

Efectos destructivos de ciclones tropicales

I

Introducción

1. ¿Por qué escribir un manual como éste?
2. ¿A quién va dirigido este manual?
3. ¿Qué trata este manual?

II

Visión sobre protección civil

- 1 La protección civil es asunto de todos
- 2 ¿Qué actividades incluye la protección civil?
- 3 El ciclo prevenir-sufrir-aprender
- 4 Desastres ¿100% naturales?
- 5 Experiencia vs. conocimientos vs. sentido común y buena voluntad
- 6 Una labor eminentemente interdisciplinaria
- 7 La relación costo-beneficio
- 8 Particularidades sobre protección civil en caso de ciclones tropicales

III

Fundamentos sobre ciclones tropicales

- 1 ¿Qué es un ciclón tropical?
- 2 Desarrollo, clasificación y nomenclatura de ciclones tropicales
- 3 Estructura y mecanismo de funcionamiento de un ciclón tropical
 - 3.1 El centro de giro y el ojo de un ciclón tropical
 - 3.2 Mito sobre la baja presión
 - 3.3 Perfil radial de presiones y velocidades
 - 3.4 Distribución en planta de presión y viento
 - 3.5 El flujo espiral hacia el centro en la superficie
 - 3.6 Motor termodinámico del ciclón tropical
 - 3.7 Estructura nubosa
- 4 Condiciones necesarias para la formación de ciclones tropicales
- 5 ¿Son los ciclones tropicales importantes para México?
- 6 Climatología de ciclones tropicales
 - 6.1 Trayectorias típicas
 - 6.2 Distribución a lo largo de la temporada
 - 6.3 Distribución entre regiones
 - 6.4 Indicadores de origen
- 7 Monitoreo y seguimiento de ciclones tropicales y sus efectos
 - 7.1 El Centro Nacional de Huracanes (EUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (México)
 - 7.2 Satélites ambientales
 - 7.3 Redes de estaciones de radiosondeo
 - 7.4 Radares meteorológicos
 - 7.5 Redes de estaciones meteorológicas en superficie
 - 7.6 Vuelos instrumentados de penetración
 - 7.7 Ológrafos, mareógrafos y estaciones de medición de caudal.
- 8 Pronósticos de trayectoria e intensidad de ciclones tropicales
 - 8.1 Métodos para el pronóstico
 - 8.2 El pronóstico oficial
 - 8.3 Incertidumbre en el pronóstico
 - 8.4 Casos especiales
- 9 Medidas generales de protección civil
 - 9.1 Medidas de prevención de desastres
 - 9.2 Medidas de preparación previas a la incidencia
 - 9.3 Medidas de protección durante el fenómeno
 - 9.4 Medidas de recuperación

Efectos destructivos de ciclones tropicales

IV

Efectos destructivos del viento

- 1 Descripción física del fenómeno
 - 1.1 Estructura del campo de vientos superficial
 - 1.2 Evolución del viento en un solo punto
 - 1.3 Velocidad sostenida vs. velocidad de ráfaga vs. velocidad de translación
 - 1.4 La capa límite
 - 1.5 Efectos de magnificación (o reducción) por relieve y estructuras
- 2 Efecto destructivo y vulnerabilidad
 - 2.1 Fuerzas del viento sobre estructuras
 - 2.2 Mecanismos de falla de estructuras por viento
 - 2.3 Estructuras y sistemas muy vulnerables
 - 2.4 La envolvente contra la intemperie
 - 2.5 Zonas de alta vulnerabilidad
 - 2.6 proyectiles y fuerzas por impacto
 - 2.7 Efectos sobre la agricultura y el ambiente
- 3 Medidas de prevención de desastre
 - 3.1 Estudios de definición de vientos de diseño
 - 3.2 Reglamentos de construcción y uso del suelo
 - 3.3 Selección de estructuras a fungir como refugios temporales
 - 3.4 Podado y forestación con especies adecuadas
 - 3.5 Estudios de estructuras típicas en túnel de viento
 - 3.6 Estudios de correlación de vientos y daños
 - 3.7 Educación a la población de vertientes marinas
 - 3.8 Establecimiento de responsabilidad civil o penal
 - 3.9 Medidas estructurales
- 4 Medidas de emergencia
 - 4.1 Tiempo disponible para maniobras de evacuación e interrupción de servicios
 - 4.2 Selección de zonas y estructuras a evacuar
 - 4.3 Comunicación con la población
 - 4.4 Recomendaciones a la población en general

V

Efectos destructivos del oleaje

- 1 Descripción física del fenómeno
 - 1.1 Nomenclatura
 - 1.2 El proceso de generación de oleaje por viento
 - 1.3 Peculiaridades de la generación de oleaje por un campo de vientos ciclónicos
 - 1.4 Métodos de cálculo del campo de oleaje ciclónico
 - 1.5 La altura del ola máxima
 - 1.6 El campo de oleaje ciclónico simplificado
 - 1.7 Una visión más realista
 - 1.8 Propagación libre del oleaje fuera de la zona de generación
 - 1.9 Modificaciones del oleaje en aguas profundas
- 2 Efecto destructivo y vulnerabilidad
 - 2.1 Análisis de la extensión de la plataforma continental y de las características de la costa
 - 2.2 Peligros para la navegación y para la permanencia en plataformas marinas
 - 2.3 Fuerzas de oleaje no rompiente sobre estructuras

Efectos destructivos de ciclones tropicales

- 2.4 Fuerzas de oleaje rompiente sobre estructuras
- 2.5 Agitación dentro de bahías de abrigo
- 2.6 Alcance del oleaje tierra adentro
- 2.7 Erosión de costas

- 3 Medidas de prevención de desastres
 - 3.1 Estudios de definición de oleaje de diseño
 - 3.2 Reglamento de construcción y uso del suelo
 - 3.3 Medidas preventivas en embarcaciones y puertos
 - 3.4 Estudios de correlación de oleaje y daños
 - 3.5 Educación de la población pesquera y costera
 - 3.6 Medidas estructurales
- 4 Medidas de emergencia
 - 4.1 Definición del tiempo disponible para maniobras de evacuación
 - 4.2 Estimación y monitoreo de arribo de condiciones peligrosas a la costa
 - 4.3 Cierre de puertos y maniobras de escape de embarcaciones
 - 4.4 Definición de zonas a evacuar
 - 4.5 Comunicación con la población
 - 4.6 Recomendaciones a la población

VI

Efectos destructivos de la marea de tormenta

- 1 Descripción física del fenómeno
 - 1.1 El nivel medio del mar y su variación astronómica
 - 1.2 ¿Qué es la marea de tormenta?
 - 1.3 Efectos productores y componentes de la marea de tormenta
 - 1.4 La distribución espacial instantánea
 - 1.5 La evolución temporal en un punto costero
 - 1.6 La envolvente del nivel máximo alcanzado
 - 1.7 Ecuaciones gobernantes y su solución numérica
 - 1.8 Métodos y herramientas disponibles
 - 1.9 Datos requeridos por cada modelo
- 2 Efecto destructivo y vulnerabilidad
 - 2.1 Análisis de la batimetría alrededor de México
 - 2.2 Casos atípicos posibles en México
 - 2.3 Consideración de la morfología del litoral
 - 2.4 Consideración de la topografía costera
 - 2.5 Diferencias con una inundación fluvial
 - 2.6 La coincidencia del oleaje y la marea de tormenta
 - 2.7 La coincidencia de la marea de tormenta y de la marea astronómica
 - 2.8 Documentación fotográfica de daños por marea de tormenta
- 3 Medidas de prevención de desastres de emergencia
 - 3.1 Cálculo de máximo nivel para diseño y planes
 - 3.2 Reglamentos de construcción y uso del suelo
 - 3.3 El caso de las bahías de abrigo
 - 3.4 Estudios de penetración de aguas marinas y correlación con daños
 - 3.5 Educación de la población costera
 - 3.6 Medidas estructurales

Efectos destructivos de ciclones tropicales

- 4 Medidas de emergencia
 - 4.1 Definición del tiempo disponible y de las zonas a evacuar
 - 4.2 El monitoreo de la seguridad de rutas de evacuación
 - 4.3 Peculiaridades del ojo del ciclón
 - 4.4 Recomendaciones a los responsables de protección civil y a la población

VII

Efectos destructivos de la precipitación pluvial

- 1 Descripción física del fenómeno
 - 1.1 Distribución espacial de la lluvia alrededor del ojo
 - 1.2 Intensidades y láminas acumuladas típicas
 - 1.3 Dificultad de pronosticar
 - 1.4 Métodos para estimar la lluvia
 - 1.5 Elementos de hidrología
 - 1.6 El proceso hidrológico lluvia-escorrentía
 - 1.7 El tránsito de avenidas a lo largo del cauce y de almacenamientos
 - 1.8 Factores que influyen en el riesgo de inundación
- 2 Efecto destructivo y vulnerabilidad
 - 2.1 Desbordamiento de ríos
 - 2.2 Inundaciones relámpago
 - 2.3 Coincidencia de avenidas y marea de tormenta en llanuras costeras
 - 2.4 El efecto de represamiento de puentes y vías de comunicación
 - 2.5 Fallas en puentes y vías de comunicación
 - 2.6 Frentes de inundación abruptos por ruptura
 - 2.7 Deslaves, derrumbes y depósito de sedimentos
 - 2.8 Poblaciones inundadas y/o aisladas
 - 2.9 Vertedores de demasías de capacidad mayor al cauce
 - 2.10 Consecuencias agrícolas, ganaderas y ambientales
- 3 Medidas de prevención de desastres
 - 3.1 Planes de emergencia por cuenca
 - 3.2 Reglamento de construcción y de uso del suelo
 - 3.3 La invasión de cauces
 - 3.4 Educación de la población en zonas sujetas a inundaciones relámpago
 - 3.5 Medidas estructurales
 - 3.6 Equipamiento de cuerpos de rescate
 - 3.7 Disponibilidad de maquinaria pesada y explosivos
- 4 Medidas de emergencia
 - 4.1 El pronóstico de la avenida en el cauce y su evolución
 - 4.2 Evacuación de lechos de ríos y sus llanuras de inundación
 - 4.3 Monitoreo de vados y puentes
 - 4.4 Sobreelevación de bordos con sacos de arena y movimientos de tierra
 - 4.5 Facilitación de inundaciones controladas
 - 4.6 Recomendaciones a la población y a responsables de protección civil

Efectos destructivos de ciclones tropicales

VIII

Análisis posterior de efectos de un ciclón tropical

- 1 Disponibilidad de mediciones
 - 1.1 Tipos de mediciones requeridas
 - 1.2 Estado de la red de monitoreo atmosférico e hidrológico en México
 - 1.3 Instrumentación aún por instalar
 - 1.4 Necesidad de un organismo recopilador e integrador
- 2 Recopilación de información sobre daños
 - 2.1 Planeación de campañas de recopilación de información sobre daños
 - 2.2 Importancia de las entrevistas con testigos
 - 2.3 Importancia de establecer el instante de falla
 - 2.4 Importancia de establecer la ubicación geográfica precisa
 - 2.5 El problema de tener una muestra completa y no redundante
 - 2.6 Herramientas auxiliares
 - 2.7 El problema de la integración sucesiva de información y de escala de visión
- 3 Análisis conjunto
 - 3.1 Análisis comparativo con otros ciclones tropicales previos
 - 3.2 Análisis con respecto a la trayectoria del ciclón
 - 3.3 Análisis con respecto a la distancia al centro de giro al instante de falla
 - 3.4 Análisis con respecto a parámetros fisiográficos
 - 3.5 Análisis con respecto a densidad de población y de actividad humana
 - 3.6 Análisis económicos de pérdidas vs. costo de medidas de prevención
- 4 Integración de conclusiones
 - 4.1 Conclusiones más allá de estadísticas de daños globales
 - 4.2 Integración de conclusiones a diferentes escalas
 - 4.3 Integración de conclusiones para diferentes sectores
 - 4.4 Manejo de conceptos técnicos en informes para tomadores de decisiones
 - 4.5 Recomendaciones para investigaciones específicas

IX

Conclusiones

Referencias y bibliografía