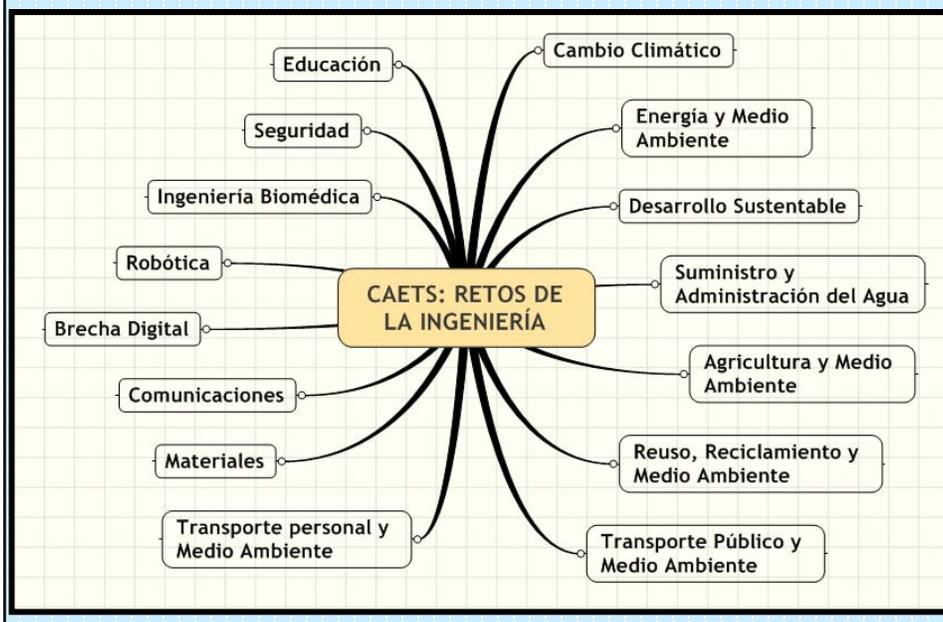


# LA INGENIERÍA MEXICANA EN EL SIGLO XXI: ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

**Dr. Octavio A. Rascón Chávez**

- Ex Presidente de ANFEI
- Ex Director de la FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM
- Ex Presidente y Académico de Honor de la ACADEMIA DE INGENIERÍA
- Ex Director General del INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
- Miembro Emérito del COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MÉXICO

## CAETS: International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences

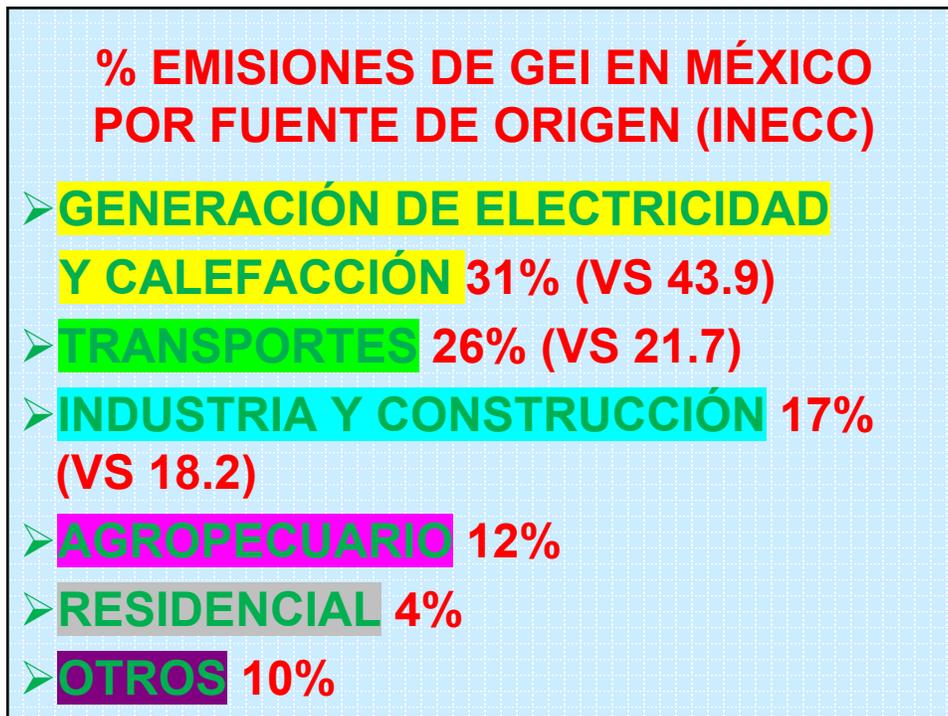
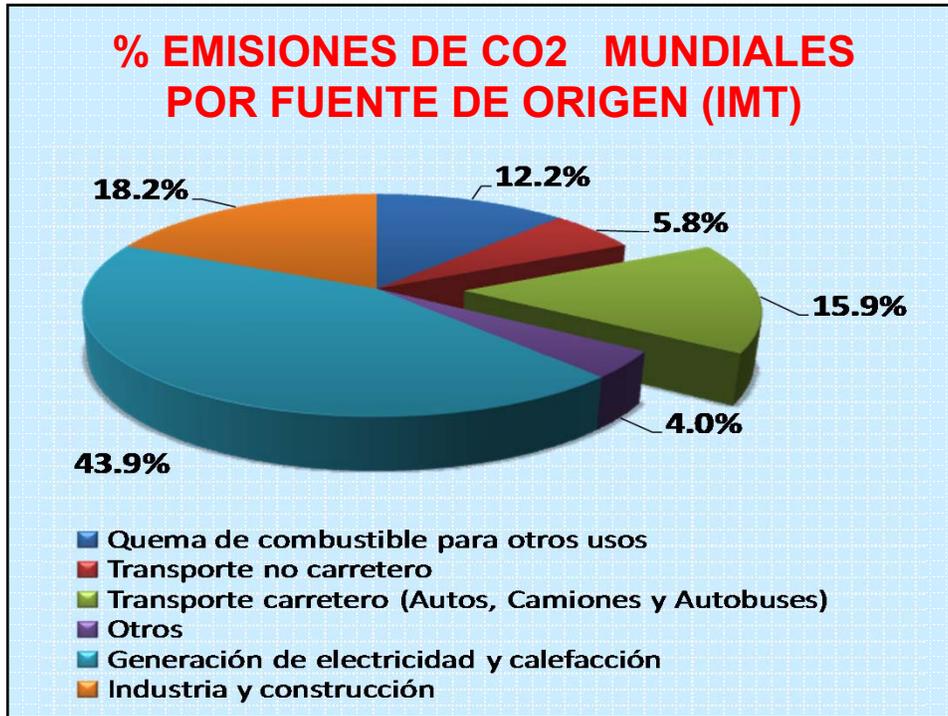


La evidencia científica indica que **LA ATMÓSFERA DEL PLANETA SE ESTÁ CALENTANDO ACELERADAMENTE**, por la contaminación de los **GASES DE EFECTO INVERNADERO**, principalmente dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y ozono, que emiten los **COMBUSTIBLES FÓSILES EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD, EL TRANSPORTE Y LA INDUSTRIA.**

**A ESTE FENÓMENO SE LE DENOMINA CAMBIO CLIMÁTICO O CALENTAMIENTO GLOBAL, Y ES UN FENÓMENO DE COBERTURA MUNDIAL CAUSANTE DE DESASTRES.**

**El combate mundial al CAMBIO CLIMÁTICO se ha centrado en mitigarlo REDUCIENDO EL EMPLEO DE COMBUSTIBLES FÓSILES.**

**Los principales emisores de GEI son China con 25% y EUA con 14%, seguidos por la Unión Europea con 10%, India 7% y Rusia con 5%. MÉXICO SÓLO APORTA EL 1.7%.**



**CASO DE LOS TRANSPORTES**  
**PROSPECTIVA DEL PARQUE VEHICULAR**  
**EN MÉXICO PARA 2030**

**En 2014 había 39 millones de vehículos de motor (INEGI).**

**EN 2030: 98 MILLONES DE VEHÍCULOS (2.51 MÁS) (IMT, 2008):**

- **61 MILLONES DE AUTOMÓVILES (62%)**
- **31 MILLONES DE VEHÍCULOS DE CARGA (31%)**
- **6 MILLONES DE AUTOBUSES (7%).**

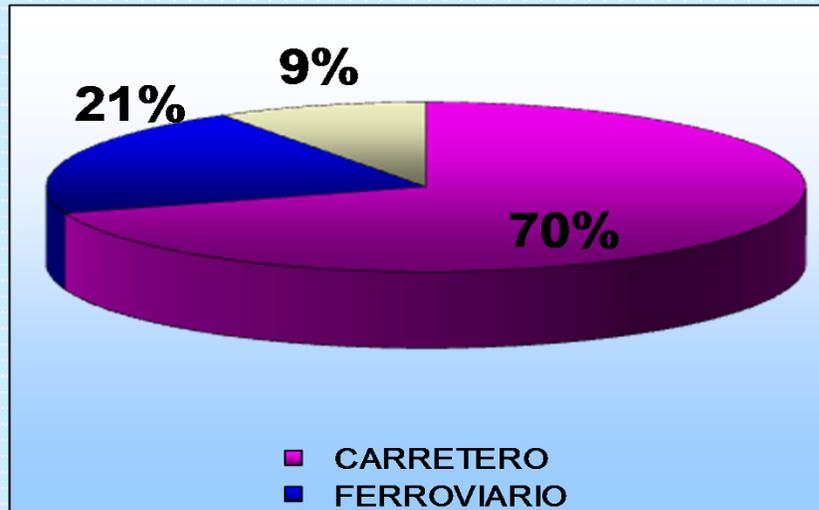
**PARQUE VEHICULAR EN LA ZMVM**

(Fuente: Nexos, abril 2015)

**El número de vehículos registrados en la ZMVM casi se duplicó en ocho años (2005-2013), al pasar de 3.5 a 6.8 millones, más los cientos de miles que entran y salen.**

**Se estima que hay más de 32 millones de viajes al día y que EN 2020 HABRÁ CERCA DE 12 MILLONES DE VEHÍCULOS.**

### Prospectiva del transporte de carga doméstica en México para 2030, en ton-km (IMT 2008)



**EL FERROCARRIL**, con un litro de combustible puede mover 86 toneladas en un kilómetro, y **EL AUTOTRANSPORTE** únicamente 25t.

**El rendimiento en ferrocarril es 3.4 veces mayor que en autotransporte (IMT), y se logran reducciones del 27% en hidrocarburos, 66% en dióxido de carbono y 82% en óxido nitroso.**

➡ **UNA MAYOR PARTICIPACIÓN DEL FERROCARRIL EN EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS REDUCE COSTOS Y CONTAMINACIÓN.**

## **CONSECUENCIAS DEL INCREMENTO VEHICULAR**

- **AUMENTARÁN LA CONGESTIÓN VEHICULAR, LOS TIEMPOS DE TRASLADO, LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, EL CAMBIO CLIMÁTICO, EL RUIDO Y LOS ACCIDENTES VIALES, AFECTANDO GRAVEMENTE LA SALUD Y BIENESTAR DE LA GENTE.**
- **SE DEMANDARÁN CUANTIOSOS RECURSOS PARA CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS, DE VIALIDADES URBANAS Y ESTACIONAMIENTOS, IMPOSIBLES DE OBTENER.**

## **DESASTRES QUE OCASIONA EL CAMBIO CLIMÁTICO**

- **INCREMENTO EN CANTIDAD Y FORTALEZA DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS, que con sus intensas lluvias y ventarrones producen inundaciones con aguas limpias y negras, así como deslaves que destruyen la infraestructura y las viviendas, ocasionando muertes, lesiones y enfermedades, escasez de medicinas y alimentos, interrupción de los servicios hospitalarios, de educación, electricidad, transportes, agua potable y productivos, pérdida de biodiversidad y daños a la agricultura y la ganadería.**

**Tormenta del 3 de noviembre en Tamaulipas.  
Más de 75 mil familias de Altamira, Madero y Tampico,  
resultaron afectadas y más de 6 mil personas fueron  
rescatadas.**



### **DESASTRES QUE OCASIONA EL CAMBIO CLIMÁTICO**

- **Aumento de la temperatura que ocasiona los incendios forestales en áreas rurales y sub-urbanas con incendio de viviendas, y obliga a modificar y encarecer los sistemas productivos agropecuarios, con el consecuente incremento de los índices de pobreza.**
- **Derretimiento de glaciares que ocasiona la elevación del nivel del mar, causando inundación de las poblaciones costeras, alteración de los ecosistemas marinos y afectaciones al turismo y la pesca.**



### **DESASTRES QUE OCASIONA EL CAMBIO CLIMÁTICO:**

- **MIGRACIÓN HACIA EL NORTE DE LAS PLAGAS Y DE LOS VECTORES DE ENFERMEDADES.**
  
- **CAMBIOS EN LOS PATRONES DEL CLIMA LOCAL Y REGIONAL, TALES COMO DISMINUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN ZONAS ÁRIDAS Y TORMENTAS MÁS INTENSAS EN OTRAS.**
  
- **OLAS DE CALOR CON GRAVES EFECTOS EN LA SALUD Y EN ESCASEZ DE AGUA.**

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL SIGLO XXI EN RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS**

**Un RETO muy importante es crear comunidades RESILIENTES A DESASTRES; es decir, que tengan capacidad para establecer las acciones de MITIGACIÓN, PREPARACIÓN Y RECUPERACIÓN, necesarias para contrarrestar de manera sistémica los peligros naturales y humanos.**

**LA RESILIENCIA incorpora cuatro dimensiones al SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL: LA TÉCNICA, LA ORGANIZACIÓN, LA SOCIAL Y LA ECONÓMICA, e involucra la ROBUSTEZ O RESISTENCIA, LA REDUNDANCIA, LA RAPIDEZ Y LA INVENTIVA HUMANA.**

**La ROBUSTEZ O RESISTENCIA es necesaria para reducir la fragilidad del sistema humano-social, ante los riesgos esperados.**

**La REDUNDANCIA consiste en disponer de sub-sistemas de respaldo para reducir las consecuencias de los fenómenos.**

**Ambas, ROBUSTEZ Y REDUNDANCIA, facilitan los recursos necesarios para la RAPIDEZ de las acciones de respuesta y recuperación del sistema.**

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL SIGLO XXI EN RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS**

- **CREAR E IMPLANTAR MECANISMOS EFICACES QUE FRENE EL CAMBIO CLIMÁTICO.**
- **GENERAR POLÍTICAS PÚBLICAS, ASÍ COMO NORMAS ACTUALIZADAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, DE USO DE SUELOS Y DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES, QUE AUMENTEN LA RESILIENCIA DE LAS COMUNIDADES DE MANERA SISTÉMICA.**
- **FORMULAR MAPAS REGIONALES Y LOCALES DE RIESGOS PARA CADA TIPO DE PELIGRO, Y DESARROLLAR TECNOLOGÍAS INNOVADORAS DE ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES, PARA EVITAR, ATENDER, MITIGAR Y REMEDIAR TODO TIPO DE ELLOS.**

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL SIGLO XXI PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS**

- **ASEGURAR EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE, ECONÓMICA, LIMPIA Y SEGURA, COMO LA SOLAR, GEOTÉRMICA, EÓLICA, NUCLEAR, HIDRÁULICA Y MAREOMOTRIZ, Y DESARROLLAR TECNOLOGÍAS Y ESTRATEGIAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA MISMA.**
- **DESARROLLAR NUEVOS COMBUSTIBLES Y VEHÍCULOS, Y MEJORAR LOS ACTUALES, QUE SEAN AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE Y A PRECIOS COMPETITIVOS.**

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL SIGLO XXI PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS:**

- **ACTUALIZAR LOS ESTUDIOS ORIGEN- DESTINO Y LOS PLANES DE MOVILIDAD DE PERSONAS EN LAS GRANDES URBES, PARA ESTABLECER SISTEMAS EFICIENTES DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO, CON LO CUAL SE LOGRE REDUCIR LA CONTAMINACIÓN POR GASES Y RUIDO, E INCREMENTAR LA SEGURIDAD VIAL.**
- **PROMOVER EL USO INTENSIVO DEL FERROCARRIL Y DEL TRANSPORTE MULTIMODAL INTERURBANO DE CARGA Y PASAJEROS, CON PRIORIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS.**

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL  
SIGLO XXI PARA MITIGAR EL CAMBIO  
CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS:**

- GENERAR LOS CONOCIMIENTOS Y LAS INNOVACIONES, ASÍ COMO OBTENER, PROCESAR ESTADÍSTICAMENTE Y COMUNICAR EFICIENTEMENTE LA INFORMACIÓN RELEVANTE DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS, GEOLÓGICAS, BIOLÓGICAS Y SOCIALES, QUE SON NECESARIOS PARA EVALUAR Y REDUCIR LOS RIESGOS DE DESASTRE QUE ENFRENTAN LAS COMUNIDADES, Y PARA AUMENTAR SU RESILIENCIA.
- DESARROLLAR MÉTODOS PARA CALCULAR LOS COSTOS, BENEFICIOS Y RIESGOS DE LAS ESTRATEGIAS PARA LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN MÉXICO.

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL  
SIGLO XXI PARA MITIGAR EL CAMBIO  
CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS:**

- PERFECCIONAR LOS ESCENARIOS PROBABILÍSTICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO FUTURO, TANTO NACIONAL COMO REGIONAL, MEDIANTE MEJORES MODELOS MATEMÁTICOS E INFORMACIÓN CONFIABLE.
- GENERAR CONOCIMIENTOS SOBRE IMPACTOS, COSTOS Y BENEFICIOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COMUNIDADES URBANAS Y RURALES.

**RETOS DE LA INGENIERÍA MEXICANA DEL SIGLO XXI  
PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS  
EFECTOS:**

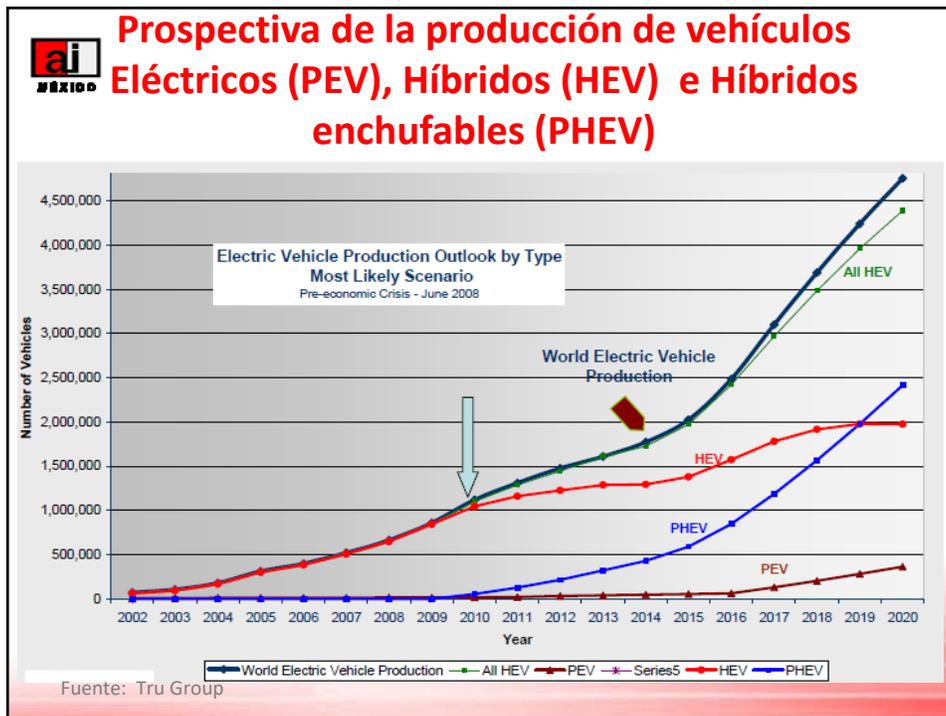
- EVALUAR LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO, Y DETERMINAR LA VULNERABILIDAD DE LOS SITIOS QUE PUEDEN SER IMPACTADOS.
- IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS ESCENARIOS DE MIGRACIÓN HUMANA MASIVA Y SUS IMPACTOS SOCIALES, BAJO DIVERSOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO.
- DETECTAR Y EVALUAR, MEDIANTE ÍNDICES Y CÁLCULO DE LAS INCERTIDUMBRES, LAS VARIACIONES TERRITORIALES Y TEMPORALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

**DESVENTAJAS DE LOS VEHÍCULOS  
ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS, QUE LA  
INGENIERÍA DEBE VENCER**

- Alto costo, peso y tamaño del paquete de baterías
- Poca duración de las baterías y baja autonomía entre recargas
- Tiempo largo para recargar las baterías
- Falta de infraestructura para recargar las baterías en la calle
- Mayor complejidad del sistema que dificulta el mantenimiento.

### RETOS DE LA INGENIERÍA PARA LOGRAR VEHÍCULOS MÁS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE

- Motores más eficientes
- Vehículos eléctricos, híbridos e híbridos enchufables
- Empleo de biocombustibles, gas natural y celdas de hidrógeno
- Motores de combustión interna de hidrógeno
- Uso intensivo de la mecatrónica y la nanotecnología
- Baterías de mayor duración y menor costo y peso
- Uso de materiales más livianos
- Optimización aerodinámica y reducción de la resistencia a la rodadura de los neumáticos.



# ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES

LOS DESASTRES SON RESULTADO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES Y DE LOS ACCIDENTES TECNOLÓGICOS, CON MUCHOS MUERTOS Y HERIDOS, Y CUANTIOSAS PÉRDIDAS DE RECURSOS MATERIALES.

EL CENAPRED ESTIMA QUE LA EROGACIÓN PROMEDIO ANUAL POR CONCEPTO DE DESASTRES EN MÉXICO ASCIENDE A 700 MILLONES DE DÓLARES.

EL SISMO DE 1985 EN MÉXICO OCACIONÓ LA MUERTE DE MÁS DE 10,000 PERSONAS, PÉRDIDAS POR 4,000 MILLONES DE DÓLARES Y 38 MIL DAMINIFICADOS.

## SISMO DE 1985 EN MÉXICO, M=8.1



## SISMO DE 1985 EN MÉXICO, M=8.1



## **DESLAVE EN SANTA FE DEBIDA A SISMO, 6000m<sup>3</sup>, 116 desalojados**



## **DESLAVE EN LA PINTADA, GRO., TORMENTA TROPICAL MANUEL, 78 MUERTOS, SEP. 2013**



**437 mil muertos y 43 mil desaparecidos  
(temblor de  $M=9.1$  y olas de 30m)**



**Una de las importantes ACTIVIDADES DE LA INGENIERÍA, es el ANÁLISIS Y LA GESTIÓN DE RIESGOS DE LOS DESASTRES, de manera sistémica y estocástica.**

**La prevención, mitigación y atención de desastres, implica el cálculo probabilístico de cada riesgo, la previsión de sus repercusiones humanas y materiales, y una atención inmediata y eficaz de las consecuencias.**



LA VULNERABILIDAD SE REFIERE A LA PROPENSIÓN DE SUFRIR CONSECUENCIAS AL OCURRIR UN PELIGRO Y SE ASOCIA A:

- POBREZA DE LA POBLACIÓN
- USO INDEBIDO DEL SUELO
- CONDICIONES INADECUADAS DE LAS EDIFICACIONES Y DE LA INFRAESTRUCTURA
- CORRUPCIÓN E IGNORANCIA DE LAS AUTORIDADES.

**El analizar las amenazas desde la perspectiva de la VULNERABILIDAD, nos permite:**

- **IDENTIFICAR Y DISMINUIR LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LOS DESASTRES.**
- **ESTABLECER LAS BASES PARA DISEÑAR POLÍTICAS PÚBLICAS Y PLANES DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y REHABILITACIÓN DE CADA SITIO.**
- **DISEÑAR Y REFORZAR ADECUADAMENTE LAS EDIFICACIONES Y LA INFRAESTRUCTURA.**

### **IDEAS GENERALES PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS**

**1. Fortalecer las tareas de prevención y mitigación.**

**2. Los riesgos son los elementos sobre los que debe focalizarse la atención.**

**3. Incorporar métodos georreferenciados para identificar las áreas con condiciones de riesgo.**

**4. Conocer los riesgos de daño a la infraestructura y a la población, es más trascendente que sólo ocuparse de cada destrucción.**



**ALGUNAS ACCIONES A REALIZAR PARA  
CADA COMUNIDAD:**

- (1) Contar con personal honesto y capacitado en análisis y gestión de riesgos y de protección civil.**
- (2) Evaluar los riesgos para cada uno de los peligros que la amenazan.**
- (3) Elaborar planes y programas para eliminar o reducir riesgos, disponer de presupuesto suficiente y atender las consecuencias.**
- (4) Crear sistemas de alerta para avisar a la población, ponerla a salvo y reducir los peligros.**

**Las técnicas de análisis y gestión de riesgos se basan en la definición de riesgos, como *LAS PROBABILIDADES DE QUE SE PRODUZCAN EVENTOS DE DIVERSAS INTENSIDADES EN LAPROS DADOS (PERIODOS DE RETORNO), MULTIPLICADAS POR LAS CONSECUENCIAS HUMANAS, MATERIALES Y AMBIENTALES.***

## EJEMPLO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA SISTEMA InfoRiesgos (IMT)

### OBJETIVO:

CONTAR CON UN SISTEMA EFICAZ PARA APOYAR EL PROCESO DE **ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS POR DESASTRES NATURALES EN LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE**, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

**InfoRiesgos** apoya las dos grandes fases de la **Gestión de Riesgos**, mediante dos subsistemas:

*Fase de prevención y mitigación*

Con el subsistema

*“Identificación de riesgos potenciales”*

*Fase de atención del siniestro*

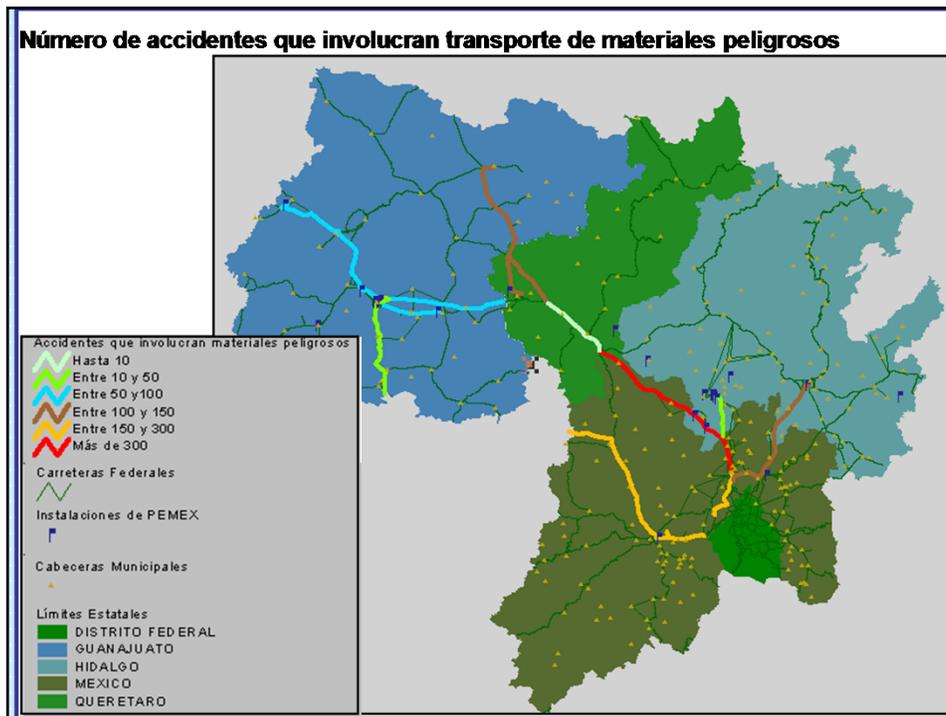
Con el subsistema de

*“Atención de Emergencias”*

## Subsistema: "Identificación de riesgos potenciales"

### Objetivos:

- ✓ Elaborar diagnósticos de las condiciones de riesgo que pueden afectar a la infraestructura del transporte.
- ✓ Proporcionar los elementos para la toma de decisiones y diseñar las estrategias de prevención y mitigación de los desastres.
- ✓ Destacar los TRAMOS CARRETEROS, PUERTOS Y AEROPUERTOS que, por su importancia y niveles de riesgo, requieren mayor atención.



### ***Subsistema de “Atención de emergencias”***

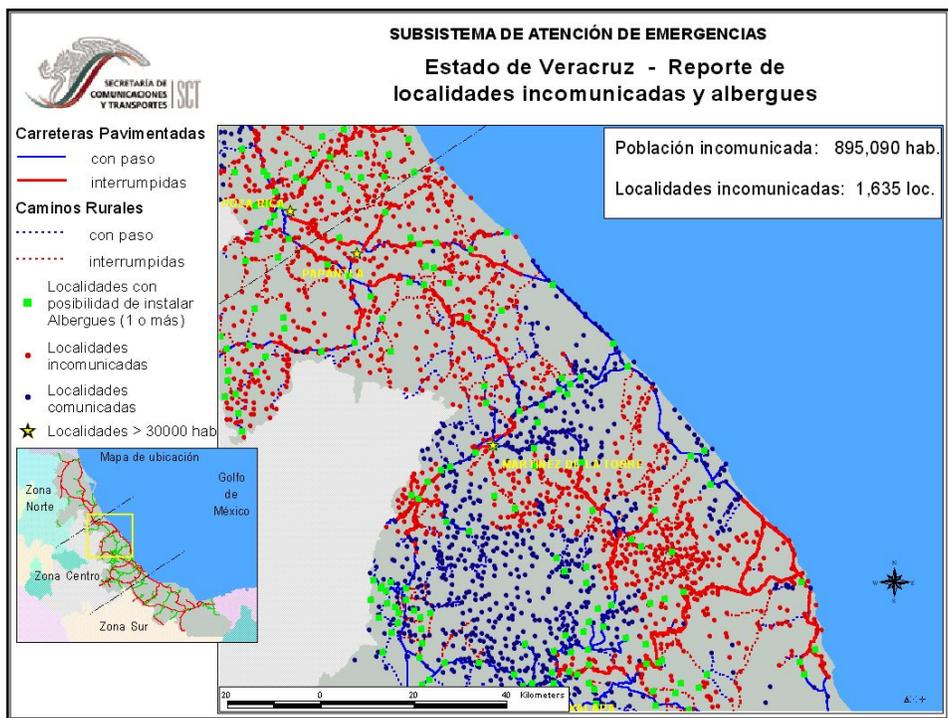
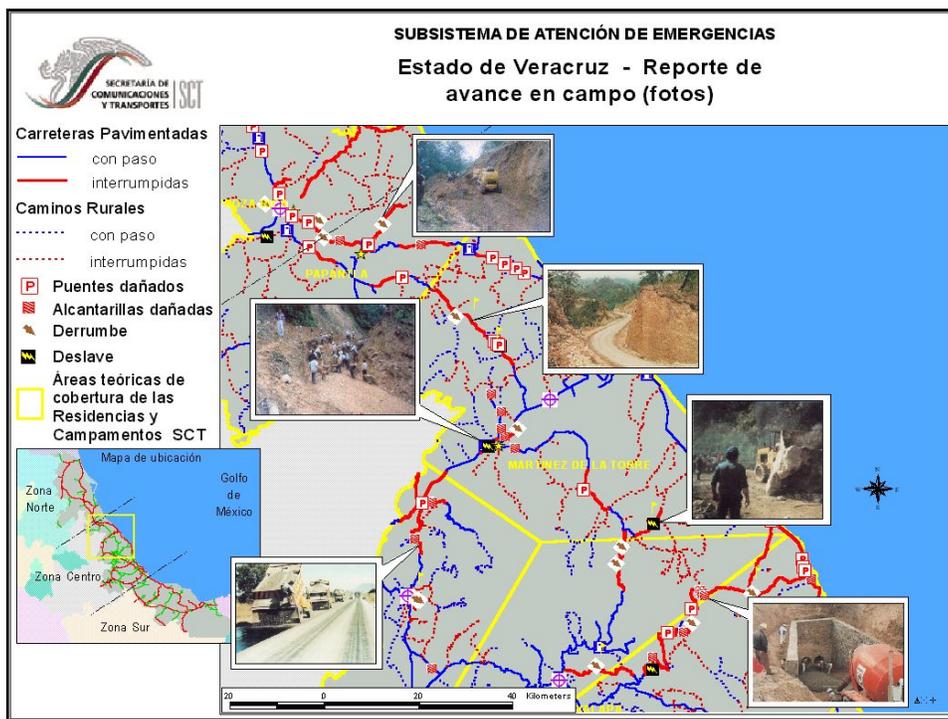
#### ***Objetivos:***

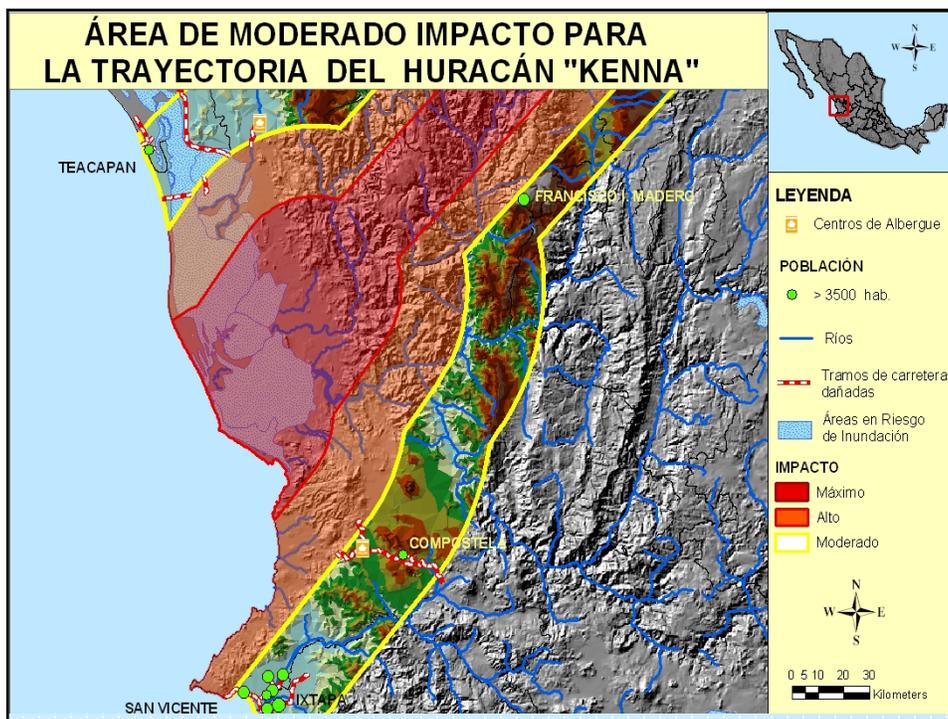
- **Ubicar la infraestructura dañada y catalogar los tipos y magnitudes de los daños.**
- **Ubicar los “Centros de operaciones para la atención de la emergencia”.**
- **Localizar sitios de apoyo, tales como depósitos de maquinaria y equipo, centros de acopio, albergues y clínicas.**

### ***Subsistema de “Atención de emergencias”***

#### ***Objetivos:***

- **Diagnosticar las condiciones de funcionamiento de la infraestructura afectada.**
- **Apoyar el diseño y seguimiento de las labores de rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura.**





### **CONCLUSIONES:**

- Los desastres provocados por fenómenos naturales y tecnológicos **NOS DEMANDAN INGENIEROS ALTAMENTE CALIFICADOS**, mayores apoyos a la investigación científica, al desarrollo tecnológico y la innovación, presupuestos suficientes para el análisis y la gestión de los riesgos, autoridades honestas y comprometidas, y políticas públicas, leyes y reglamentos que mejoren la resiliencia de las comunidades.
- Resulta ineficaz concentrar los esfuerzos en hacer frente a los desastres una vez que ocurrieron, debido que éstos son el resultado de los desequilibrios en la relación *sociedad - naturaleza* en cada territorio y el mal ya está hecho. **LAS ACCIONES DEBEN SER MÁS PROACTIVAS QUE REACTIVAS.**

### **CONCLUSIONES:**

- Es indispensable **FORMAR INGENIEROS ALTAMENTE CALIFICADOS** que participen multidisciplinariamente con científicos y sociólogos, en todas las facetas de investigación e innovación requeridas para atacar con éxito el problema del cambio climático y de sus efectos, reducir la vulnerabilidad, mejorar la resiliencia y atender eficientemente los desastres.
- Es recomendable que **LOS INGENIEROS DESARROLLEN HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS**, basadas en los sistemas de información y telecomunicaciones en tiempo real, que permitan realizar con eficiencia y eficacia todas las actividades requeridas para el **ANÁLISIS Y GESTIÓN DE LOS RIESGOS POR TODO TIPO DE DESASTRES NATURALES Y TECNOLÓGICOS.**

**MUCHAS GRACIAS**