habiendo radios, prensa, instituciones y ni siquiera autoridades locales en estado de ejercer sus funciones, la suerte inmediata de la comunidad quedará entregada a la acción de líderes que, según

parece, siempre emergen de entre el porcentaje de la población sobreviviente que ha logrado mantenerse no solamente serena, sino que, también alerta y con sensibilidad frente al peligro colectivo. De estas personas depende en un primer momento la misión fundamental de improvisar los recursos para establecer contacto con la comunidad, con el objetivo urgente o inmediato de dominar el pánico e inspirar confianza. Primero, líderes emergentes oradores, que recorren calles y plazas; luego, automóviles con alto parlantes y, enseguida, aviones que vuelen sobre la localidad enviando noticias, son los recursos de extrema urgencia que parecen más adecuados. Además, los líderes deben improvisar y organizar los grupos de salvataje, con lo cual no sólo lográn rescatar vidas sino que también estimular la actividad en el trabajo, que alivia en parte la angustia propia de sus seguidores.

Recomendaciones para poder dar una buena ayuda sicológica

1)Aceptar el derecho de cada persona para tener sus propios sentimientos, es decir, no ridiculizar ni reprochar a nadie ni tratar a las personas con exceso de piedad.

2)Aceptar las limitaciones de cada uno de ellos como reales.

3) Hacer un rápido balance de las potencialidades que ellas tienen disponibles.

4)Aceptar las propias limitaciones para desempeñar un papel de importancia.

Medidas de Urgencia

Las medidas de urgencia que deben tomarse frente a casos individuales deberán centrarse en la improvisación de una posta de

emergencia destinada a la atención de alteraciones psiquiátricas agudas y ubicada en el centro mismo de la zona del desastre. Esta posta puede estar anexa a una posta médico-quirúrgica o médica general.

Las medidas de urgencia que deben tomarse frente a la comunidad son las siguientes:

1) Tomar contacto con las autoridades civiles, médico sanitarias, militares y policiales. Una primera recomendación que hacer será la de no obstaculizar, sino que por el contrario, favorecer, estimular y orientar el trabajo que ya por sí mismo han comenzado a organizar los líderes emergentes y sus grupos seguidores. Los líderes deben ser procedentes de la zona; no deben ser impuestos desde fuera. La presencia de la autoridad uniformada en las calles y plazas es un factor tranquilizador.

2) Tomar contacto con los "canales" de comunicación hacia la comunidad con el objeto de dominar el pánico e inspirar calma. El público debe conocer la verdad de lo ocurrido. La información debe ser prudente, entendiéndose por tal, el que las noticias deben ser seguidas del anuncio de los planes de protección y de ayuda que están en marcha o en preparación. Sin esta precaución, la información contribuirá solamente a aumentar la angustia y el pánico. La información debe ser repetida a intervalos regulares preestablecidos y debe originarse a partir de una autoridad o personalidad de asentado prestigio social. La información, a su vez, debe confirmarse con lemas cuyo contenido exprese algo positivo y no negativo. Por ejemplo, deberá

decirse "tenga confianza" y deberá evitarse frenos como "no tenga miedo". La vigilancia de las noticias e informaciones deberá ser permanente.

3) Tomar contacto con las instituciones locales que estén colaborando en la reconstrucción de la comunidad y que puedan inferir sobre los aspectos sicológicos de la población, como son la Defensa Civil, Autoridades Eclesiásticas, Cuerpo de Bomberos, y otros.

4) Visitar sistemáticamente los albergues, edificios destinados al alojamiento de los damnificados, barracas, poblaciones de emergencia, etc. Su labor consistirá en estos sitios, en estimular a los pasivos para que cooperen a la labor de reconstrucción. En casos de anciano, enfermos o personas que no estén en condiciones físicas de colaborar, se deberá combatir en ellos la pasividad excesiva, fomentando la creación de grupos de discusión, de charla, de actividades recreativas, repartiendo revistas, periódicos, etc.

5) Recorrer sistemáticamente la zona con el objeto de tomar contacto con los grupos de voluntarios que se encuentren trabajando, ya sea la sepultación de cadáveres, remoción escombros, construcción de refugios, control de pillaje o colaborando en evacuaciones de urgencia. Estos grupos deben ser prevenidos de la fatiga mental.

6) Organizar breves cursos, charlas o conferencias para difundir los conocimientos sobre salud mental en situaciones de desastre que se estime apropiados.

7) Ocuparse de la organización de actividades recreativas y religiosas.

8) Estar atento a las tareas de evacuación que las autoridades se vean en la obligación de tomar, con el objeto de lograr que se dé importancia debida a los factores sicológicos. En efecto, la evacuación, cualquiera que sea su método, constituye por sí un motivo muy frecuente de trauma síquico que es necesario evitar o aminorar a toda costa.

Medidas a Corto Plazo

Es necesario emprender una investigación organizada y sistemática para conocer el verdadero alcance de la alteración habida en materia de salud mental. Esta investigación puede ser de gran utilidad, no sólo para pesquisar nuevos aspectos del problema que no hayan sido observados, sino que también para disponer una base sólida que permita afrontar mejor nuevos desastres.

Medidas a Largo Plazo

Se refieren especialmente a la prevención de daños sicológicos en futuros desastres.

A N E X O Nº 5

PROBLEMAS DE ROEDORES Y ARTROPODOS EN SITUACIONES DE CATASTROFE

a) INTRODUCCION

Las condiciones que se presentan inmediatamente después de un desastre favorecen el incremento rápido de la población de roedores y artrópodos. La causa inmediata puede ser la desorganización de los servicios sanitarios, como la recolección y eliminación de basuras y la producción subsiguiente de sitios adecuados para que proliferen ampliamente y se alberguen esos animales. El alojamiento de grandes cantidades de personas en refugios temporales en esas condiciones, las expondrá a enfermedades transmitidas por roedores y artrópodos.

b) ACCION ANTE LA EMERGENCIA

Métodos de Control: (28)

1) Métodos Preventivos

Son medidas fundamentales y de efectos radicales y permanentes, basadas en el saneamiento ambiental, pues suprimen las causas que originan la existencia de los roedores al impedir su alimentación, multiplicación. Para esto es indispensable mantener una higiene adecuada, de alimentos, eliminación de desechos, sobre todo por lo que se respecta al desagüe y limpieza general y personal. Este método se utiliza en el período posterior a la situación de urgencia y en tiempos normales.

2) Métodos Destructivos

Está basado principalmente en el empleo de plaguicidas,

sustancias químicas de efectos casi siempre letal, destinado a eliminar, reducir o repeler a estos organismos nocivos, ya sea por contacto, ingestión o inhalación. Este método se utiliza en la urgencia inmediata y para aplicarlo se necesita disponer de existencia adecuada de plaguicidas y equipos, además del adiestramiento del personal a cargo de expertos del S. N. S.

Organismo Encargado

Por tratarse de problemas relativos a la salud pública, corresponderá al Servicio Nacional de Salud la responsabilidad de dirigir las acciones a desarrollar. El personal de la sección "Higiene Ambiental", supervigilará labores realizadas en cada caso a considerar.

Vectores

Roedores:

La destrucción de los roedores debe llevarse a cabo en distintas forma, dependiendo de las condiciones existentes. Algunas veces, la destrucción por medio de venenos de una sola dosis, o acumulativos, puede ofrecer la mejor oportunidad y alcanzar un grado de control. En circunstancias diferentes, las trampas pueden ser el medio indicado. En situaciones difíciles el envenenamiento con cebos y fumigantes y el uso de trampas, puede ser necesario antes de obtener un control satisfactorio de los roedores y poder aplicar las mejorías de saneamiento necesarias. Para un control duradero es necesario reducir o eliminar la fuente de alimentos y el refugio. (45)

Control:

1) Aplicación de raticidas en focos de infectación murina.
2) Control concurrente de ectoparásitos, para prevenir posible transmisión de enfermedades.
3) Supresión del abastecimiento de alimento y de agua. Las medidas necesarias, comprenden:
   - Almacenamiento adecuado de los alimentos humanos, de animales y cosechas, recintos protegidos e inaccesibles a los roedores (envases metálicos, malla de alambre con huecos menores de 1/2", tarimas, etc).
   - Eliminación apropiada de desperdicios alimentarios y basuras (método de acumulación, transporte y disposición final).
   - Reparación de toda fuga de agua potable y eliminación de otras aguas disponibles.
   - Eliminación de guaridas, en especial en sectores comerciales, bodegas, recintos portuarios y lugares de tráfico de alimentos (en gran parte se soluciona con orden y aseo en el manejo de las mercaderías). (21)

Artropodos:

Debe prestarse la máxima atención a la limpieza de los damnificados, así como de sus pertenencias, al fin de reducir los peligros incipientes de infestación, infección, dermatitis y otras afecciones personales.

Algunos insectos son plagas malignas, chupadoras de sangre; otras son portadores mecánicos o biológicos de muchas de las enfermedades dañinas para el hombre.

Acción ante la emergencia: (21, 44)

Sólo se incluirán las medidas de control para los artrópodos de más importancia para la salud pública chilena.

Pulgas:

1) Acción directa de destrucción por aplicación de insecticidas alrededor de guaridas y recorridos de ratas, en camas de animales domésticos, en locales, viviendas, vehículos colectivos y otros sitios infectados. En general, puede espolvorearse talco con 1% de lindano o 10% de DDT; en pelaje de animales domésticos espolvorear talco con 4% de Malatión; en superficies delicadas (pisos muebles) rociar solución de kerosene o emulsión de agua de lindano al 1% o DDT al 5%. Estas labores las ejecutarán brigadas competentes según técnicas indicadas por el S. N. S.
2) Las personas que deben entrar a los lugares más infectados podrán usar "repelentes" con base de dietiltoluamidas de bencila en solución o emulsión para impregnar la mitad inferior del pantalón de overoles y la parte superior de los calcetines.
3) Aseo con la frecuencia necesaria de locales infectados, (suelos, muebles, tapizados, camas de perros y gatos, etc) si es posible con máquina aspiradora, con la que se aspira previamente una cucharada de polvo insecticida.

Moscas:

Acción preventiva

1) Eliminación de focos de crianza, suprimiendo las acumulaciones al aire libre de toda materia orgánica susceptible

de descomposición (guano, desechos de cocina, mercados, forrajes y basuras en general). Estas materias deben sepultarse bajo tierra aprisionada o tratarse en forma que las hagan inertes y utilizables como fertilizantes.

2) Acumulación de desperdicios orgánicos en recipientes metálicos tapados o en bolsas plásticas cerradas, hasta que puedan retirarse para su tratamiento o disposición final. Si se acumulan gradualmente en hoyos en el suelo, mantenerlos tapados con láminas de plásticos, hasta su recubrimiento final con tierra apisonada.

3) Protección de locales de alimentos y viviendas, manteniéndolos cerrados o ventilados a través de rejilla de 5 mallas/cm.

Acción destructiva con insecticidas

1) Aplicación residual en exteriores donde se posan grandes cantidades de dípteros, incluyendo estructuras, vegetación, recipientes de basuras, de estiércol, con malatión al 1% y azúcar en emulsión o suspensión acuosa, a cargo de brigadas competentes dirigidas por el S. N. S.

2) Tratamiento espacial, de efecto temporal (necesita repetirse) para reducir grandes poblaciones de moscas. En interiores pulverización de aerosol con 0,1-0,2% de piretro y un sinergizante (1-2% de Botóxido de Piperolino); en exteriores, nebulizaciones de malatión por franjas de 30 m (500 G/Há) con generadores térmicos portátiles de aerosol, a cargo de brigadas competentes supervigiladas por el S. N. S.

Piojos:

1) Desinfectación de personas y sus ropas, con lindano al 1% en talco o pirofilitas en polvo, en tarros espolveadores de 50 gramos de capacidad, individuales, con 30 gramos/persona, o en pulverizadores mecánicos para aplicaciones a grupos con 50 gramos/personas. La aplicación al interior de las ropas y para el cuerpo se ejecutará según las técnicas e insecticidas del S. N. S.
2) Para grandes volúmenes de ropa efectuar su esterilización al vapor en autoclaves o fumigación con bromuro de metilo a concentración de 15 gramos/m^3 de cámara o carpa de plástico hermética, en lugares muy bien ventilados y vigilados directamente por expertos del S. N. S.

Cucarachas:

1) Acción preventiva de saneamiento, aseo prolijo, especialmente en locales de expendido de alimentos, evitando en los suelos y estanterías o mesones los desperdicios y partículas de alimentos; oclusión (con yeso, madera o metal) de todas las rendijas y grietas en pisos y muros, incluso alrededor de las pasadas de tuberías, y sótanos; evitar la entrada de insectos a los edificios, en envases infectados o desde inmuebles vecinos.
2) Acción destructiva con Insecticidas:

Aplicaciones a áreas restringidas en senderos recorridos por las cucarachas, rendijas, y grietas, guardapolvos, tuberías y sitios de guarida, con rociamiento de emulsión

acuosa de compuestos fosforados orgánicos al 3% (Baytex, Baygón, etc.) superficiales menos cuidados (zócalos, pisos sumideros de alcantarillados interiores y exteriores, etc.). Estos tratamientos deben ejecutarlos brigadas competentes, según técnicas que indique el S. N. S.

Zancudos:

1) Acción preventiva

Rellenar los charcos con tierra, arena o ripio; tapar bien los excusados, pozos o depósitos que no se pueda vaciar. Una vez por semana, botar el agua de tinas, barriles, o de otros recipientes. Limpiarlos y secarlos antes de llenarlos nuevamente.

2) Acción Destructiva

Usar insecticidas, rociar los estanques, norias, etc.

d) PROBLEMAS DE ROEDORES Y ANTROPODOS EN SITUACIONES DE CATASTROFE

Para finalizar con este tema, que sin duda es importante conocer para enfrentar con éxito los problemas de roedores y antrópodos en situaciones de catástrofe, se incluye el Cuadro Nº 23, que muestra los problemas que en tiempos normales provocan los roedores y antrópodos de importancia sanitaria en nuestro país.

De esta nómina puede decirse que sólo los 5 primeros constituyen realmente un problema, tanto por ser prevalentes al menos en algunas áreas, como porque pueden afectar a grandes grupos de población. De los restantes la chinche es sólo problema oca-

sional, cada vez menos frecuente; la vinchuca, existiendo aún, sólo afecta en la actualidad a determinados sectores rurales del país, sometidos periódicamente a control con pesticidas por brigadas del S. N. S.

Las arañas y alacranes no constituyen sino problemas casuales y esporádicos, que, tanto en épocas normales como en situaciones de catástrofe, sólo requieren aseo de la vivienda y alrededores y una existencia razonable de los sueros específicos en los principales centros médicos de primeros auxilios a lo largo del país.

Los zancudos sólo constituyen problema de importancia un poco mayor que en los tiempos normales, en caso de inundación en temporada calurosa, dos circunstancias que no suelen ocurrir simultáneamente en Chile.

Finalmente, si alguien pensara en otros insectos caseros como hormigas, comejeros, polillas, gorgojos, etc., deberá considerar que además de no ser de importancia sanitaria, cuando sucede una catástrofe no constituyen generalmente un problema mayor que en los timepos normales.

Datos útiles para la lucha antivectorial, se pueden encontrar en el Anexo Nº 9 de la Guía de Saneamiento en Desastres Naturales (4).

CUADRO Nº 23

PROBLEMAS DE ROEDORES Y ARTROPODOS EN SITUACIONES DE CATASTROFE

VECTOR	HABITAT. USUAL	HUESPED NORMAL O EVENTUAL DE AGENTES PATOGENOS	PROBLEMAS		CAUSAS CIRCUNSTANCIALES DE PROBLEMAS				
			ENFERMEDAD TRASMITIDA	OTROS DAÑOS	Catástrofe				OTRAS CAUSAS
					Terremoto	Inundación	Sequía	Guerra	
1. RATAS: PARDA Y NEGRA	Alcantarillados Bodega Graneros Techos Casas		Tifus murino Peste Bubónica Ictericia Hemorrágica Triquinosis	Perjuicios Económicos Mordedura	●	●	●	●	Migración
2. PULGAS: X. CHEOPIS C. CANIS C. FELIS P. IRRITANS	Cuerpos Suelos	Rata Perro Gato Hombre	Tifus murino Peste bubónica	Dermatitis	●	●	●	●	Migración
3. MOSCAS: MUSCIDAS CALIFORIDAS SARCOFAGIDAS. etc.	Basurales Desperdicios Corrales Fca. Alimentos Excretas Carroña	Hombre	Fiebre tifoidea Paratifoideas Disenterías Diarreas Infant. Tuberculosis Miasis	Molestias	●	●		●	Deficiente Saneamiento
4. PIOJO	Cuerpo	Hombre	Tifus Exantemático	Irritación Pápulas	●	●	●	●	Hacinamiento Pesaseo Personal
5. CUCARACHAS: B. ORIENTALIS B. GERMANICA P. AMERICANA	Sitios oscuros temperados, húmedos. (Alcantarillados, sótanos, cocinas, bacos, F. Soda, etc)			Contaminación de alimentos Perjuicios económicos Molestias	●	●	●	●	Deficiente Saneamiento Transporte en bultos
6. CHINCHE	Camas Escondrijos en casas viejas			Irritación Insomnio	●			●	Hacinamiento Transporte en ropas
7. VINCHUCA	Casas primitivas y anexos en áreas rurales o suburbanas	Animales domésticos	De Chagas	Irritación Nauseas Palpitaciones	●		●	●	Migración Transporte en enseres
8. ARAÑAS	Materiales apilados, estructuras y vegetac. vecina a casas			Inflamación Dolor	●		●		Migración
9. ALACRAN	Materiales apilados en espacios abiertos			Irritación Venenosa	●		●		Migración
10. ZANCUDOS (CULICINOS)	Aguas detenidas, vegetación adyacente, lugares húmedos			Irritación Insomnio Molestias		●			Deficiente Saneamiento

A N E X O Nº 6

ESTADISTICAS COMPUTACIONALES

a) PROCEDIMIENTO

La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) sería la encargada de llevar estas estadísticas. Para ello, podría procesar la información registrada mediante el computador de que dispone dicho Ministerio. Para tal efecto, es preciso contratar el personal necesario para el desarrollo, implementación, mantención y explotación del sistema, que a continuación se detalla:

- Un analista-programador, quien deberá concretar el estudio preliminar que aquí se hace en un sistema computacional (sería conveniente que esta persona estuviese interiorizada del problema).
- Un recepcionista de la información, quien deberá codificarla y entregarla a perforación.
- Una perforista (digitadora) que registrará en tarjetas perforadas la información codificada.

b) DESCRIPCION DE CAMPOS

(Ver Cuadro Nº 24) (9)

NOTA: D= Dimensión del campo

1) Tipos de Desastres: D = 2

10.- Desastres Meteorológicos:

11.- Tormentas

12.- Sequías

13.- Ondas Cálidas

14.- Ondas Frías.

15.- Ciclones, Tifones, Huracanes

20.- Desastres Topológicos:

21.- Inundaciones

22.- Aludes

23.- Deslizamientos

30.- Desastres Telúricos y Tectónicos:

31.- Terremotos

32.- Tsunamis

33.- Erupciones Volcánicas

40.- Accidentes:

41.- Incendios Urbanos

42.- Incendios Forestales

43.- Explosiones

44.- Falla en las Construcciones

45.- Accidentes Automovilísticos

46.- Accidentes de Trenes

47.- Accidentes Aéreos

48.- Naufragios

49.- Introducción de Tóxicos en los Abastecimientos de Agua Potable

50.- Accidentes de Montaña

51.- Accidentes Mineros

52.- Accidentes Agrícolas

CUADRO Nº 24

DESCRIPCION DE CAMPOS

NOMBRE ● (DIMENSION)	TIPO 1 (2)	DIA	MES	AÑO	Du	Hs. Inic.	LOCALIDAD 3 (9)	Región	Región	SUP. AFECTADA 4 (6)	Secuela 5 (2)	Nº MUERTOS 6 (7)	Nº HERIDOS 7 (7)
	ANTECEDENTES GENERALES.		2 (11)									DAMNIFICADOS	

NOMBRE ● (DIMENSION)	Nº EVACUADOS 8 (7)	Nº SIN HOGAR 9 (7)	Nº DESEMPLEADOS 10 (7)	SUP. CULTIVO AFEC. 11 (6)	TIPOc. 12 (2)	CANTIDAD DESTRUIDA 13 (7)	VALOR ITEM 13 14 (10)
	DAMNIFICADOS			AGRICULTURA , SILVICULTURA Y PESCA			

NOMBRE ● (DIMENSION)	TIPOi. 15 (2)	VALOR CANT. DESTRUIDA (14) 16 (10)	VALOR PERD. COMERCIO IN.y EXT. 17 (10)	Tipo 18 (1)	Nº Edif. T. Destruid. 19 (5)	Nº Edif. P. Destruid. 20 (5)	VALOR Rep. y Rec. edificios 21 (10)
	PRODUCCION INDUSTRIAL		COMERCIO EXTERIOR E INTERIOR		CONSTRUCCION		

NOMBRE ● (DIMENSION)	Kms. P. y T. Destrui. 22 (5)	VALOR PERDIDA ITEM 22 23 (10)	VALOR PERDIDA Transp. Aereo y Acu. 24 (10)	VALOR Rep. y Rec. Obras Públicas 25 (10)	Tipo 26 (1)	VALOR Repar. o Sustitucion Trans. Da. 27 (10)
	CONSTRUCCION					TRANSPORTE

NOMBRE ● (DIMENSION)	VALOR Perd. Ingr. Act. Transp. Normal 28 (10)	Valor Oper. Rescate y Socorro 29 (10)	Ayu 30 (1)	VALOR TOTAL ACUMULADO 31 (10)
	TRANSPORTE	RESCATE Y SOCORRO		COSTO TOTAL GLOBAL

● Nº DE ORDEN EN ANEXO Nº 6

60.- Otros:

61.- Epidemias

62.- Epizootias

63.- Plagas

64.- Sabotajes

65.- Guerra

66.- Hambre

67.- Problemas de Radiación

68.- Otros

2) Fecha, mes, año, duración del desastre y hora de inicio

Día: D = 2 Mes: D = 2 Año: D = 4

Duración: D = 1 Hora de Inicio: D = 2

Duración:

0 No Registrado

1 1 minuto

2 1 a 5 minutos

3 5 a 30 minutos

4 30 a 60 minutos

5 1 a 24 horas

6 1 a 30 días

7 1 a 6 meses

8 6 meses a 1 año

9 Más de 1 año

3) Lugar de ocurrencia o epicentro, regiones afectadas

Localidad: D = 5 Regiones: D = 4

Localidad: Según codificación de la Dirección General de Estadísticas.

Regiones:: Desde la región x hasta la región y (D = 4), Si es sólo una región la afectada se deja los dos últimos espacios en blanco.

4) Superficie total de la zona damnificada (Há): D = 6

5) Coloque el código del desastre que es secuela: D = 2
(Si no es secuela, blancos)

6) Número total de defunciones registradas: D = 7

7) Número total de personas heridas: D = 7

8) Número total de personas evacuadas temporalmente por voluntad propia y bajo control policial: D = 7

9) Número total de personas que quedaron sin hogar a raíz del desastre: D = 7

10) Número total de personas que quedaron desempleadas a raíz del desastre: D = 7

Pérdidas relacionadas con la Agricultura, Silvicultura y la Pesca

11) Superficie total de la zona de cultivo damnificada (Há): D = 6

12) Tipo: D =2

NOTA: Esta clasificación la puede realizar un experto agrícola.

Agricultura

- Cultivos y Cosechas:

Cultivos generales

01 Cebada

02 Máíz

03 Avena

04 Trigo, etc.

21 Frutas

22 Nueces

23 Semillas

24 Legumbres

25 Otros cultivos y cosechas

- Ganado, Aves, etc.

41 Vacuno

42 Porcino

43 Ovino

44 Caballar

45 Asnal

46 Aves de Corral

47 Otros animales

- Productos de Granja

51 Leche

52 Huevos

53 Mantequilla

54 Queso

Silvicultura

61 Maderas Duras

62 Maderas Blandas

63 Caucho Natural

64 Otros productos forestales

NOTA: Otros productos forestales se podrían subdividir según lo indique un Ingeniero Forestal.

Pesca

81 Peces

82 Crustáceos y Moluscos

83 Conchas Marinas

84 Otros

13) La cantidad total obstruída (Toneladas o unidades): D = 7

14) El valor total de la cantidad destruída en dólares (perjuicios directos e indirectos): D = 10

Pérdidas en la Producción Industrial

15) Tipo de Actividades: D = 2

Actividades Manufactureras

11.- Manufactura de Productos Alimenticios

12.- Manufactura de Bebidas (vino, cerveza, etc.)

13.- Manufactura de Tabaco

14.- Industria Textil y la Industria del Cuero

15.- Industria de la Madera

16.- Industria de transformación del Petróleo

17.- Otras industrias Manufactureras

Explotación de Minas y Canteras

40.- Extracción del Carbón

41.- Extracción del Fierro

42.- Extracción del Cobre

43.- Producción de Petróleo Bruto y de Gas Natural

44.- Otras actividades de extracción

16) El valor total de la cantidad destruída, en dólares: D = 10 Perjuicios directos (incluye reparación y sustitución de los equipos) y perjuicios indirectos (incluye pérdidas por interrupción de las actividades normales por falta de mercado o por falta de materias primas necesarias para la producción, las ocasionadas por la utilización de sucedáneos más caros, etc.)

Pérdidas en el Comercio Exterior e Interior

17) Cantidad perdida en dólares: D = 10

Comercio Interior: Las pérdidas en el comercio por mayor o por menor, causada por la reventa (venta sin transformación) de mercancías efectuadas por empresas mayoristas a minoristas o a usuarios industriales o las efectuadas por tiendas, cooperativas, etc. al público en general.

Comercio Exterior: Pérdidas de ingresos derivados de las actividades exportadoras y de recaudaciones aduaneras.

Pérdidas en el Sector de la Construcción

18) Tipo: D = 1

1.- Edificios destinados a viviendas

2.- Otros edificios públicos y privados (hospitales, escuelas, fábricas, talleres, edificios de la administración pública

3.- Infraestructura: Carreteras, ferrocarriles (pérdidas sufridas en la red, infraestructura de túneles, puentes, etc.), transporte aéreo (pistas de aterrizaje, instalaciones de aeropuertos).

4.- Obras Públicas: Pérdidas sufridas en los sistemas de riego y drenaje, los sistemas de prevención de inundaciones (presas, malecones), las cañerías y otras instalaciones.

5.- Servicios Públicos: Pérdidas sufridas en la red de telecomunicaciones, la producción de energía, el suministro de agua, gas; los sistemas de alcantarillado y todas las demás instalaciones directamente destinadas al al servicio público.

19) Número total de edificios totalmente destruidos: D = 5

20) Número total de edificios parcialmente destruidos: D = 5

21) Costo total, reparación y reconstrucción de los edificios: D = 10

22) Número total de kilómetros de carretera parcial o
te destruída por el desastre (ferrocarriles y car
D = 5

23) Costo total de la pérdida del punto 22 (dólares):

24) Costo total de la pérdida en el punto infraestruc
respecto a transporte acuático o transporte aéreo
18) (dólares): D = 10

25) Costo total de la reparación o reconstrucción de
dañadas (dólares) en los servicios públicos o en
blicas (punto 18) (dólares): D = 10

Pérdidas en el Sector Transporte

26) Tipo: D = 1

1.- Carreteras

2.- Ferrocarriles

3.- Transporte Acuático

4.- Transporte Aéreo

27) Costo total de la reparación o sustitución de los
de transporte dañados: D = 10

28) Cuantía total de las pérdidas de ingresos que se ha
culado y que se deban a la interrupción de las acti
de transporte normales: D = 10

Costo total de las operaciones de rescate y socorro

29) Costo total: D = 10

30) Quién proporciona la ayuda: D = 1

1.- Presupuesto Nacional

2.- Particulares (del país)

3.- U N D R O

4.- A. I. D.

5.- Cruz Roja

6.- Otros

Costo total Global

31) Costo total del desastre (incluye pérdidas directas e indirectas): D = 10

Otras consideraciones particulares

Estos campos podrían estar dedicados a características de cada desastre en particular. Por ejemplo:

Terremotos: Intensidad D = 2

Magnitud D = 2

Erupciones volcánicas, inundaciones, aludes; volumen y superficie afectada, etc.

NOTA: Es claro que éste, sólo es un estudio preliminar que servirá de guía al encargado de esta materia.

En general, creo que es mejor llevar los costos en dólares para evitar actualizaciones de la Moneda Nacional.

c) PARAMETROS

Código de Selección

1.- Todos (los desastres)

2.- Algunos (implica lista de códigos a seleccior

Fecha: Puede ser un rango

Zona : Lista de código de Zonas (INE)

Elemento tabular: (variables acconsiderar)

- Indicar lista de códigos a ser tabulados
- Cantidad de elbos

d) EJEMPLO EXPLICATIVO

Se desea conocer el total de personas muertas por
sastre x en la zona y en el año z.
Dependiendo de la riqueza del archivo, es decir,
tidad, calidad y exhaustividad de los registros,
mos entregar un cuadro representativo de la situa
licitada.
Esquemáticamente se podría representar el proceso
se muestra en la figura 29

e) IMPORTANCIA DE LAS ESTADISTICAS COMPUTACIONALES

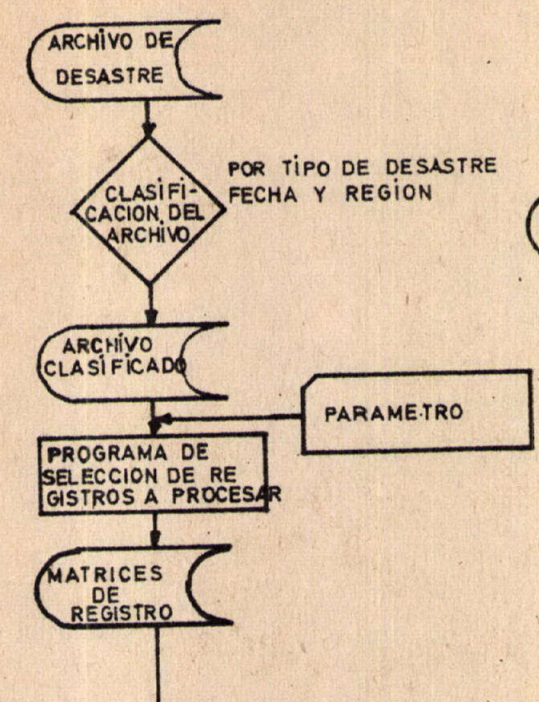
Sería de gran utilidad para el país, llevar este t
estadísticas, ya que se podría conocer la gravedad
problemas con índices específicos, y con ello hace
de prevención adecuados para disminuir las pérdida
das y bienes que son cuantiosas.
Citaremos algunos índices como ejemplo:

- Número de muertos al año por incendio en el país.
- Número de heridos al mes por accidentes automovilísticos, en Santiago.
- Total de pérdidas económicas causadas por terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas al año, en todo el país.
- Total de pérdidas en la construcción al año a causa de todos los desastres.
- Número de incendios al mes en la zona.

Con este sistema podríamos conocer cifras significativas, tablas, etc., por ejemplo:

- Total de pérdidas económicas causadas por inundaciones desde el año x hasta la fecha.
- Número de personas que quedaron desempleadas por los desastres desde el año x hasta la fecha.
- Número de Há destruídas en la zona y por efecto de la sequía, incendios forestales, inundaciones, erupciones volcánicas y tormentas desde el año x hasta el año z.
- Se podrían confeccionar tablas, como:

Región x	1970	1971	etc.
Nº de Incendios			
Nº de Muertos			
Nº de Heridos			
Pérdidas en $			
m^2 de edificación afectados			



A.- DIAGRAMA DE FLUJO.
ENTREGA DE DATOS.

B.- DIA
Nº D
DES

La utilidad del sistema es muy grande, debido a las variedades de información que se puede obtener y el significado que ésta tiene para los planes a proyectar. Además de que los gastos a realizar son ínfimos, comparados con el valor de la información que nos proporcionará.

ASPECTOS ECONOMICOS Y POBLACIONALES DE

En este anexo se incluyen, por una part
económicos nacionales que podrían ser de
ciar la gravedad que provoca un desastre
a Nacional o Regional, y por otra parte ci
ales. Estos antecedentes se entregan en
adjuntos.

En los cuadros 25 al 27, se entregan a
te a situación catastráfica nos podrían
antecedentes para estimar la gravedad del

CUADRO Nº 25

SUPERFICIE TERRITORIAL, DENSIDA
BLACION Y POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

ION	POBLACION	SUPERFICIE	A
	212.750	58.072,70	3,7
	290.376	125.306,30	2,3
	181.189	78.267,50	2,3
	388.103	39.647,00	9,8
	1.128.385	16.378,00	68,9
	553.395	17.923,60	30,9
	687.878	30.518,10	22,5
I	1.416.115	36.007,20	39,3
	652.121	32.471,80	20,1
	836.755	62.235,90	13,4
	58.934	113.956,70	0,5

REGION	POBLACION	SUPERFICIE	A	B	C
XII	102.778	1.382.033,50	0,1	32.151	86
A. Metr.	3.846.027	13.808,00	278,5	1.002.665	93
TOTAL PAIS	10.353.906	2.006.626,3	5,2	2.624.817	75

NOTA: En el Cuadro Nº 25 la Superficie está medida en Km^2;

A= Densidad, medida en Hab/Km^2

B= Población economicamente activa (1975)

C= % de población urbana.

CUADRO Nº 26

PROYECCIONES DE POBLACION (INE)

REGION	1980	1990	2000
I	238.496	304.906	377.390
II	312.080	364.154	413.159
III	199.329	245.021	292.808
IV	413.990	474.318	527.697
V	1.232.410	1.471.734	1.707.610
VI	564.111	646.326	729.525
VII	722.682	814.728	904.686
VIII	1.507.381	1.750.119	2.000.115
IX	672.389	726.437	769.981
X	883.073	1.006.056	1.129.007
XI	64.300	81.303	99.949
XII	111.119	132.839	156.336
A. Metr.	4.338.511	5.535.519	6.742.049
TOTAL PAIS	11.259.871	13.553.460	15.850.232

CUADRO Nº 27

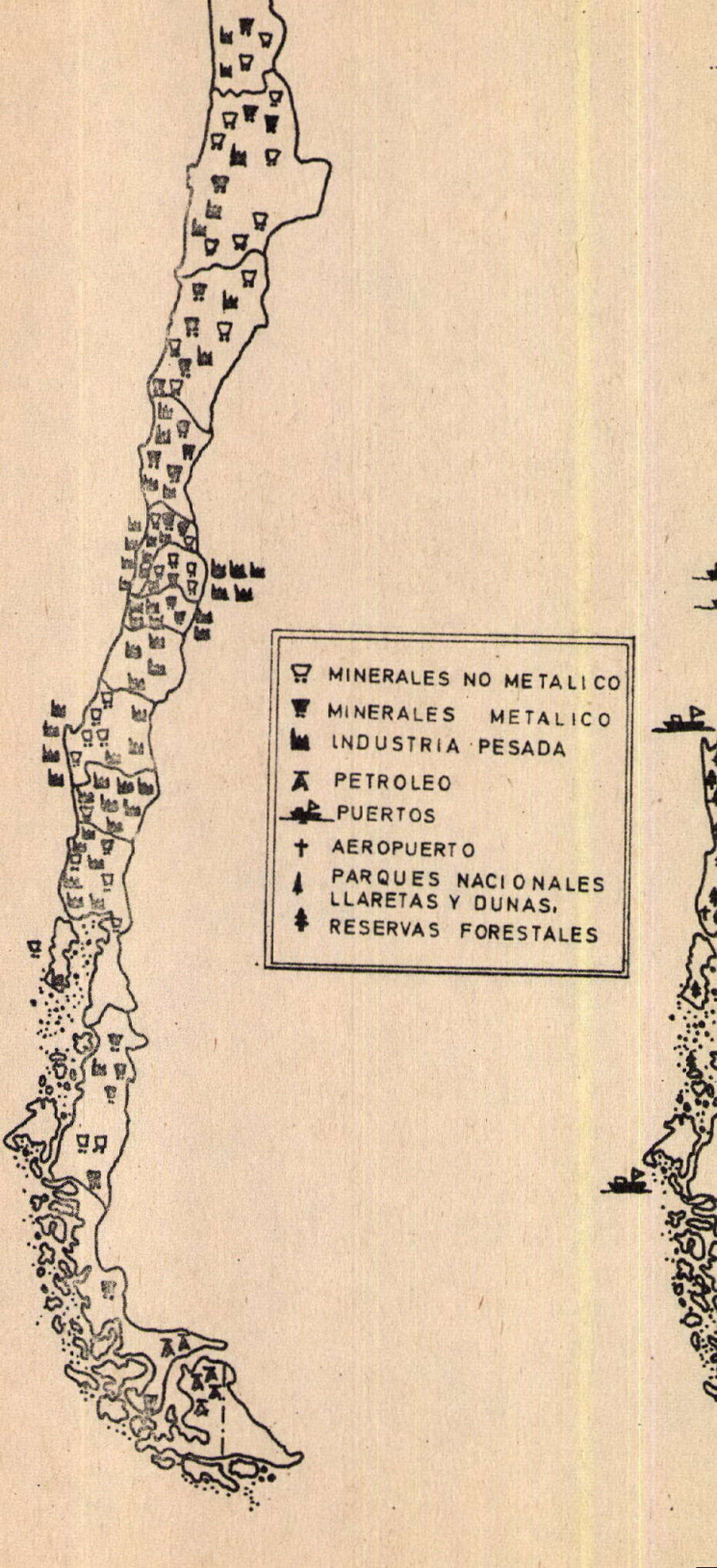
USO POTENCIAL DE SUELOS DEL PAIS (EN MILES DE Há) (1

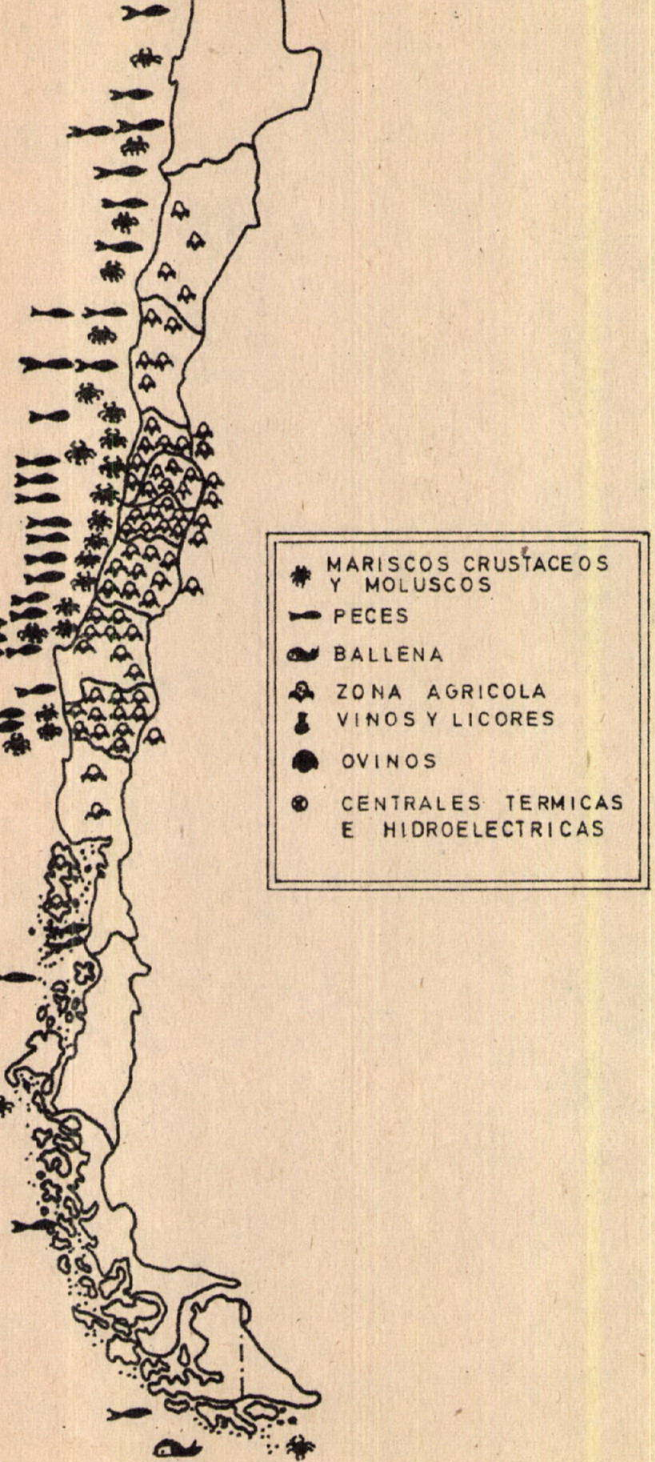
PROVINCIAS	SUPERF. TOTAL	CULTIVOS	PRADERAS	SUELOS FORESTAL	T I
Tarapacá	5.807,3	7,5	503,3	50,0	
Antofagasta	12.540,6	1,2	101,5	50,0	1
Atacama	7.826,8	6,8	108,4	100,0	
Coquimbo	3.964,7	47,6	1.074,5	165,1	
Aconcagua	987,4	36,8	360,4	51,3	
Valparaíso	511,5	48,5	50,7	300,9	
Santiago	1.768,6	137,4	354,8	414,3	
O'Higgins	710,6	84,4	123,1	163,2	
Colchagua	832,7	70,3	226,8	357,0	
Curicó	526,6	60,8	98,6	156,2	
Talca	1.014,1	91,6	109,9	341,2	
Maule	569,6	24,3	243,0	267,9	
Linares	941,4	107,9	236,8	218,7	
Ñuble	1.395,1	118,8	527,0	366,8	
Concepción	568,1	22,5	138,3	365,8	
Arauco	524,0	27,8	94,9	355,3	
Bío-Bío	1.113,5	80,6	320,1	405,7	
Malleco	1.409,5	130,4	389,9	609,2	
Cautín	1.837,7	251,2	667,1	668,3	
Valdivia	1.847,3	172,3	425,4	728,1	
Osorno	923,6	160,1	322,0	189,7	

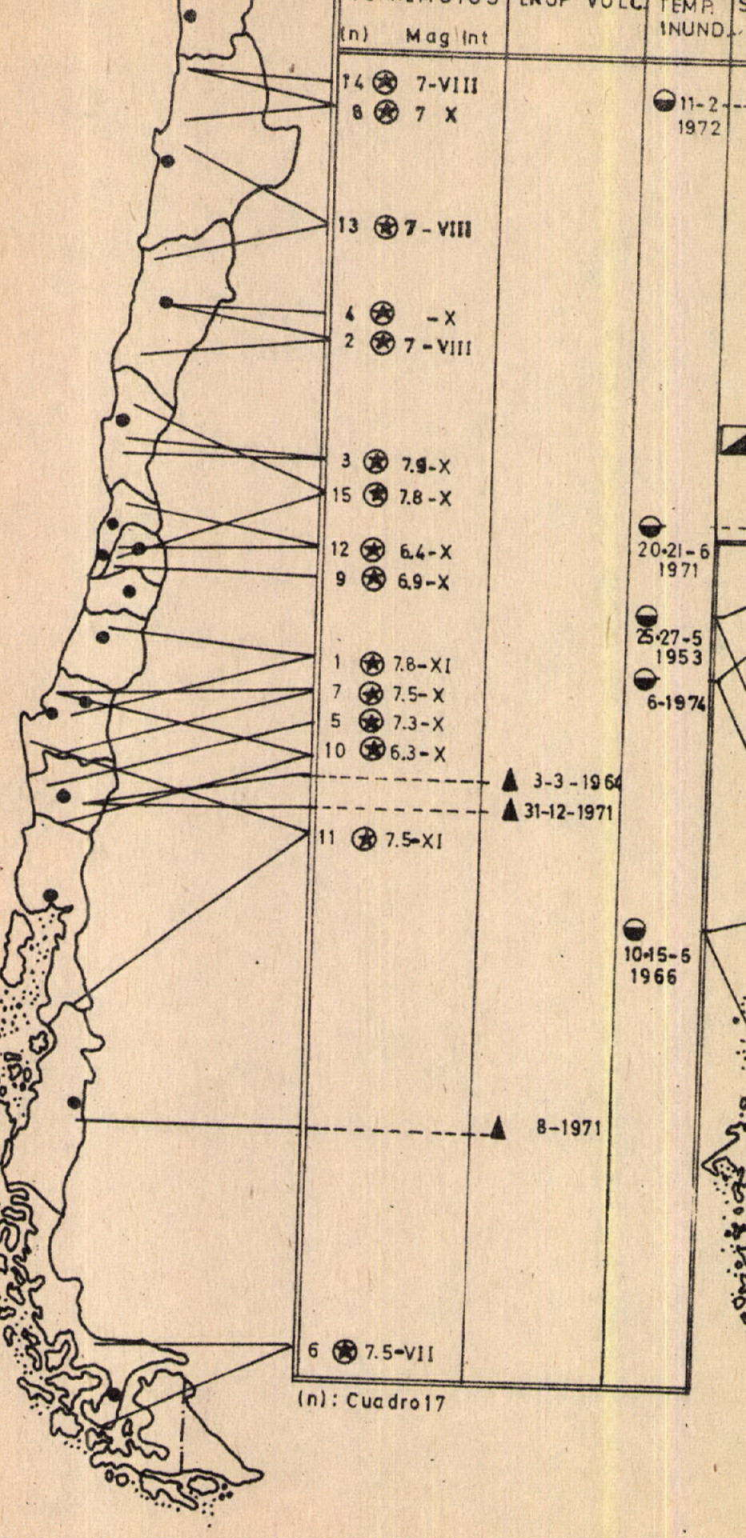
PROVINCIAS	SUPERF. TOTAL	CULTIVOS	PRADERAS	SUELO FORESTAL	TIERRAS IMPRODUC.
LLanquihue	1.820,5	120,0	243,5	765,5	691,4
Chiloé	2.701,4	56,5	577,1	1.229,3	838,5
Aysén	10,358,4	5,1	561,5	2.076,4	7.715,4
Magallanes	13.203,4	-----	3.942,3	1.382,6	7.868,5
TOTALES	75.704,8	1.8705	11.810,9	14.778,5	50.244,9

En la figura 30, se muestra la división política de Chile. En la figura 31 y 32 sus recursos económicos. Finalmente, se incluye, en la figura 33, un resumen de los desastres más importantes ocurridos en el período 1934-1974.

ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA
	EL LOA	CALAMA
COPIAPO	CHAÑARAL	CHAÑARAL (1)
	COPIAPO	COPIAPO
	HUASCO	VALLENAR
LA SERENA	ELQUI	LA SERENA
	LIMARI	OVALLE
	CHOAPA	ILLAPEL
VALPARAISO	VALPARAISO	VALPARAISO
	SAN ANTONIO	SAN ANTONIO
	QUILLOTA	QUILLOTA
	PETORCA	LA LIGUA
	SAN FELIPE	SAN FELIPE
	LOS ANDES	LOS ANDES
	ISLA DE PASCUA	HANGA ROA
RANCAGUA	CACHAPOAL	RANCAGUA
	COLCHAGUA	SAN FERNANDO
TALCA	CURICO	CURICO
	TALCA	TALCA
	LINARES	LINARES
CONCEPCION	NUBLE	CHILLAN
	CONCEPCION	CONCEPCION
	ARAUCO	LEBU (2)
	BIOBIO	LOS ANGELES
TEMUCO	MALLECO	ANGOL
	CAUTIN	TEMUCO
PUERTO MONTT	VALDIVIA	VALDIVIA
	OSORNO	OSORNO
	LLANQUIHUE	PUERTO MONTT
	CHILOE	CASTRO
COIHAIQUE	AISEN	PUERTO AISEN
	GENERAL CARRERA	CHILE CHICO
	CAPITAN PRAT	COCHRANE (3)
	ULTIMA ESPERANZA	PUERTO NATALES


MINERALES NO METALICO
MINERALES METALICO
INDUSTRIA PESADA
PETROLEO
PUERTOS
AEROPUERTO
PARQUES NACIONALES
LLARETAS Y DUNAS.
RESERVAS FORESTALES


MARISCOS CRUSTACEOS Y MOLUSCOS
PECES
BALLENA
ZONA AGRICOLA
VINOS Y LICORES
OVINOS
CENTRALES TERMICAS E HIDROELECTRICAS


(n) Mag Int
TEMP. INUND.
14 7-VIII
8 7 X
11-2-1972
13 7-VIII
4 -X
2 7-VIII
3 7.9-X
15 7.8-X
12 6.4-X
9 6.9-X
20-21-6 1971
25-27-5 1953
6-1974
1 7.8-XI
7 7.5-X
5 7.3-X
10 6.3-X
3-3-1964
31-12-1971
11 7.5-XI
10-15-5 1966
8-1971
6 7.5-VII

(n): Cuadro 17

A N E X O Nº 8

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA DEL MINISTERIO DEL INT

(ONEMI)

a) INTRODUCCION

El Decreto Ley 369 del 18 de marzo de 1974, cr
Este Decreto establece que la ONEMI será el servicio
planificar, coordinar y ejecutar las actividades dest
venir o solucionar los problemas derivados de sismos
fes y de ejercer las funciones que el título I de la
sus modificaciones asignan al Ministerio del Interior.
también plena autoridad para coordinar durante situaci
tástrofe o calamidades públicas, las actividades de cu
otro organismo público o privado que tenga relación co
ción de los problemas derivados de estas emergencias.

Asimismo, en los casos en que informes técnicos
por organismos o servicios competentes determinan que
del país esté amenazada con riesgo inminente, por algu
fe natural o causada por el hombre, a petición de la O
premo Gobierno puede por Decreto Supremo, declarar dic
en "estado preventivo de catástrofe" pudiendo aplicars
de ese momento, todas las disposiciones establecidas er
I de la Ley 16.282 y sus modificaciones. (11)

Uno de los importantes programas que desarrolla a
este servicio es la "Organizacion del país para afronta
nes de Catástrofe", que considera además de la habilita
Centro de Emergencia (C. O. E.) en sus oficinas en Sant
creación e implementación de Centros Regionales de Emer

Asimismo en los niveles regionales, provinciales y comunales existen los Comités de Emergencia presididos por los señores Intendentes Regionales, Gobernadores Provinciales y Alcaldes, los que representan y coordinan el empleo de todos los recursos locales y que para los efectos de los planes son funcionalmente una prolongación de la ONEMI.

Este programa comprende también:

- Una red de telecomunicaciones para el sistema de Gobierno interior.
- La capacitación de personal propio y de otros servicios, mediante seminarios, cursos en convenios con otras instituciones y entrenamientos en áreas específicas como primeros auxilios, control de incendios, inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos, rescate, técnica de estimación de daños, etc.
- Información y difusión de técnicas de protección civil, tanto al sector público como a entidades voluntarias de socorro y a la comunidad nacional.

b) PLANES DE EMERGENCIA

LA ONEMI HA ELABORADO LOS SIGUIENTES PLANES DE CARACTER ORDINARIO:

Plan Nacional de Emergencia (P. N. E.)

Considera que en las operaciones de auxilio debe participar toda la nación, dosificando adecuadamente los esfuerzos sin recargar a determinadas instituciones. Es el trabajo en equipo con la máxima coordinación para el aprovechamiento más efectivo de los recursos disponibles. (11)

Plan General Ejecutivo de Emergencia (P. G. E. E.)

Organiza al país para afrontar situaciones de catástrofes, a través de la constitución de comités de emergencia en cada región, gobernación provincial y comuna, detallando la forma de actuar y las tareas que deben cumplir para afrontar las emergencias, tanto en la fase de preparación, como en la de ejecución. Además, señala disposiciones de carácter administrativo y económico.

Planes regionales, provinciales y comunales

Cada Intendente Regional, Gobernador Provincial y Alcalde es responsable de la organización de su área jurisdicional y de la elaboración de sus planes de emergencia locales, con la colaboración y asesoría de las Fuerzas Armadas y Carabineros, y la participación de los sectores públicos y privados.

Plan de prevención y combate de incendios forestales

Asigna tareas a los Intendentes Regionales, Gobernadores Provinciales, y Alcaldes con el fin de crear un comité forestal, que coordine las labores preventivas y de combate de incendios forestales.

Operación "DEYSE" (de evacuación y seguridad escolar)

Es un plan preventivo, preparado por la ONEMI y puesto en ejecución por el Ministerio de Educación, destinado a la evacuación y seguridad escolar, en caso de emergencia, para que los niños desarrollen hábitos de seguridad.

Plan SEH (de seguridad y evacuación hospitalaria)

Fue elaborado por la ONEMI, como un plan destinado al sec-

tor hospitalario, para ser ejecutado por el Ministerio de Sa
considerando que es fundamental que los establecimientos hos
larios no sólo no interrumpan sus funciones bajo ninguna cir
tancia, sino que, deben estar en condiciones de aumentar su
cidad de atención ante cualquier desastre que pueda afectar
área de acción o de regiones vecinas.

Plan y organización de la protección de establecimien
vitales

Incumbe a la dirección de cada establecimiento, plani
car y organizar con antelación su protección, descartando el
tor improvisación y manteniéndola actualizada mediante una pe
nente evaluación y prácticas periódicas.

c) ORGANIGRAMA

Para el cumplimiento de sus funciones la ONEMI, está
nizada según lo indica la figura Nº 34, "Organigrama".

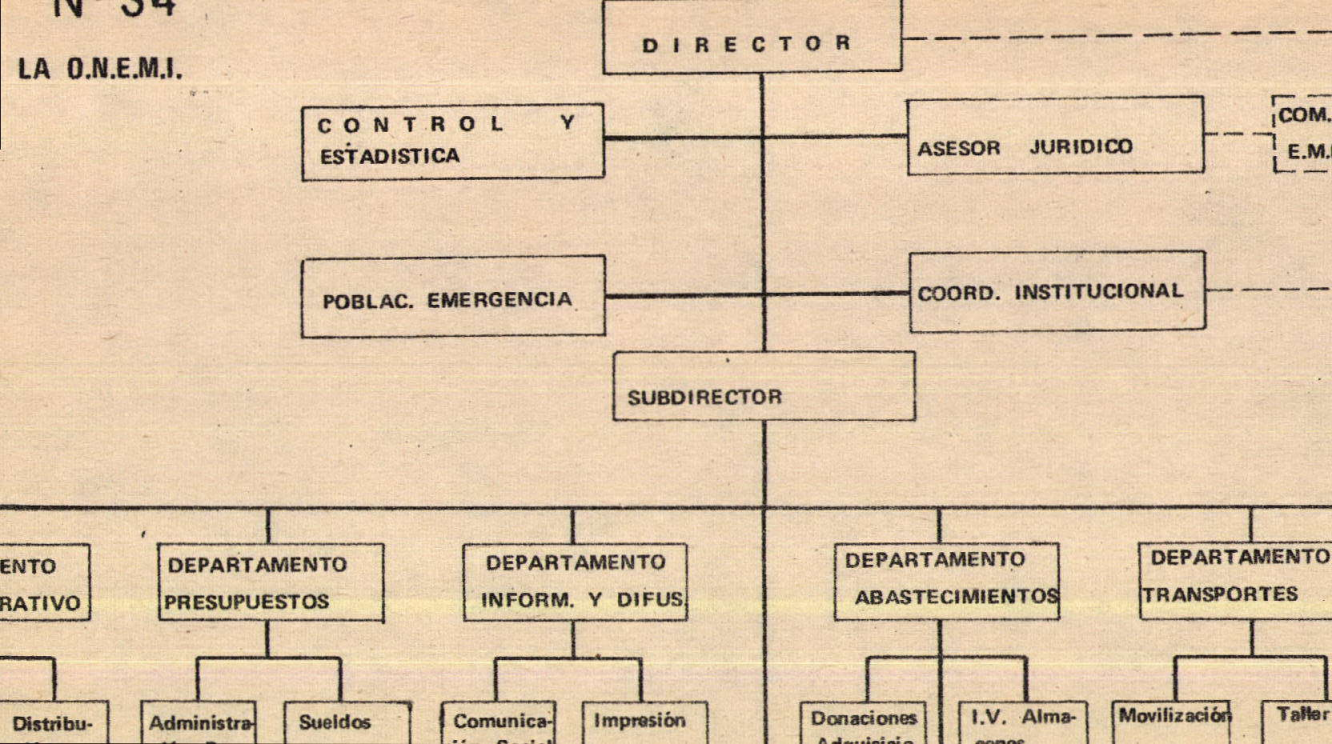
d) OBJETIVOS DE LA ONEMI

Como el objetivo final se proyecta que cada comuna del
país, sea capaz de utilizar, en forma racional y coordinada,
medios y recursos con que cuenta en su área jurisdicional en
ma tal, que cualquier problema sea controlado con los recurso
propios de cada comuna, y sólo cuando estos, habiendo sido em
pleados, no sean suficientes, se movilicen recursos de otras
áreas de acuerdo a planes de ayuda mutua prestablecidos.

Otro objetivo es minimizar las pérdidas, tanto de vida
como económicas, causadas por los desastres.

N° 34

LA O.N.E.M.I.


DIRECTOR
CONTROL Y ESTADISTICA
ASESOR JURIDICO
COM.
E.M.
POBLAC. EMERGENCIA
COORD. INSTITUCIONAL
SUBDIRECTOR
ENTO
RATIVO
DEPARTAMENTO PRESUPUESTOS
DEPARTAMENTO INFORM. Y DIFUS
DEPARTAMENTO ABASTECIMIENTOS
DEPARTAMENTO TRANSPORTES
Distribu-
Administra-
Sueldos
Comunica-
Impresión
Donaciones
I.V. Alma-
Movilización
Taller

1.- Assar M., Guía de Saneamiento en Desastres Naturale
nización Mundial de la Salud, Suiza, 1971, 142 pági

2.- Conferencia sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5-16
de 1972. Planificación y Ordenación de los Asentam
Humanos desde el punto de vista de la calidad del m
Naciones Unidas 1971, 40 páginas.

3.- Hanlom J., Guía para la Salud de la Comunidad, Méjic
Prensa Médica Mejicana, 1967, 368 páginas.

4.- Disaster Manual, U. S. Departament Health, Education
Welfore, 1966.

5.- A Study of Earthquake, Losse in the San Francisco Ba
Office of Emergency Preparedness, 1972.

6.- Instructors Plan Book for First Aid for Psychological
tions in Disaster, American Psychiatrie Association,
ment of Health, 1965, 32 páginas.

7.- Lommitz Cinna. "An Earthquake Riske Map of Chile", Pr
4 W C E E, Santiago, 1969.

8.- Saleh Murra Alfredo. Sistema de Protección Civil en C
Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Inte
Santiago de Chile, 1975, 32 páginas.

9.- Encuesta Mundial sobre los Daños causados por Desastre
el período 1960-1974, Cuestionario para los Gobiernos,
cina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Soc
en caso de Desastre, 1975.

10.- Unda Francisco, Programa de Salud visto del ángulo del Ingeniero Sanitario, frente a una situación de catástrofe. XII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria, Caracas, Venezuela, 23 al 29 de agosto de 1970.

11.- Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, Plan Nacional de Emergencia (P. N. E.), 1976, 17 páginas.

12.- The UNESCO PRESS. Annual Summary of information on Natural Disaster de 1974, Número 9, París, 1976, 99 páginas.

13.- Craft T.F. Planning for Water Quality Emergencies. En Journal of American Water Works Association, volumen 62 Nº 3, marzo de 1970, páginas 181-184.

14.- National Fire Protection Association, NFPA. Fire Protection Handbook. Section 1 "Loss of life and property by fire". 1969.

15.- Instituto Nacional de Estadísticas. Encuesta Agropecuaria 1975-1976. Publicación Nº 66. 1976.

16.- Apuntes de Construcción Asísmica (OC 551) de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile. Trabajos realizados por los alumnos. Semestre Otoño de 1975.

17.- Peralta Peralta Mario. Uso, clasificación y conservación de los suelos. Servicio Agrícola y Ganadero , 1976, 337 páginas.

18.- U. S. Department of Agriculture. "First Aid for Flooded Homes and Farms". Agriculture Handbook Nº 38, Washington,

e) AYUDA NACIONAL E INTERNACIONAL

La ONEMI debe coordinar los esfuerzos y colaboración que presten los organismos internacionales, como la Oficina del Coordinador de Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastres (UNDRO), la Organización Internacional de Protección Civil (OIPC) y toda la ayuda internacional. En el plano Nacional; Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, Red de Emergencia de Clubes de Radio Aficionados, Cuerpo de Socorro Andino, Federación Aerea de Chile, Boy Scouts y entidades voluntarias similares.

Además, la ONEMI debe coordinar la ayuda de Chile a países extranjeros afectados por desastres naturales.

B I B L I O G R A F I A

1966, 28 páginas.

19.- Ruiz Patricio. "Riesgo Sísmico en Chile". Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Edificio Diego Portales. 26-30 de julio de 1976, Santiago , Tema F-5, 7 páginas.

20.- Saleh Murra Alfredo. Problemas de Incendios. En Seminario sobre la Ingeniería Sanitaria ante una Situación de Catástrofe, 1969.

21.- Basoalto V. Julio. Control de insectos y roedores en el período de Emergencia. En Seminario sobre la Ingeniería Sanitaria ante una Situación de Catástrofe, 1969.

22.- Ministerio de Defensa Nacional, F. A. CH. Dirección General de Aeronautica Civil. "Informme sobre fenómenos Meteorológicos severos acaecidos en el país". Santiago, 1975.

23.- Bravo Flores Sergio. Anomalías Climáticas de Chile durante 429 años y La Sequía. Ministerio de Defensa Nacional. Oficina Meteorológica de Chile. Santiago, septiembre de 1975.

24.- Labbé J. C. et al. Algunas relaciones macrosismicas para la evaluación del riesgo sismico en Chile. Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisismica. Edificio Diego Portales, 26-30 de julio de 1976, Santiago, Tema F-7, 14 páginas.

25.- Kieschinick E. "Descontaminación de Afluentes Radiactivos" En revista Técnica Sulzer 1, 1972. Páginas 15-23.

26.- Tobio J. M., Doctor en Química Industrial. "Materiales d Construcción contra el Fuego". En Informes de la Construcción Nº 243, agosto-septiembre 1972. Páginas 49-65.

27.- Sextas Jornadas, Sociedad Chilena de Salubridad, Santiag Chile 1960. Auspiciado por el S. N. S. y el Departamento de Salud Pública del Colegio Médico de Chile, 1960. 162 páginas.

28.- Ehlers-Stell, Saneamiento Urbano y Rural". Méjico, 1965, Editorial Interamericana. S. A. 554 páginas.

29.- Saleh Murra Alfredo. Protección contra Incendios. Oficin Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior. 1977.

30.- Directory of Disaster-Related Technology U.S. Department o Housing and Urban Development Federal Disaster Assistance Administration. Washington 1973, 596 páginas.

31.- Fife J. A. y Cannon C. E. "How Anchorage, Alaska Restored Its Water and Sewerage Systems after the Earthquake of 1964". En revista Water an Sewage Worke, Abril 1965. Página 115-123.

32.- Greve Federico. Historia de la Sismología de Chile. Instit to de Geofísica y Sismología de la Universidad de Chile. Agosto de 1964, 130 páginas.

33.- Lomnitz Cinna, Grandes terremotos y Tsunamis en Chile durante el período 1935-1955. En revista Geofísica Panamerica na, Comisión de Geofísica. Volumen Nº 1, noviembre de 1971

páginas 151-178.

34.- Kausel Edgar y Sarogoni G. R. "La Red Nacional de Acelerógrafos". Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisismica. Edificio Diego Portales, 26 al 30 de junio de 1976, Santiago, Tema F-8, 7 páginas.

35.- Luce J. Enrique. Ingeniería Sísmica en Chile. Una Bibliografía. Informe Técnico Nº15 en revista del IDIEM de la Universidad de Chile. 1973, 48 páginas.

36.- Anguita Salas Pablo. Evaluación de riesgo de Tsunami para la costa de Chile entre los paralelos 18 y 24º S. Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisismica. Edificio Diego Portales. 26-30 de julio de 1976. Santiago. Punto F-4. 15 páginas.

37.- Godoy Vásquez Hernán y Monge Espiñeira Joaquín. Estudio de efectos de un tsunami potencial en la Bahía de Valparaíso. Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisismica. Edificio Diego Portales, 26-30 de julio de 1976. Santiago, Punto F-3. 12 páginas.

38.- Parra Azagra Tulio. Efectos Sísmicos en algunos puentes y anales del Instituto de Ingenieros Nº 5-6 septiembre-diciembre 1961, páginas 11-17.

39.- ODEPLAN-DOS-OPS-OMS. Informe sobre los daños que afectaron a los servicios de agua potable y alcantarillado en la zona del sismo. Santiago, julio de 1971. 37 páginas.

40.- Bonhomme C. Santiago. Método de Construcción. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 1974, 415 páginas.

41.- Retamal et al. Microrregionalización sísmica de la ciudad de Valdivia, Chile. En revista del IDIEM Nº 3, volumen Nº 8, diciembre de 1969, páginas 145-163.

42.- U. S. Department of Commerce. Coast an Geodetic Survey.

43.- "Tsunami" The story of the seismic sea-wave warning system" Washington, 1965, 46 páginas.

43.- Mel Mawrence. "Yor can survive the bomb". New York, 19 144 páginas.

44.- A. I. D. "Introducción al estudio de los artrópodos nocivos para la Salud" Méjico-Buenos Aires, 1973, 50 página

45.- A. I. D. "Programa de exterminio y envenamiento de roedores" Méjico-Buenos Aires, 1972, 80 páginas.

46.- Cuerpo de Bomberos de Santiago. "Cursos Técnicos". Recpilación hecha por el Departamento de Técnica y Prevenci de Incendios; Santiago, 1963, 86 páginas.

47.- Joan Chaumely. Seguridad contra Incendios en inmuebles Gran Altura. Ginebra, diciembre de 1973, 7 páginas.

48.- UNDRO. Planificación Física de los asentamientos humano previa a los desastres. Directrices para la prevención de desastres. Volumen Nº 1, Naciones Unidas, Ginebra, 1 1976, 116 páginas.

49.- UNDRO. Medidas de construcción para minimizar
de los desastres. Directrices para la prevenc
tres. Volumen Nº 2, Naciones Unidas, Ginebra,
páginas.

50.- UNDRO. Administración de asentamientos. Direc
la prevención de desastres. Volumen Nº 3, Naci
Ginebra, 1976, 92 páginas.

51.- Adrián Magaña Petit y Charles B. Jordan. Prote
tal, El hombre y los Incendios Forestales. Pu
de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales,
que, Honduras, 1972, 161 páginas.

52.- PNUMA-CEPAL. "Inventario de los problemas del
biente". Ministerio de Salud Pública, Santiago
páginas.

53.- CONAF. Informe General Temporada 1975-1976. P
Protección de Incendios Forestales, Santiago, 5

54.- NFPA. Inspection Mundial, Massachussetts, E. E
1978,346 páginas.

55.- NFPA. Fire Protection by Sprinklers, Massachus
E. E. U. U., 1975, 92 páginas.

56.- Cárcamo Stuardo, Hugo. "La Supresión de los In
restales", ONEMI 1976.

57.- Monreal Urrutia Julio. "Recurso agua y consumo
Problemas que plantea el suministro de agua en C

Santiago 1975, 212 páginas.

58.- Naciones Unidas. "Prevención y Mitigación de Desastres". Aspectos Vulcanológicos". Compendio de los conocimientos actuales, Volumen Nº 1, Ginebra, 1976, 73 páginas.

59.- González Ferran Oscar. "Distribución del Volcanismo Activo en Chile y la reciente erupción del Volcán Villarica, Universidad de Chile, Santiago, 1972, 20 páginas.

60.- Moreno R. Hugo. Los nevados de Chillán y la actual erupción. En revistas de investigaciones ecológicas de la Universidad de Chile, Chillán, páginas 14-19.

61.- Sancha Ana María. Química y Bactereología Sanitaria. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, 1974, 172 páginas.

62.- Instituto Geográfico Militar. Atlas Esolar de Chile, Santiago, 1976, 48 páginas.

63.- Ruiz Patricio. Riesgo Sísmico en Chile. Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Edificio Diego Portales, 26-30 de julio de 1976. Santiago, Punto F-2, 16 páginas.

64.- Saleh Murra Alfredo. El Plan de Emergencia y la Ingeniería Antisísmica. Segunda Jornada Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Edificio Diego Portales, 26-30 de julio de 1976, Santiago, Tema F-5, 7 páginas.

DATE DUE

GAYLORD No. 2333 PRINTED IN U.S.A.

363.34
E65es
c.3 Espinosa C. Victor H.
Estudio de Desastres

0891

DATE	ISSUED TO

363.34
E65es
c.3 Espinosa C. Victor H.
Estudio de Desastres

0891

GAYLORD S