

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física



## **EDUPLANhemisférico**

### **Asuntos Pendientes para la Reducción de la Vulnerabilidad de la Planta Física Educativa**

Pedro Bastidas  
Departamento de Desarrollo Sostenible  
Organización de Estados Americanos

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

**Contenido al Área Temática Planta Física**

1.0	Introducción.....	
2.0	Objetivo.....	
3.0	Metodología	
3.1	Políticas.....	
3.2	Procesos de Planificación del Sector.....	
3.3	Proyectos de Inversión.....	
3.4	Preparativos para Emergencias.....	
4.0	Consideraciones para la Ejecución de Programas.....	
5.0	Sub-áreas.....	
5.1	Programación y Planificación.....	
5.2	Códigos, Normas y Reglamentos.....	
5.3	Sistemas Constructivos.....	
	5.3.1 Para Zonas Sísmicas	
	5.3.2 Para Zonas de Huracanes, Inundaciones y Deslizamientos	
5.4	Diseño de Proyectos.....	
5.5	Inspección y Ejecución de Obra.....	
5.6	Evaluación, Refuerzo y Mantenimiento.....	

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

## **1.0 Introducción**

Las amenazas naturales, al igual que los recursos naturales, forman parte de nuestros sistemas naturales pero pueden ser considerados como recursos negativos. Los eventos naturales que presentan amenazas forman parte de los “problemas del medio ambiente” que tanto atraen la atención pública, alteran los ecosistemas e intensifican su degradación, reflejan el daño causado por el ser humano a su medio ambiente y pueden afectar a grandes grupos humanos. Ejemplos de eventos que presentan amenazas naturales que pueden resultar en desastres son: los huracanes, temblores, tsunamis, deslizamientos, inundaciones, sequías, olas ciclónicas, erupciones volcánicas e incendios.

Se clasifica como desastre a aquello evento que supera las capacidades de respuesta con los recursos disponibles de las instituciones o personas a quienes afecta. Un desastre puede afectar a la población al nivel local, provincial o nacional. Los desastres de diferentes magnitudes requieren diferentes niveles de atención y diferentes mecanismos de respuesta. Una respuesta efectiva se obtiene cuando un plan de respuesta se ha adoptado previamente a que el evento ocurra y existen medidas e establecidas de mitigación. Se hace necesario señalar que ningún país, sector o institución, incluyendo nuestras escuelas, son inmunes a los desastres.

La consideración de la vulnerabilidad de la infraestructura educativa a los desastres naturales debe incluir la prevención de daños que impidan la continuidad del servicio que estas instalaciones prestan. Sólo recientemente se ha reconocido que los daños a la infraestructura educativa por eventos naturales, repercuten proporcionalmente en la pérdida de horas de clase, disminuyendo consecuentemente la calidad de la educación. Estos daños a la infraestructura, como por ejemplo, pequeñas inundaciones en las escuelas son colapsos funcionales, porque paralizan las actividades. Además, como centros normalmente designados como refugios en caso de emergencia, es indispensable que estos cuenten con estrategias para que las instalaciones puedan volver a su funcionamiento normal después de un desastre en un corto tiempo como respuesta a las emergencias, y puedan cumplir su papel en esta situación. Tampoco se han llevado a cabo estudios de costo-beneficio para demostrar la eficiencia de estos edificios ante los peligros naturales. Estos estudios no requieren cubrir una gran cantidad de edificaciones. Ellos pueden estar basados en propuestas de refuerzo de proyectos aislados o en tareas de reconstrucción que se realizan después de un desastre.

En la actualidad más del 90% del inventario de infraestructura educativa es

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

vulnerable a eventos naturales. Entre las causas de este alto porcentaje está la falta de conocimiento sobre amenazas naturales que existía cuando se construyó la infraestructura; el uso de prácticas inadecuadas en el diseño, construcción y modificación de las edificaciones; el alto nivel de deterioro en que se encuentran algunas instalaciones y la falta de atención por parte de la comunidad educativa a la fase de mantenimiento. Muchas veces, aunque la autoridad competente esté consciente de los niveles de riesgo, las restricciones presupuestarias usualmente determinan que los fondos disponibles se utilicen para tareas de reparación, ampliación o sustitución de infraestructura, sin constatar que las obras cumplan con niveles aceptables de vulnerabilidad a peligros naturales. No es común encontrar dentro de los préstamos y cooperaciones técnicas un objetivo que considere la vulnerabilidad de las edificaciones escolares ante amenazas naturales tales como terremotos, inundaciones, huracanes, etc. Tampoco se considera la protección, durante o después del desastre, de las poblaciones estudiantiles, de los equipos, y de los bienes y servicios que se encuentran dentro de la infraestructura educativa.

## **2.0 Objetivo**

El componente de infraestructura o planta física busca preparar acciones dirigidas a lograr la incorporación del concepto de seguridad ante desastres naturales, en los requerimientos de evaluación, proyecto, normativa y construcción de la planta física de los centros educativos.

Este componente incluye estrategias para el manejo y adecuación de dichas edificaciones de todo el sector de acuerdo a los peligros naturales, de tal manera que se modifiquen los procesos de planificación, diseño, ejecución de obra, reparación, re-estructuración, reconstrucción y mantenimiento en función de la seguridad de estas edificaciones.

## **3.0 Metodología**

Entre las medidas que se deben tomar para la protección de escuelas en caso de desastres naturales está el diseño y ejecución de programas de reducción de vulnerabilidad a los peligros naturales, los cuales abarcan, entre otras cosas aspectos relacionados con la infraestructura del sector educativo, lo siguiente: las políticas, los procesos de planificación de la infraestructura del sector, los proyectos de inversión, en

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

infraestructura física y los programas de preparativos para emergencias. Para el desarrollo de los programas se deben usar como referencia la historia de desastres naturales en la región, el análisis de la vulnerabilidad a los peligros naturales y las acciones de mitigación tanto estructurales como no estructurales.

### 3.1 Políticas

Es necesario que el sector educativo cuente con políticas referidas a los peligros naturales, con metas cuantitativas y cualitativas, en forma de acuerdos, normas, resoluciones o leyes, emitidas por organismos públicos u otras instituciones que trabajan en el sector. Estas dan el respaldo necesario para que se incorporen medidas de mitigación de la vulnerabilidad dentro de las actividades de planificación, construcción, y mantenimiento de la infraestructura educativa. Dentro de las acciones a seguir están:

- Establecimiento de metas y objetivos para la reducción de la vulnerabilidad en su sector por parte de los organismos pertinentes.
- Delimitación por parte del sector educativo el nivel aceptable de la vulnerabilidad de las edificaciones naturales.
- Coordinación política entre los organismos a cargo de la planta física educativa, para la ejecución de acciones de reducción de la vulnerabilidad.

### 3.2 Procesos de Planificación del Sector

Es necesario que se incorporen criterios de reducción de la vulnerabilidad en la toma de decisiones sobre el diseño y la construcción, reparación y mantenimiento de la planta física educativa. Es preciso definir los procesos de planificación que actualmente se utilizan a fin de identificar los puntos de inclusión de dichos criterios, basándose en la evaluación y análisis de las variables de la vulnerabilidad a los peligros naturales. Para lograr este objetivo es necesario:

- Desarrollar la capacidad de planificación del sector.
- Capacitar al personal técnico encargado de la infraestructura educativa y a la comunidad educativa en el manejo de la información sobre peligros naturales.
- Apoyar al sector para crear y/o actualizar los sistemas de información sobre la

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

planta física educativa que incluyan información sobre peligros naturales.

- Asegurar que estos sistemas de información sean el instrumento de toma de decisiones sobre la reducción de la vulnerabilidad.
- Incluir la identificación de peligros naturales, la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, así como la selección de medidas de mitigación como parte del proceso de planificación.

### 3.3 Proyectos de Inversión

Elaboración de proyectos de mitigación basados en la evaluación de la vulnerabilidad y su ejecución como parte de las actividades de construcción, reconstrucción, rehabilitación, reparación y mantenimiento tanto de las edificaciones existentes como de los proyectos para nuevas inversiones en infraestructura. Para lograr este objetivo es necesario:

- Revisar y actualizar los códigos, normas y reglamentos de diseño y construcción de las edificaciones educativas de acuerdo a los peligros naturales identificados.
- Diseñar proyectos de edificaciones escolares que contemplen medidas de mitigación estructural, basadas en criterios de reducción de la vulnerabilidad a los peligros naturales identificados.
- Lograr el financiamiento para la ejecución de obras de mitigación, incluyendo tanto las reparaciones, ampliaciones y sustituciones de las edificaciones existentes, como la construcción de las nuevas, adaptadas a los criterios de reducción de la vulnerabilidad.
- Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución de los proyectos para edificaciones escolares ubicadas en áreas propensas a peligros naturales para lograr niveles aceptables de mitigación de riesgo.

### 3.4 Preparativos para Emergencias

Es necesario la elaboración de programas de preparativos para responder a las emergencias, dentro de un plan global y adaptado a los peligros naturales identificados para cada edificación, a través de:

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

- Identificación de las edificaciones escolares actualmente más propensas a daños ocasionados por los peligros naturales.
- Apoyo a programas de preparativos para emergencias y desastres, basados en la difusión de información sobre peligros naturales entre la comunidad educativa, con el objetivo de elaborar planes para la atención de las emergencias.

#### **4.0 Consideraciones para la Ejecución de Programas**

La atención de la infraestructura en el sector educativo es responsabilidad de varias instituciones que interactúan en el sector en la ejecución de las actividades de planificación, normalización, diseño de proyectos, elaboración de presupuesto, ejecución de obras de mantenimiento, reparación, construcción y financiamiento. Los organismos involucrados en la aplicación de dichos programas son:

- Ministerios de Educación.
- Organismos oficiales responsables de la infraestructura educativa.
- Organismos no gubernamentales locales y nacionales.
- Organizaciones regionales e internacionales de cooperación técnica y financiamiento.

Usualmente las actividades de planificación, normalización y diseño de proyectos se desarrollan en forma centralizada por las oficinas de infraestructura educativa de los ministerios de educación, que en algunos casos, también ejecutan las actividades de mantenimiento. Las obras en su mayoría son realizadas por otros organismos oficiales responsables de la ejecución de las obras públicas en general. Por otro lado, las comunidades, en algunos casos, construyen y reparan sus escuelas, con sus propios recursos o con ayuda externa, por medio de ONG locales, nacionales, regionales e internacionales o la empresa privada.

En cualquiera de los casos, para el desarrollo de todas estas actividades, estos organismos deben establecer políticas en donde se definan niveles aceptables de riesgo de las edificaciones escolares para cada problema de vulnerabilidad a amenazas naturales aplicables en su respectiva región. Entre las acciones que estos organismos o instituciones deben seguir están:

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

- Cuantificar la infraestructura educativa, la cual debe ser expresada, entre otros, en términos de cantidad, tipo, ubicación, fecha de construcción, desempeño durante su vida útil y escenario de amenazas naturales en la que se ubican.
- Determinar las prioridades de atención de la planta física educativa de acuerdo a los tipos de desastres naturales, características de las edificaciones, condiciones físicas y niveles educativos.
- Coordinar la aplicación de criterios de reducción de vulnerabilidad con los otros organismos responsables de la construcción, ampliación, reparación y mantenimiento de la planta física educativa.

## 5.0 Sub-áreas

Para el logro de los objetivos del Plan Hemisférico en cuanto a la reducción de vulnerabilidad de la infraestructura educativa se han propuesto actividades que abarcan fundamentalmente dos de los aspectos del programa completo de reducción de vulnerabilidad: los procesos de planificación del sector y los proyectos de inversión. Estas actividades están distribuidas en seis sub-áreas en que se ha dividido operativamente el área de la planta física educativa, las cuales son:

1. Programación y planificación.
2. Códigos, normas y reglamentos.
3. Sistemas constructivos:
  - a) Para zonas sísmicas.
  - b) Para zonas de huracanes, inundaciones y deslizamientos.
4. Diseño de proyectos.
5. Inspección y ejecución de obra.
6. Evaluación, refuerzo y mantenimiento.

La ejecución de estas actividades no es posible sin la adopción de una política clara del sector en cuanto a la reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura educativa y quedarían incompletas si no se desarrolla un programa de preparativo para emergencias en cada edificación.

### 5.1 Programación y Planificación.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

La identificación de los peligros naturales, consistente en su ubicación, frecuencia y severidad, debe ser un dato a considerar en la fase de planificación de la planta física educativa. En esta fase de planificación se utilizan sistemas de información sobre la planta física educativa como los instrumento básico de toma de decisiones sobre las edificaciones educativas. El sistema de información, además de los datos de identificación del plantel (ubicación, características y condiciones físicas de la edificación, matrícula escolar y niveles educativos) debe incluir información sobre los peligros naturales prevalecientes en la zona y la historia de los peligros naturales que han afectado al lugar donde se ubica la edificación. Con el procesamiento de esta información es posible establecer la vulnerabilidad de cada edificación a los determinados peligros naturales que se han identificado.

El análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura educativa a los peligros naturales se basa en la relación existente entre los peligros que presentan posibles eventos naturales y la ubicación de la infraestructura educativa. Este análisis deberá hacerse rigurosamente, inspeccionando edificación por edificación, para luego superponer e integrar la información que muestra los peligros naturales geográficamente junto con la información de la infraestructura educativa. El análisis debe hacerse desde dos puntos de vista, con la información que suministran las agencias especializadas y con la información recabada directamente en la edificación escolar por medio de un formulario guía. Usando esta información se elaboraran matrices por unidades administrativas seleccionadas y se superponeran los datos para obtener un perfil de dicha unidad administrativa, descartando aquellos peligros que no se mencionan en ninguna de las dos fuentes de información. Esto permitirá pasar a un segundo y más detallado nivel de análisis de la vulnerabilidad para determinar en que orden se ubican los peligros existentes de acuerdo al impacto esperado.

De esta forma, es posible detectar el problema, caracterizarlo, dimensionarlo, jerarquizarlo y plantear los proyectos específicos para cada tipo de edificación educativa. Esta fase debe culminar con la preparación del plan de inversión donde se contemplen las medidas de mitigación estructural, no estructural y operativa pertinentes, como parte de las acciones a ser desarrolladas en el mantenimiento, la reparación, la ampliación, la dotación de servicios, la sustitución o la creación de las edificaciones educativas.

Dada la preponderancia de la infraestructura existente comparada con aquella que va a ser construida, pero aun reconociendo la necesidad de nueva infraestructura, el sector, apoyado por las instituciones de préstamo, debe determinar qué tipo de

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

edificaciones escolares existentes tienen prioridad desde el punto de vista de reducción de vulnerabilidad a amenazas naturales. Para edificaciones existentes, esto significa que se deben preparar inventarios detallados de vulnerabilidad de acuerdo al tipo de edificación, ubicación, nivel educativo y fecha de construcción, todo esto relacionado con el tipo, la ubicación, la intensidad y la frecuencia de las posibles amenazas naturales. Para nuevas estructuras significa desarrollar y utilizar sistemas constructivos que satisfagan niveles de riesgo mínimo para los peligros naturales identificados.

Para definir las áreas de prioridad en la vulnerabilidad de la infraestructura educativa se debe tomar en cuenta las condiciones de mantenimiento y funcionamiento existentes, además de la ubicación con respecto a los centros urbanos, su periferia o las áreas rurales circundantes y la concentración de las áreas de pobreza.

Considerando los desafíos a que está sometido el sistema educacional es necesario orientar la inversión en infraestructura física-educativa en función a prioridades que garanticen condiciones de seguridad, vida y salud de la comunidad educativa, funcionalidad y confort de los locales educativos, traducidas en programas a corto, mediano y largo plazo.

Para ello, es necesario contar con un sistema de información que permita cuantificar el déficit de las construcciones existentes en función de las normas, que incluyan criterios de prevención y mitigación de desastres socio-naturales, de la demanda social y de los nuevos requerimientos para la implementación de las políticas educacionales.

Se deberá motivar y sensibilizar a las autoridades para orientar la toma de decisiones y racionalizar el uso de los recursos disponibles. De igual manera, concertar la participación de otros actores e instituciones.

## 5.2 Códigos, normas y reglamentos

La información sobre los peligros naturales aumenta constantemente. El estudio sobre sus causas, procesos y efectos sobre la población, la economía y en particular sobre la infraestructura avanza diariamente. Por ello actualmente estamos en capacidad de proponer medidas de mitigación que respondan, cada vez mejor, a los peligros naturales que hemos identificado. Entre estas medidas de mitigación podemos mencionar el desarrollo y aplicación de códigos, normas y reglamentos específicos para edificaciones educativas que respondan a niveles de riesgo aceptable para los usos educativos.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

En la actualidad se observa un gran porcentaje de centros educativos con un alto nivel de vulnerabilidad a los peligros naturales y antrópicos, debido a la dificultad de incorporar el concepto de reducción de riesgo al proceso de diseño, evaluación de proyecto y construcción que existía para el momento de su diseño y construcción. Además de la falta de previsión y programas de mantenimiento, renovación y reforzamiento estructural adecuado en los edificios educacionales existentes, lo que ha llevado al deterioro sostenido de la infraestructura educativa instalada y el aumento de riesgo de la población estudiantil.

Esta ausencia de prevención y mitigación, tanto en la infraestructura nueva como a la instalada, nos pone de frente al componente de aumento sostenido del riesgo, lo que implica un impacto directo sobre el proceso de desarrollo, ya que en nuestros países se hace necesario el resguardo de las inversiones y la optimización del uso de los recursos, por lo cual hay que definir que debe hacerse, como, por quién y cuando es necesario.

Si bien en muchos países se aplica la normativa de construcción antisísmica u otro tipo de normativa que apunta a factores estructurales (estabilidad estructural) se deja de lado otros factores importantes para la reducción de vulnerabilidad, entre los que cabe mencionar:

- Identificación de áreas de peligro (evaluación de sitio).
- Tipologías arquitectónicas.
- Factores o índices de ocupación del terreno escolar.
- Elementos arquitectónicos de seguridad.

En los diferentes países deberá revisarse el marco legal vigente, efectuar un diagnóstico de situación respecto a las potencialidades ó limitaciones del mismo para el logro de reducción de vulnerabilidad de los edificios y promover las acciones tendientes a una gestión total para la minimización del riesgo.

La normativa deberá contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

*Aspectos Estructurales:*

- Integración de las cargas con respecta a las amenazas existentes en cada lugar.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

- Reforzamiento adecuado de las estructuras.
- Evitar el uso de estructuras elevadas sin las condiciones de seguridad mínimas (por ejemplo tanques de reserva).
- Adecuación de las estructuras para protección contra vientos, lluvia, etc.
- Establecimiento de diferentes niveles de protección estructural acorde a las amenazas y el uso educativo del edificio.

*Aspectos Arquitectónicos:*

- Adecuación de las tipologías arquitectónicas a las amenazas existentes.
- Adecuación de los índices de ocupación de terrenos y previsión de áreas de evacuación.

*Aspectos de Localización:*

- Recomendaciones para evitar la construcción de centros educativos en:
  1. Zonas de laderas y barrancos inestables.
  2. Zonas de fallas geológicas.
  3. Áreas de alta contaminación ambiental.
  4. Zonas inundables.
  5. Zonas con problemas de licuefacción.
  6. Zonas cercanas a depósitos de materiales inflamables.
  7. Zonas de paso de líneas de alta tensión.

*Aspectos de Seguridad*

- Como prever la disponibilidad de escaleras de emergencia, toboganes de escape.
- Condiciones adecuadas de accesibilidad al lugar.
- Como prever la existencia de servicios básicos (agua, luz, drenajes, etc.) adecuados.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

*Recomendaciones para:*

- Revisar, evaluar y diagnosticar la infraestructura física instalada.
- Reparar o renovar la infraestructura en riesgo.
- Trasladar edificaciones educativas en áreas de máximo riesgo.
- Elaborar mapas de peligros múltiples.
- Elaborar mapas de riesgo de la infraestructura instalada.
- No construir edificaciones educativas sin la calificación del medio o del sitio de construcción.

### 5.3. Sistemas Constructivos

En la fase de elaboración de los sistemas constructivos en zonas sísmicas y zonas de huracanes, inundaciones y deslizamientos se debe desarrollar la información técnica como planos, detalles, especificaciones y cantidades de obras que son necesarias ejecutar para asegurar el nivel aceptable de riesgo de las edificaciones escolares para cada problema de vulnerabilidad ante las amenazas naturales aplicables, de acuerdo con lo establecido en la formulación de las políticas.

Las edificaciones educativas abarcan una amplia gama de posibilidades de agrupación de los espacios educativos. Una escuela puede ser muy sencilla, tanto como una sola aula en donde se desarrollan casi todas las actividades de diferentes niveles, como un conjunto de edificaciones que albergan una compleja variedad de actividades docentes, administrativas y de servicios interconectadas por áreas de circulación en un terreno con espacio abiertos y cerrados. Los sistemas constructivos para edificaciones educativas, por lo general deben responder a las diferentes posibilidades de agrupación que determinan la población estudiantil, el nivel educativo y el tamaño del terreno disponible. Consideración aparte merecen aquellas edificaciones educativas que se diseñan especialmente para un terreno, generalmente ubicado en un área urbana altamente densificada y con una alta concentración de población estudiantil para lo que, por lo general, se diseña un edificio específico. La tipificación de los sistemas constructivos es una práctica bastante generalizada para la mayoría de los países en

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

Latinoamérica y El Caribe. Esta práctica, en el mejor de los casos, solo ha tomado la información sobre peligros naturales de manera muy general, obviando detalles específicos sobre los peligros naturales que afectan de manera global a los detalles constructivos. Por ello se hace necesario desarrollar actividades tendientes a adaptar los sistemas constructivos, por lo menos, a los dos tipos de amenazas más relevantes que se han detectado en la región, como son las zonas sísmicas y las zonas de huracanes, inundaciones y deslizamientos.

### 5.3.1) Sistemas Constructivos para Zonas Sísmicas

El diseño de sistemas constructivos para zonas sísmicas requiere el conocimiento de las fuerzas previsible y ello, a su vez, requiere del registro de la intensidad de los terremotos ocurridos en la zona. Se necesitan dos clases de datos para evaluar el riesgo impuesto por los terremotos: la severidad potencial de los mismos y la probabilidad de que ocurran durante un período determinado. Cuando parte de esta información no existe, se puede hacer una evaluación parcial con la información disponible.

Las principales amenazas sísmicas son temblores de tierra, fallas en la superficie y propensión a la licuefacción. Una vez que se reconoce la propensidad de un área a terremotos, es importante trazar mapas para delimitar las zonas de alta amenaza. Para algunos países latinoamericanos y del caribe hay mapas de amenaza ya trazados, pero en general no son muy confiables o útiles para ingenieros, funcionarios del gobierno o planificadores para el diseño de obras específicas. Algunos proyectos nacionales y regionales han comenzado a incorporar avances científicos y tecnológicos en el trazado de mapas de amenazas sísmicas, con lo cual están mejorando la calidad de la información.

La ingeniería especializada en terremotos ha logrado técnicas y materiales de construcción resistentes a temblores de tierra, con excepción de los más fuertes. Las leyes de construcción deben estipular el uso y la aplicación de dichas técnicas. La readaptación de edificaciones educativas, también, puede tener importantes beneficios en adición a salvar vidas.

Para evaluar el riesgo impuesto por los terremotos, debemos tener una conciencia clara de la vulnerabilidad física y funcional del sector educación; por lo tanto es importante incentivar estudios profundos de manejo de riesgos para obtener una evaluación completa.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

Es necesario la revisión y la actualización de los proyectos de microzonificación sísmica, los cuales deberán aportar datos confiables a los funcionarios o planificadores del sector para determinar la factibilidad de los proyectos de nuevas edificaciones escolares y de la revisión de las existentes.

Para el desarrollo de sistemas constructivos para zonas sísmicas se deberá contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Compilar un registro historico de todas las fallas y actividades sísmicas pasadas.
- Estudiar la geotectónica nacional, regional y local y sus interrelaciones.
- Estudiar las propiedades dinámicas y de la caracterización de los suelos.
- Obligar la inclusión de los parámetros actualizados de diseño de sismoresistencia.
- Implementar las medidas de reforzamiento y de readaptación estructural.
- Revisar los conceptos arquitectónicos de:
  - Configuración en planta.
  - Plantas bajas libres o pisos débiles.
  - Vigas fuertes/columnas débiles.
  - Columnas cortas y otras.

### 5.3. 2) Sistemas Constructivos para Zonas de Huracánes, inundaciones y deslizamientos

La falta de entendimiento de los peligros asociados con los vientos y las tormentas ha generado que la vulnerabilidad de los elementos estructurales y no estructurales de las edificaciones no estén siendo manejados de forma adecuada. Existen muchas escuelas que no han sido diseñadas de forma apropiada y se encuentran localizadas en zonas vulnerables a huracanes, inundaciones y deslizamientos. Un huracan puede producir daños extensos a causa simplemente de los efectos del viento o de una combinación de los efectos del viento y las aguas que pueden, en el mejor de los casos, inundar la edificación educativa o, en el peor, derrumbarla.

Se define a un huracán como una gran depresión tropical no frontal o ciclón, con vientos que sobrepasan los 119 km/hr (una tormenta tropical tiene vientos entre 63 y 119

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

km/h). Los huracanes causan daños por la potencia de sus vientos, sus precipitaciones y las olas ciclónicas. Los vientos que alcanzan los 162 km/hr causan daños menores, como por ejemplo, rompen ventanas. Cuando sobrepasan esa velocidad, causan daños estructurales. Las precipitaciones fuertes pueden causar el desbordamiento de ríos, poniendo en peligro todas las estructuras, así como también pueden provocar derrumbes.

Para evaluar las amenazas se debe primero determinar si el área de estudio se encuentra dentro del cinturón de ocurrencia de huracanes. Si lo está, se deben estudiar los registros de tormentas pasadas. Una vez que los riesgos han sido definidos y cuantificados, los planificadores, arquitectos e ingenieros pueden diseñar los mecanismos de mitigación apropiados. Algunos ejemplos de medidas de mitigación son: evitar el desarrollo en áreas que pueden ser afectadas por olas ciclónicas o por inundaciones y aplicar estándares de construcción diseñados para resistir los huracanes.

Las inundaciones generalmente se categorizan de acuerdo a su frecuencia estadística. Las practicas de desarrollo pueden aumentar inconcientemente la amenaza de inundación, aumentando la cantidad de agua que debe ser transportada o disminuyendo el área disponible para absorberla. El estudio para la ubicación de las edificaciones educativas debe establecer las características de los cursos de agua y su propensión a inundaciones.

Los deslizamientos se generan por la saturación de los suelos en pendientes, lo que disminuye su capacidad de absorción de las aguas de lluvia. El peligro de los deslizamientos de tierra son frecuentemente ignorados cuando en realidad lo que se requiere es enfocar los deslizamientos relacionados a las lluvias torrenciales y las actividades sísmicas como mecanismo catalizador de estos. Se pueden considerar un efecto secundario de los terremotos y la actividad volcánica pero obviamente solo las lluvias abundantes pueden producir el mismo efecto.

Para el desarrollo de sistemas constructivos para zonas de huracanes, inundaciones y deslizamientos se deberá contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Compilar un registro historico de todas las tormentas, inundaciones y deslizamientos pasados.
- Estudiar la situación atmosférica nacional, regional y local y sus interrelaciones.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

- Estudiar las características de los vientos.
- Obligar la inclusión de los parámetros actualizados de diseño resistente a huracanes.
- Implementar las medidas de reforzamiento y de readaptación estructural.
- Revisar los conceptos arquitectónicos de:
  - Configuración de techos.
  - Plantas bajas libres.
  - Aleros y ventanas.

#### 5.4 Diseño de Proyectos

El uso de proyectos tipo (únicos) en forma indiscriminada, sin considerar las particularidades físicas y mecánicas del terreno, además de la falta de aplicación de las normas y especificaciones técnicas para la reducción de la vulnerabilidad y la ausencia de programas afectivos de capacitación para el personal técnico en el diseño de proyectos, son las causas fundamentales que inciden en los altos niveles de vulnerabilidad de las edificaciones escolares. Los diseños de proyectos tipo se ubican en las diferentes regiones del país sin tomar en cuenta las variables específicas de cada lugar y carecen de los estudios de suelos y topográficos, imprescindibles para la definición de la infraestructura de cada proyecto. En el caso de las edificaciones escolares es importante el conocimiento del suelo para poder determinar la interrelación suelo - estructura y consecuentemente la adecuada definición e implementación del sistema constructivo.

Para buscar una solución, se debe desarrollar proyectos que respondan a las condiciones físicas y específicas del terreno donde se edificará el centro educativo, a fin de asegurar niveles aceptables de riesgo para cada problema de vulnerabilidad y exigir las especificaciones técnicas de diseño. Esta estrategia requiere una capacitación constante del personal y el equipamiento que promueve la modernización de las oficinas de infraestructura educativa; para superar la falta de tecnología desarrollada en el diseño y manejo de proyectos de infraestructura educativa.

#### 5.5 Inspección y ejecución de obras

**PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES**  
Área Temática Planta Física

En la fase de ejecución de las obras es necesario supervisar los trabajos, de tal manera que las indicaciones técnicas se cumplan y que las modificaciones que sean necesarias realizar, durante el proceso de ejecución, no perjudiquen las medidas de mitigación estructural contempladas en el proyecto original. El problema fundamental estriba en que la aplicación de las normas y los procedimientos constructivos no se hacen correctamente, evidenciándose, en algunos casos, falta de ética profesional tanto a nivel de ejecución como de la supervisión de las obras. Adicionalmente, los proyectos efectuados por las comunidades educativas u otros organismos públicos o privados, salvo raras excepciones, se ejecutan sin ningún control del organismo rector de la planta física educativa.

Se hace necesaria una estrategia de capacitación del personal técnico responsable por la supervisión, inspección y evaluación. Además, se se deberán proveer los recursos humanos suficientes para asegurar adecuados procesos de supervisión y control de obras en la construcción de la infraestructura educativa. Se deberá crear e implementar la legislación necesaria par la atención del tema de reducción de vulnerabilidad en el sector educativo y que involucre a las organizaciones locales y comunitarias en el reconocimiento y evaluación de la vulnerabilidad de las edificaciones educativas. En la fase operativa de la estrategia deberá involucrarse a las organizaciones gubernamentales locales y de la sociedad civil (ONGs, colegios profesionales y otros), transfiriendo las metodologías y propiciando compromisos de participación.

#### 5.6. Evaluación, Refuerzo y Mantenimiento

Es necesario inspeccionar y reforzar el conjunto de las edificaciones educativas existentes en todos los países de acuerdo a los peligros naturales identificados; por lo general se presta más atención al mejoramiento de proyectos de los nuevos edificios educativos, mientras que los ya existentes se deterioran constantemente. Las edificaciones educativas existentes en la mayoría de los países son superiores en cantidad que las nuevas edificaciones y los peligros son correspondientemente mayores en el caso que se produzca un desastre natural. Adicionalmente, en la mayoría de los países existen escuelas que funcionan en locales alquilados originalmente diseñados para otros fines, situación que aumenta del grado de vulnerabilidad.

Se deben realizar estudios de vulnerabilidad tomando en cuenta todos los componentes de las edificaciones educativas importantes para proceder a su inmediata readaptación, pero se constata una ausencia de instrumentos metodológicos debidamente

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

validados y estandarizados, que orienten la evaluación de la vulnerabilidad de los centros educativos a los desastres y la acción preventiva y correctiva dentro de los programas normales de reforzamiento y mantenimiento. Este aspecto queda además circunscrito muchas veces sólo a los organismos gubernamentales centrales, no involucrándose a los actores locales, como, las municipalidades y organizaciones de la sociedad civil.

Para solucionar este problema se requiere de una estrategia que incentive la capacitación sistemática y permanente, tanto de los constructores como de la comunidad educativa logrando con esto minimizar los daños en vidas humanas y materiales. Esta estrategia deberá contemplar lo siguiente:

- Implementar políticas de sustitución de los locales alquilados para garantizar la seguridad física de los estudiantes e invertir recursos en la construcción de nuevos centros educativos.
- Institucionalizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Se propone la creación de instrumentos técnicos y metodológicos (guías, manuales, etc.) para la evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura escolar y para la incorporación de medidas de reducción dentro de los programas de reforzamiento y mantenimiento, con el propósito de garantizar seguridad a los usuarios y prolongar la vida útil de las edificaciones escolares.
- Los manuales para la inspección y evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura escolar, deberán ser a dos niveles, básico, para ser aplicado por las comunidades locales y educativas, y especializado, para su aplicación por las unidades de infraestructura escolar y por los profesionales técnicos.
- Las guías técnica deberán contemplar métodos y detalles constructivos y de mantenimiento para el reforzamiento y mantenimiento de la infraestructura escolar.
- Implementar programas de capacitación a dos niveles, básico, para las comunidades locales y educativas, y especializados para el personal profesional de las unidades de infraestructura educativa y de las organizaciones técnicas de la sociedad civil.
- Evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones escolares para constituir el paso previo y necesario para la planificación y organización de la autoprotección en las escuelas.

PLAN HEMISFERICO DE ACCION PARA LA REDUCCION DE  
VULNERABILIDAD DEL SECTOR EDUCATIVO A LOS DESASTRES  
Área Temática Planta Física

- Incorporar a la evaluación de la vulnerabilidad de los aspectos físicos constructivos, el nivel de organización y preparación de sus usuarios.
- Propiciar la participación de las organizaciones locales (municipios, ONGs, colegios profesionales), en la tarea de la evaluación de la vulnerabilidad de las escuelas, transfiriendo para ello metodologías.
- Generar compromisos en las mismas comunidades educativas locales para revertir la situación de vulnerabilidad de las escuelas, impulsando y sosteniendo las actividades de mitigación.

Todavía queda mucho por hacer en torno a la reducción de la vulnerabilidad de las infraestructuras educativas ante los eventos ocasionados por las amenazas naturales. Los procesos para construir y mantener las edificaciones educativas en todos los niveles de educación son complejos en todos los países, e incluyen a muchos actores y a una cantidad aún mayor de partes interesadas. La reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones educativas no ha sido una prioridad para este sector y, en algunos casos, ni siquiera se ha tomado en consideración cuando se discuten los retos existentes para mejorar la educación en las Américas. Pero no cabe duda que desde las comunidades locales hasta los más altos niveles de la administración de la educación son afectados por la ocurrencia de los desastres naturales.