

**4.1.4. Inspección física del área:** La morfología del terreno es el factor principal para determinar cuan seguro es un terreno en caso de inundaciones. Las planicies de inundación de los ríos son típicamente amplias, valles llanos que contienen un río largo y sinuoso. Las planicies de inundación costeras se pueden extender largamente tierra adentro desde la costa misma, si el terreno es plano, sin montañas o cumbres entre él y el mar. En la medida que los terrenos son más elevados que los ríos o el nivel del mar es menos posible que se cubran por inundaciones.

Los terrenos por debajo del nivel de los ríos y playas aledañas, por ejemplo por debajo del margen de los ríos o en hoyos encerrados son altamente propensos a sufrir una inundación de un momento a otro. Otros posibles indicadores de que un terreno es inundado regularmente incluyen suelos saturados de agua, pantanos, y vegetación de terrenos húmedos (por ejemplo, cañaverales, gramas, etc)

Indicadores de terreno inundado regularmente:

- Suelos saturados de agua
- Pantanos, y
- Vegetación de terrenos húmedos (por ejemplo, cañaverales, gramas, etc)

Signos de terreno que ha sufrido inundaciones:

- Suelos arenosos (fino-granulado)
- Marcas de la altura del agua de los ríos (por ejemplo, manchas de agua, muescas de erosión, etc)
- Depósitos de rocas, árboles o desperdicios provenientes de otros sitios, y
- Cursos anteriores de los ríos.

Los signos de que un terreno ha sufrido inundaciones en algún momento en el pasado incluyen a los suelos arenosos (fino-granulado), marcas de la altura del agua de los ríos (por ejemplo, manchas de agua, muescas de erosión, etc), depósitos de rocas, árboles o desperdicios provenientes de otros sitios, y cursos anteriores de los ríos. La ubicación más peligrosa en áreas propensas a inundaciones incluye las orillas de tierra muy inclinadas, los barrancos, o las laderas en los lados de los ríos o las cuencas donde las altas crecidas podrían llegar y debilitar las laderas.

Se deben considerar las posibles implicaciones de las inundaciones en las rutas de acceso y de servicios al terreno de la escuela.

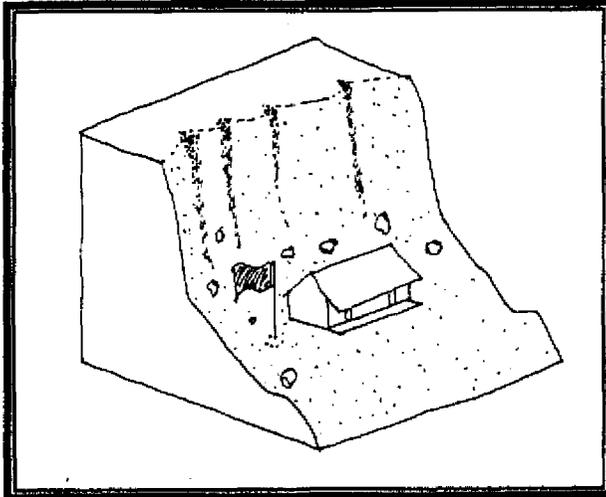
**4.1.5. Protección de las marejadas:** En las áreas costeras abiertas donde las tormentas marinas, las olas de las mareas o los tsunamis son una posibilidad es preferible si las escuelas se construyen en terrenos altos a por lo menos 250 metros de la costa.

#### **4.2. Terrenos alejados de las orillas de los ríos.**

En los terrenos alejados de las riveras de los ríos las estructuras afrontan menos peligros por la ampliación natural del cauce y erosión de sus taludes. Por otro lado, los ríos en las planicies de inundaciones cambian frecuentemente el alineamiento de sus cauces durante las crecidas.

## 5. Ubicación Segura de Escuelas en Áreas con Terrenos Inestables

### 5.1. Construcción en un terreno seguro contra deslizamientos, desprendimiento de rocas, y flujos de lodo y desperdicios



Un aspecto importante de la ubicación de las escuelas es la estabilidad del propio terreno. La identificación de que áreas del terreno son más seguras para construir podría prevenir los daños causados por deslizamientos, desprendimientos de rocas, y flujos de lodos y desperdicios. La selección de un lugar estable es aún más importante en áreas de amenaza sísmica o regiones susceptibles de sufrir huracanes o fuertes lluvias porque ambas cosas, vibración de la tierra y fuertes lluvias, podrían incrementar las posibilidades de fallas del terreno.

### 5.2. Reconocimiento de la topografía

Ciertas características de la topografía, tales como los bordes de los precipicios y los lados de los barrancos, son reconocibles en si mismos como ubicaciones peligrosas para construir.

### 5.3. Estabilidad de las laderas

La posibilidad de falla de otras laderas puede ser evaluada antes de construir en ellas. La presencia de deslizamientos en las laderas vecinas pudiera advertir la falla existente en toda esa zona.

**5.3.1. Alto potencial de falla:** Las laderas con un alto potencial de falla cumplen con una de las siguientes condiciones:

- Una pendiente mayor de 30°
- Laderas con todas las características siguientes:
  - a. Pendientes mayores de 15°
  - b. Formación geológica subterránea de material pobremente consolidado o suelto
  - c. Suelos suaves y delgados (indicado en primer lugar por una capa vegetal delgada, ausencia de árboles, etc), y
- Laderas con una historia de fallas o evidencia de deslizamiento, incluyendo terreno desquebrajado, terreno lavado significativamente o signos visibles de caída de rocas (por ejemplo, rocas esparcidas al pie de las laderas).

**5.3.2. Moderado potencial de falla:** Las laderas con un moderado potencial de falla cumplen con una de las siguientes condiciones:

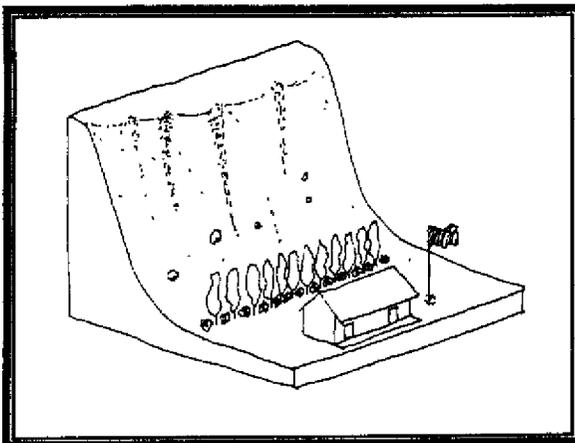
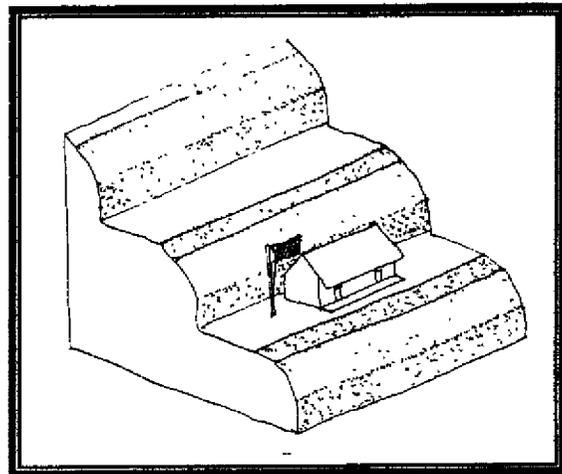
- Pendientes mayores de 15°
- Laderas con todas las características siguientes:

- a. Pendientes mayores de 8°
- b. Formación geológica subterránea de material pobremente consolidado o suelto
- c. Suelos suaves y delgados (indicado en primer lugar por una capa vegetal delgada, ausencia de árboles, etc)
- Laderas con otros factores que incrementan la probabilidad de falla, incluyendo:
  - a. Abanico de deslave
  - b. Laderas orientadas hacia el curso de los ríos
  - c. Laderas con cortes a lo largo de ellas, y
- Laderas inclinadas con trabajo de mitigación, tales como:
  - a. Muros de contención o trabajo de ingeniería en las laderas
  - b. Drenaje especial
  - c. Fuerte cobertura de árboles

#### 5.4. Estabilización de laderas

En caso donde el riesgo de falla no es severo, el riesgo de deslizamiento de una ladera puede ser disminuido algunas veces reduciendo el ángulo de la ladera, ya sea terraceando o excavando la ladera. Otras medidas para reducir la posibilidad de falla de la ladera incluyen las siguientes:

- Incremento del drenaje de la ladera (usando ambos tipos de drenajes: profundos y superficiales), y
- Trabajos de ingeniería (por ejemplo, pilotaje, anclaje del terreno y muros de retención).



Alguna estabilización de laderas es posible plantando árboles o arbustos. La reforestación puede prevenir la pérdida de la capa vegetal hasta la profundidad de las raíces. En la mayoría de las regiones hay vegetación autóctona muy buena para la estabilización de las laderas.

##### 5.4.1. Barreras contra la caída de rocas:

Donde el peligro principal es la caída de material sobre las escuelas ubicadas al pie de las laderas se pueden construir barreras de protección;

incluyendo zanjas y barreras de vegetación con árboles y arbustos especialmente plantados.

**5.4.2. Tipo de actividad humana:** El tipo de actividad humana como el tipo de agricultura y la extracción de materiales puede incrementar la inestabilidad de las laderas.

## 6. Ubicación Segura de Escuelas en Áreas de Fuertes Vientos

### 6.1. Ubicación de un sitio de refugio de los vientos predominantes

Hay regiones más amenazadas que otras por los huracanes pero también existe mucha variación local de los vientos. Por ello es necesario conocer la severidad local de los vientos donde se ubica una escuela. Se debe establecer cuan severas han sido las tormentas en el pasado, con qué frecuencia ocurren y la dirección predominante de los vientos.

Los huracanes tienen un período de retorno relativamente corto, en la mayoría de los casos tienden a ocurrir por lo menos cada cierto número de años, por lo que el conocimiento local sobre ellos es bastante confiable, aunque el próximo pueda ser más severo. Otras fuentes de información incluyen los institutos meteorológicos locales y las estaciones climatológicas. La mayoría de los países en las zonas de huracanes están zonificados de acuerdo al peligro de la velocidad del viento.

### 6.2. Ubicación de una escuela para reducir su exposición al viento

Ciertos factores hacen algunos sitios más expuestos que otros. Por ejemplo las áreas costeras son particularmente propensas: los huracanes se originan en alta mar y se convierten en peligrosos cuando se aproximan a la costa. Ellos también elevan el nivel del mar hasta causar inundaciones costeras. Los estuarios y los deltas de los ríos se inundan durante las fuertes lluvias y vientos asociadas con los huracanes. Los terrenos expuestos en las cumbres de las montañas o los acantilados donde los vientos pueden ser hasta un quince por ciento más fuertes en estos sitios elevados, y el cuello o la salida de los valles, a través de los cuales los vientos pueden ser canalizados.

#### Factores de exposición al viento:

- Áreas costeras son particularmente propensas: los huracanes se originan en alta mar y se convierten en peligrosos cuando se aproximan a la costa. Ellos también elevan el nivel del mar hasta causar inundaciones costeras
- Los estuarios y los deltas de los ríos que se inundan durante las fuertes lluvias asociadas con los huracanes
- Los terrenos expuestos en las cumbres de las montañas o los acantilados. Los vientos pueden ser hasta un quince por ciento más fuertes en los sitios elevados, y
- El cuello o la salida de los valles, a través de los cuales los vientos pueden ser canalizados.

Cuando se ubica una escuela en áreas que sufre de fuertes vientos se debe seleccionar un lugar protegido usando cualquier efecto topográfico o defensa natural que pueda proteger la escuela de los vientos predominantes, considerar la orientación del sitio protegiendo la escuela de los vientos predominantes ubicándola detrás de las montañas y crear barreras corta vientos sembrando árboles a cierta distancia o con cercas de arbustos fuertes. En las poblaciones con muchos árboles la velocidad de los vientos es menor.

### **Criterios para la ubicación de una escuela en áreas de fuertes vientos**

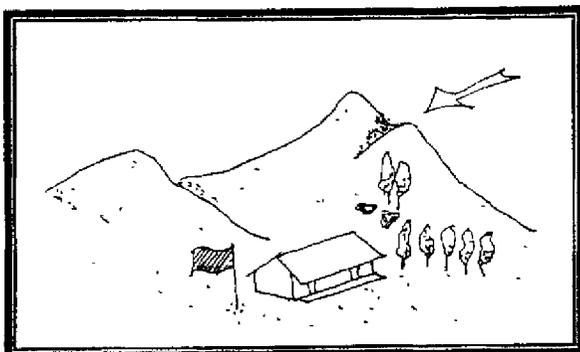
- Selección de un lugar protegido usando cualquier efecto topográfico o defensa natural que pueda proteger la escuela de los vientos predominantes
- Consideración de la orientación del sitio protegiendo la escuela de los vientos predominantes ubicándola detrás de las montañas
- Creación de barreras corta vientos sembrando árboles a cierta distancia o con cercas de arbustos fuertes. Las poblaciones con muchos árboles tienen velocidades menores de los vientos.

La distribución de los edificios de la escuela, si son varios, sobre el terreno también influye en la manera que los vientos los afectan. Generalmente, los edificios que son construidos en grupos cerrados se ha conocido que han sufrido más daño que aquellos que tienen espacios racionales entre ellos. Los edificios mayores pueden proteger a los edificios pequeños. Para una distribución más segura de las escuelas en el terreno deberá ubicar los edificios escolares con cierta distancia de estructuras adyacentes (por lo menos tres veces la dimensión de la planta de la escuela). La ubicación de los edificios escolares deberá hacerse en formaciones escalonadas envés de líneas rectas y separados de grandes árboles que puedan caer. Se recomienda dar un uso máximo del ancho de las calles de acceso y servicios, donde sea posible, deberán ser de más seis metros de ancho.

### **Guía para una distribución más segura de las escuelas en el terreno**

- Ubicación de los edificios escolares con cierta distancia de estructuras adyacentes (por lo menos tres veces la dimensión de la planta de la escuela)
- Ubicación de los edificios escolares en formaciones escalonadas envés de líneas rectas
- Ubicación de los edificios escolares en formaciones escalonadas envés de líneas rectas
- Máximo uso del ancho de las calles de acceso y servicios, donde sea posible, deberán ser de más seis metros de ancho.

En las áreas de huracanes es importante ubicar las escuelas de tal manera que se minimice el riesgo de inundación, producto tanto de las fuertes lluvias que los huracanes traen como de la elevación del nivel del mar que estos causan como se estableció en la sección anterior sobre la ubicación de las escuelas para minimizar el riesgo de inundación.



Las fuertes lluvias que vienen con los huracanes también desatan deslizamientos y caídas de rocas. Las medidas de ubicación de las escuelas para disminuir el riesgo de inestabilidades potenciales del terreno, como se describe en la sección anterior, son importantes las regiones de huracanes.

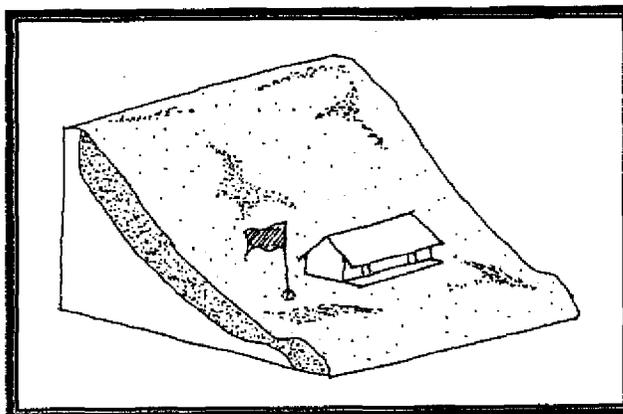
## 7. Ubicación Segura de Escuelas en Áreas Sísmicas

### 7.1. Construcción de escuelas sobre roca o suelo firme

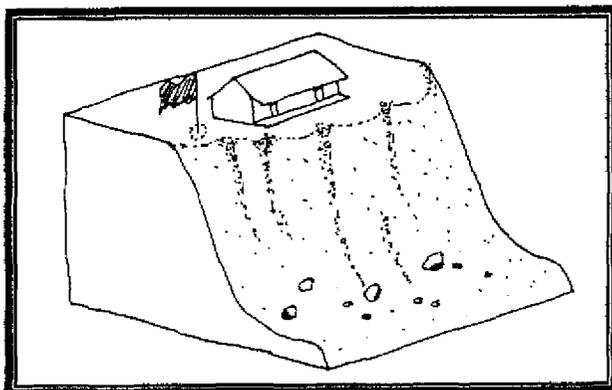
Los sismos, cuando ocurren, afectan una amplia área por lo que es difícil encontrar un terreno que no sea afectado por la actividad sísmica de una región con este tipo de amenaza. El elemento más importante en la ubicación segura en áreas sísmicas es evitar ser afectado por la inestabilidad del terreno, ya descrito en la sesión anterior, ya que los terremotos harán más posible que esta suceda.

### 7.2. Consideraciones de los suelos

**7.2.1. Tipos de suelos:** Los diferentes tipos de suelo vibran con diferente severidad en un terremoto. Los suelos blandos y aquellos con alto contenido de agua, generalmente vibran más fuertemente que los sitios rocosos. Donde sea posible, se deberá ubicar la escuela en terreno firme, esto reducirá la severidad de la vibración experimentada en un terremoto.



**7.2.2. Licuefacción:** Un fenómeno particular que los terremotos algunas veces causan, el cual puede ser dañino para las edificaciones educativas, es la licuefacción de los suelos. Los suelos sueltos en tierras planas, usualmente con un alto contenido de agua, pueden perder repentinamente su resistencia ante las vibraciones fuertes de los terremotos. Los suelos efectivamente se vuelven temporalmente en líquido permitiendo que las edificaciones construidas sobre ellos se hundan o volteen. Si el terreno de escuela contiene áreas de licuefacción potencial sería mejor que se realicen estudios antes que edificaciones escolares grandes se construyan.



**7.2.3. Fallas:** En algunas áreas los terremotos ocurren en fallas bien conocidas, esto es un quiebre geológico en los terrenos donde hay roturas de la superficie de la tierra. Donde estos se conocen, la construcción a través de la falla o muy cerca de ella resultará con toda seguridad en la destrucción de la edificación escolar si la falla se mueve. Las escuelas no deberán ubicarse en la cercanía de una falla conocida. En todo

caso, el número de fallas conocidas que pueden ser identificadas en la superficie de la tierra es bastante pequeño. La mayoría de las fallas ocurren debajo del terreno o lo quiebran en cualquier parte en una amplia área. Las posibilidades de que una estructura sea afectada por una ruptura desconocida de la superficie en un terremoto son pequeñas.

## 8. Conclusiones

El resultado de la selección de un terreno seguro para la ubicación de una escuela debe ser concertado y discutido con los miembros de la comunidad y tomando en cuenta las amenazas naturales. Para ello se ha preparado la información contenida en este manual para que las comunidades puedan tener criterios de evaluación de las amenazas naturales a la hora de decidir donde ubicar sus edificaciones educativas.

El manual cubre la ubicación de una escuela a una escala comunitaria, lo que está relacionado con la reubicación segura de una comunidad después de un desastre natural o la mejora de la seguridad del terreno actualmente ocupado por la comunidad. También, se contempla la ubicación de una escuela a una escala individual donde se desarrollan las consideraciones para la selección del terreno, la necesidad de hacer excavación para llegar al terreno firme, la evaluación de la superficie y la observación de los drenajes. Este punto contempla también como mejorar la seguridad de un edificio escolar existente.

La ubicación de las escuelas en áreas inundables, terrenos inestables, con fuertes vientos y con amenaza sísmica fue desarrollado en detalle. Para la amenaza de inundaciones se contempla como verificarla utilizando el conocimiento local, los datos oficiales y la inspección física. Se indica como proteger a las escuelas de las marejadas y se concluye que los terrenos alejados de la orilla de los ríos tienen menos posibilidades de ser afectados por la erosión que puede causar la corriente. Con relación a los terrenos inestables se hace particular énfasis en que las escuelas deben ser protegidas contra deslizamientos, desprendimientos de rocas y flujos de lodo y desperdicios. El reconocimiento de la topografía permite determinar la estabilidad de las laderas y potencial de falla, ya sea este alto o moderado. Esto conduce a las medidas de estabilización de laderas y a ejemplos de barreras contra la caída de rocas. Finalmente se concluye que el tipo de actividad humana determinará la estabilidad de las laderas. En las áreas de fuertes vientos se contempla la ubicación de un sitio de refugio de los vientos predominantes y la ubicación de las escuelas para reducir su exposición al viento. Para la ubicación segura de las escuelas en áreas sísmicas se recomienda la construcción sobre roca o suelo firme y se consideran los problemas de liquefacción y fallas del terreno que puedan afectar las fundaciones y la estructura de la escuela.

La OAS/UDSMA espera de esta manera contribuir a la capacitación técnica de las comunidades para disminuir la vulnerabilidad de su infraestructura social y particularmente de las escuelas a los peligros naturales.

## 9. Glosario<sup>1</sup>

**Asentamiento:** Lugar donde se asienta o establece una persona o una comunidad.

**Autóctona:** Que se ha originado o ha nacido en el mismo país o lugar en que se encuentra.

**Cauce:** Lecho por donde corre un arroyo o río para regar o para otros fines.

**Edificación:** Construcción de un edificio.

**Falla:** Quiebra que los movimientos geológicos han producido en un terreno.

**Geología:** Ciencia que estudia la constitución y origen de la Tierra y de los materiales que la componen interior y exteriormente.

**Irrigación:** Riego de un terreno.

**Ladera:** Cualquiera de los lados en declive de una montaña.

**Licuefacción:** Proceso por el cual el suelo se transforma en líquido producto de la vibración.

**Meteorología:** Ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos, las propiedades de la atmósfera, y en especial su relación con el tiempo atmosférico y la superficie de la tierra y mares.

**Morfología:** Parte de la geología, que estudia el origen y evolución de la superficie terrestre.

**Terrazas:** Cada uno de los espacios de terreno llano, dispuestos en forma de escalones, en la ladera de una montaña

**Topografía:** Conjunto de técnicas y conocimientos para describir y delinear la superficie de un terreno.

---

<sup>1</sup> Definiciones extraídas de la página web <http://tradu.scig.uniovi.es/busca.html> de la Universidad de Oviedo

## 10. Bibliografía

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sísmo Resistente de Viviendas de Mampostería. Bogotá, Colombia, 2001.

Association of State Floodplain Managers, Inc. Using Multi-Objective Management to Reduce Flood Losses in Your Watershed. Boulder, CO, USA, 1996.

California Seismic Safety Commission et al. Built to Resist Earthquakes. California, USA, 1999.

Coburn, Andrew et al. Technical Principles of Building for Safety. London, UK, 1995.

Federal Emergency Management Agency. Seismic Considerations – Elementary and Secondary Schools. Washington, DC, USA, 1990

Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE). Manuales y Normas para la Construcción y el Mantenimiento de Escuelas. Caracas, Venezuela, 1998.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). Análisis de Riesgo en Diseño de Hospitales en Zonas Sísmicas. Washington, DC, USA, 1989.

Wheelock, Jaime et al. Desastres Naturales de Nicaragua – Guía para Conocerlos y Prevenirlos. Managua, Nicaragua, 2000.









## **'LA ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS**

La Organización de los Estados Americanos (OEA) es el organismo regional más antiguo del mundo, pues su origen se remonta a la Primera Conferencia Internacional Americana, celebrada en Washington, D.C., entre octubre de 1889 y abril de 1890. En esta reunión se aprobó, el 14 de abril de 1890, la creación de la Unión Internacional de Repúblicas Americanas. La Carta de la OEA fue suscrita en Bogotá en 1948 y entró en vigor en diciembre de 1951. Posteriormente, la Carta fue reformada por el Protocolo de Buenos Aires, suscrito en 1967, el cual entró en vigor en febrero de 1970 por el Protocolo de Cartagena de Indias, suscrito en 1985, que entró en vigor en noviembre de 1988 por el Protocolo de Managua, suscrito en 1993, que entró en vigor en enero de 1996; y por el Protocolo de Washington, suscrito en 1997, el cual entró en vigor el 25 de septiembre de 1997. En la actualidad la OEA tiene 35 Estados miembros. Además, la Organización ha otorgado categoría de Observador Permanente a más de 45 Estados, así como a la Unión Europea.

Los propósitos esenciales de la OEA son los siguientes: afianzar la paz y la seguridad del Continente; promover y consolidar la democracia representativa dentro del respeto al principio de no intervención; prevenir las posibles causas de dificultades y asegurar la solución pacífica de las controversias que surjan entre los Estados Miembros; organizar la acción solidaria de éstos en caso de agresión; procurar la solución de los problemas políticos, jurídicos y económicos que se susciten entre ellos; promover, por medio de la acción cooperativa, su desarrollo económico, social y cultural, y alcanzar la efectiva limitación de armamentos convencionales que permita dedicar el mayor número de recursos al desarrollo económico y social de los Estados miembros.

**ESTADOS MIEMBROS: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas (Commonwealth de las), Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Dominica (Commonwealth de), Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Grenada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, St. Kitts y Nevis, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela**