

# TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA MEJORAR LAS RUTAS DE EVACUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA

Ficha técnica

Autores: Gilberto Villanueva y Abel Cisneros



**Foto N° 1:** Zona Baja de Belén en periodo de creciente del río Itaya  
Vista de trabajo participativo en la apertura de zanjas para la cimentación del muro

## 1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los riesgos de desastres es el resultado de estudiar los peligros o amenazas y las condiciones de vulnerabilidad de las poblaciones locales. Este análisis nos permite entender cómo la ocupación inadecuada del territorio —sobre el cauce de las quebradas, laderas inestables, márgenes de ríos expuestas a erosión, zonas propensas a inundaciones pluviales, falta de defensas ribereñas, bajos niveles de organización, escasa o poca capacitación, desconocimiento de rutas de evacuación— incrementan el riesgo a sufrir pérdidas humanas y materiales. Esta condición se agrava cuando los periodos de amenaza de inundación coinciden con el periodo de presencia del Fenómeno El Niño, también llamado El Niño Oscilación del Sur, durante cuya influencia la probabilidad de sufrir daños y pérdidas se incrementa.

Existen múltiples alternativas para reducir estas condiciones de riesgo, pero las más frecuentes están basadas en tecnologías costosas como las pozas de disipación de concreto, muros de encausamien-

to, canales, entre otras. Para el caso específico de evacuación se piensa en la construcción de caminos y puentes de concreto, edificaciones, pero para localidades pequeñas no se hace mucho. Estas obras suelen ser diseñadas e implementadas con poca participación de la comunidad, lo que dificulta que la población se apropie de ellas, lo que influye en que no sean sostenibles en el tiempo y puedan replicarse.

Por el contrario, existen experiencias exitosas y poco difundidas sobre el uso de tecnologías apropiadas para reducir la vulnerabilidad en zonas de riesgo ante inundaciones, y más concretamente, tecnologías para mejorar las rutas de evacuación. Estas tecnologías tienen costos relativamente bajos comparados con las tecnologías convencionales, por ejemplo el uso de piedra para muros que permitan construir albergues seguros, puentes de evacuación con materiales de la zona, caminos de piedra, entre otras. Y para asegurar su sostenibilidad, es imprescindible la participación de la población en el proceso de toma de decisión, diseño y ejecución de las obras. Estas experiencias nacen de una visión más global que considera a la tecnología como un elemento necesario, pero no único, para disminuir la vulnerabilidad y es un instrumento importante para fortalecer la organización comunitaria.

El presente documento detalla los pasos a tomar en cuenta para implementar tecnologías apropiadas para mejorar las rutas de evacuación en caso de emergencia, garantizando la participación de la población con el fin de asegurar su sostenibilidad.

Además, presenta dos propuestas tecnológicas de mejoramiento de vías de evacuación de bajo costo, realizadas en un proceso participativo en dos comunidades de Perú.

## 2. TECNOLOGÍA APROPIADA Y GESTIÓN DE RIESGOS

Para que la construcción de obras de prevención y mitigación de riesgo asegure la participación de la población recomendamos seguir las etapas que detallamos a continuación. Cada etapa está basada en talleres con la población, esto permitirá que el desarrollo de la tecnología se convierta en un elemento para fortalecer la resiliencia en la comunidad.

### **Etapas 1. Diagnóstico participativo del riesgo y de las capacidades de la comunidad.**

Mediante talleres con la población y trabajo de campo, complementado con información secundaria, se realiza la identificación del peligro y la vulnerabilidad de una determinada comunidad. Del mismo modo, durante los talleres, se evalúa las capacidades y recursos de la población.<sup>1</sup> Toda esta información se utiliza para elaborar los mapas comunitarios de riesgos y de capacidades, y rutas de evacuación.

### **Etapas 2. Identificación de necesidades críticas en la población.**

Se trabajan talleres donde se elabora un escenario de riesgo que permita identificar las necesidades críticas de la población. Estas necesidades que se manifiestan de manera cotidiana, en una situación de emergencia se podrían convertir en carencias graves. Por ejemplo, el transporte hacia sus centros de trabajo, el abastecimiento continuo de agua potable, la seguridad de los menores, el desabastecimiento de alimentos, entre otras, pueden ser algunas de estas necesidades urgentes que podrían agravarse ante la ocurrencia de un evento adverso.

### **Etapas 3. Diseño participativo de las obras.**

Teniendo el escenario de riesgo y las necesidades críticas identificadas, la población y el equipo técnico diseñan proyectos específicos para aten-

<sup>1</sup> Para mayores detalles sobre el diagnóstico participativo de vulnerabilidad y capacidades, se puede consultar la ficha técnica "Análisis participativo de vulnerabilidad y capacidad: El enfoque de **Soluciones Prácticas**".

der las necesidades más urgentes. Estos diseños deben tomar en cuenta algunos criterios, como:

- Disminuir la vulnerabilidad de la población.
- Seguir funcionando en una situación de emergencia.
- Contar con el aporte de la población: en mano de obra u otros que permitan ampliar su alcance o dimensión.
- Ser sostenibles y replicables por otras comunidades, organizaciones o municipios en zonas con similares condiciones.

#### **Etapas 4. Priorización de las obras con la población.**

Los proyectos que cumplen con los criterios planteados en la etapa anterior deben pasar por una etapa de selección donde los beneficiarios priorizarán cuál de estos proyectos u obras puede o debe ser atendido primero. Para tomar esta decisión se consideran los recursos financieros y no financieros disponibles, las capacidades organizativas y de aptitudes personales; y la apropiación del proyecto por parte de la comunidad. Esta elección se realiza también haciendo una evaluación de costo/beneficio. Finalmente, el proyecto elegido como prioritario pasará a la fase de formulación por parte del equipo técnico.

### **Nota**

Desde el diseño (etapa 3) y la priorización (etapa 4) la obra tiene estrecha relación con el aporte que la comunidad beneficiaria se compromete a dar. Este aporte debe ser explícito y estar apoyado en la organización comunitaria, de modo que sea aceptado y cumplido por sus miembros. La experiencia indica que mientras mayor sea el grado de involucramiento de la población, mayores serán los beneficios aportados por la obra y el impacto de esta para el fortalecimiento de la resiliencia.

## **3. TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA MEJORAR LAS VÍAS DE ACCESO PARA EVACUACIÓN**

Ante la ocurrencia de una emergencia o desastre es importante conocer y habilitar rutas de evacuación. Estas deben ser accesibles y seguras y, en la medida de lo posible, permitir el paso de vehículos, como ambulancias, para la atención de los heridos. Cuando una comunidad vulnerable carece de estas vías se debe identificar, en conjunto con la población, alternativas de bajo costo que aseguren a la población poder ponerse a salvo en caso de emergencia. Son comunes las escaleras, caminos, puentes, entre otras.

En esta ocasión presentamos dos experiencias relacionadas con rutas de evacuación, las cuales han sido desarrolladas con tecnologías simples, materiales locales y la participación de la población en el proceso constructivo.

### **1. Vía carrozable de evacuación en la comunidad de Santa Inés, distrito de Chaclacayo, provincia de Lima**

El asentamiento humano Santa Inés se encuentra ubicado en el distrito de Chaclacayo, provincia y departamento de Lima. Se halla a una altitud promedio de 500 msnm. La población está asentada sobre la faja marginal inundable y margen izquierda del río Rímac.

El acceso desde Lima es por la Carretera Central hasta el km 26, donde se ingresa por un camino de trocha con pendiente considerable, acondicionado para el ingreso de vehículos pequeños como autos y motocicletas. A la izquierda se tiene también un acceso peatonal por una escalera de cemento que se encuentra en condiciones regulares.

La comunidad de Santa Inés cuenta con 54 lotes, además de 14 lotes de la comunidad El Paraíso,

sometida también a los mismos peligros; por consiguiente beneficiarios de la vía de acceso.

La zona vulnerable, colindante con el río Rímac en la faja marginal, tiene una extensión aproximada de 437 metros lineales. En consecuencia, uno de los problemas más álgidos lo constituye la carencia de vías para una salida rápida y oportuna de los pobladores a zonas seguras en caso de emergencias. Las vías existentes presentan condiciones inadecuadas para la evacuación de la población.

El único acceso vehicular fue construido hace varios años por los pobladores y sus dimensiones permitían su uso solo para el paso de vehículos motorizados muy pequeños y el paso peatonal, y no para poder realizar una evacuación eficiente durante una situación de emergencia (inundación, incendio, terremoto) o para permitir el ingreso de un vehículo de rescate o ambulancia hasta la zona.

Es por estas razones que el mejoramiento y ampliación de la zona de acceso vehicular hacia ambas comunidades fue elegida en los talleres de consulta con la población como la principal y más urgente. A continuación presentamos la solución implementada.

## Ampliación del acceso vehicular hacia la comunidad

La obra considera la ampliación del acceso vehicular mediante la construcción de un muro de contención tipo pirca (acomodo de piedras de forma vertical). Para asegurar la estabilidad del muro entre las hileras de piedra se colocaron juntas de cemento con arena gruesa, en una proporción de 1:5. La piedra utilizada fue de consistencia dura (de río) y seleccionada para conseguir un acabado uniforme. El muro tiene una longitud total de 32,5 m y una altura que va de 1,2 m a 5,8 m; el ancho promedio de ampliación es de 2 m. Como medida de protección, el muro de contención sobresale 0,4 m del nivel de la acera, al que se le incluyó una baranda de metal para seguridad de 1 de alto y 12,50 m de longitud.

La parte innovadora de esta obra la constituye el uso de piedra y su disposición en hileras de forma vertical (tipo pirca) sobre una base sólida de piedra con cemento. Se trata de una estructura compuesta por piedras de textura dura y forma homogénea, colocadas de tal forma que conforman un muro de sostenimiento del suelo que puede tener varias funciones. Por ejemplo, como terraplén para la ubicaLa parte innovado-

**Foto N° 2:** Vistas de la construcción del muro



**Foto N° 3:** Vistas de muro concluido



ra de esta obra la constituye el uso de piedra y su disposición en hileras de forma vertical (tipo pirca) sobre una base sólida de piedra con cemento. Se trata de una estructura compuesta por piedras de textura dura y forma homogénea, colocadas de tal forma que conforman un muro de sostenimiento del suelo que puede tener varias funciones. Por ejemplo, como terraplén para la ubicación de viviendas, aprovechamiento del suelo para la agricultura, para caminos, entre otras. En este caso particular, esta tecnología es utilizada para ampliar la calzada de ingreso y mejorar el acceso hacia la comunidad. La tecnología reemplaza a los comunes muros de concreto ciclópeo, estructuras metálicas, entre otras tecnologías, las cuales no son accesibles a la comunidad por ser costosas.

### Costos

El muro construido con el sistema de pirca, con las dimensiones señaladas anteriormente, tuvo un costo estimado de S/ 24 900.<sup>2</sup> (La población contribuyó con S/ 7750 través de aportes en mano de obra y materiales de la zona).

El mismo muro utilizando el sistema convencional (de concreto ciclópeo) puede llegar a costar entre S/ 40 000 y S/ 50 000.

Este breve análisis de costos nos demuestra que el uso de esta tecnología es más económico que las tecnologías convencionales, además permite promover la participación organizada de la población y la apropiación de la tecnología (y futura sostenibilidad).

## 2. Construcción de puentes peatonales artesanales en el asentamiento humano Polvorines, distrito 26 de Octubre, región Piura

Según la oficina del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) de Piura, en esta región viven cerca de 10 mil familias en zonas vulnerables como riberas del río y cerca de las quebradas.

Polvorines se encuentra ubicado al suroeste de la ciudad de Piura, en el distrito 26 de Octubre, provincia y departamento de Piura. Se halla a una altitud promedio de 27 msnm. La población está asentada sobre la margen derecha del canal de drenaje de las aguas de lluvia, el cual conduce el agua hacia la laguna denominada Los Patos que es derivada por medio de un dren a la laguna

<sup>2</sup> Noviembre 2015.

**Foto N° 5:** Vista del dren cercano al Asentamiento Humano Polvorines



Santa Julia y desde allí hacia el dren Sechura, que a su vez desemboca en el Océano Pacífico.

En el asentamiento humano Polvorines habitan 3500 familias cuyas viviendas están construidas en su mayoría con material rústico (madera o caña de Guayaquil sin enlucir, con techo de esteras), además están asentadas en un terreno inundable y se encuentran aisladas de las zonas seguras, ubicadas en lugares cercanos, definidas por las autoridades de Defensa Civil. El aislamiento se da por la presencia de los drenes Turquía - Japón que cruzan gran parte del poblado, dichos drenes evacúan las aguas de la laguna Los Patos. En caso de inundaciones y crecida de las aguas en el canal de drenaje, estas familias quedan aisladas y con rutas de evacuación limitadas hacia zonas seguras.

Ante esta situación y en coordinación con la población se diseñó y construyó, de forma participativa, tres puentes peatonales artesanales para permitir la evacuación de las familias en caso de inundaciones

### **Construcción de puentes peatonales artesanales**

Para la construcción de los puentes se utilizó caña de Guayaquil, material de buena resistencia para sistemas constructivos en la zona. La caña de Guayaquil, llamada también bambú, es muy utilizada en la zona norte del Perú, principalmente en Piura y Tumbes, y en el Ecuador. Es un material cuyas propiedades estructurales de sus tallos o pulpa tienen una resistencia similar o superior al de algunas maderas y ha sido comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología, a pesar de su poco peso.

De igual manera, la capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión hace que la caña de Guayaquil sea un material ideal para construcciones sismorresistentes. Por sus características de material local y renovable, este material ofrece, además, la posibilidad de disminuir la huella ecológica de las edificaciones, lo que resulta importante para uno de los sectores industriales más contaminantes del planeta.

## ¿Por qué construir con caña de Guayaquil?

- Es un material excelente y versátil para la construcción.
- Es liviana y resistente.
- Es atractiva y natural.
- Es económica y abundante en el Perú.
- Es un material renovable, de rápida regeneración y ecoamigable.
- Su uso requiere de herramientas manuales, económicas y de fácil uso.

El proceso utilizado para la construcción de los puentes fue el siguiente:

### Pilares

Los pilares para cada puente son 8 (4 a cada lado), compuesto por cañas de Guayaquil en estado seco de 4" de diámetro. Dichos pilares se encuentran embebidos en concreto (hormigón con cemento). Para el encofrado (moldeo) se utilizó cilindros de 80 cm de diámetro y 80 cm de altura, los cuales fueron cimentados dentro del lecho del canal existente.

### Vigas

Las vigas están apoyadas sobre los pilares previamente construidos. Son también de caña de Guayaquil de 4" de diámetro. Las vigas y los pilares se unen mediante cortes hechos dentro de la caña, luego se emperna, encola y ata con soguilla.

### Plataforma

El piso o plataforma del puente está construida con caña de Guayaquil de 4" chancada, la cual se encuentra apoyada sobre las vigas y amarrada con alambre de amarre N° 16 y clavos de 3". Sobre

el tejido de caña se ha colocado un revestimiento de concreto (hormigón con cemento) con un espesor de 2". Este revestimiento tiene como finalidad darle un mejor acabado y mayor durabilidad.

### Barandas

Los pasamanos también son de caña de Guayaquil. Se utilizaron cañas en estado seco de 2" de diámetro. Para la unión se hicieron destajos que luego se empernaron, encolaron y amarraron con soguilla.

### Techo

La estructura del techo está compuesta por cañas de Guayaquil en estado seco de 4" y 3" de diámetro. Para el techo propiamente dicho se empleó planchas de caña chancadas y tejidas. El techo es a dos aguas y tiene la suficiente pendiente como para evacuar el agua en caso ocurran lluvias.

Para toda la construcción las cañas fueron pintadas con pintura anticorrosiva con la finalidad de protegerlas del sol y los hongos que puedan presentarse.

### Nota

Las características de la caña de Guayaquil proveen a la obra resistencia e impermeabilidad, que si se le complementa con los cuidados adecuados, como aplicación de laca o barniz, reemplazo de piezas gastadas, impermeabilización de las bases y revisión periódica, el puente puede durar hasta cinco años. De no realizarse estos cuidados, el puente dejaría de ser seguro tras la temporada de lluvias.

<sup>3</sup> Junio 2016.

**Foto N° 6:** Vistas de los puentes terminados y listos para su uso



**Foto N°7:** Vista del dren cercano al Asentamiento Humano Polvorines



## Costos

Los puentes tienen una longitud que varía entre 14 y 16 m y un ancho promedio de 1,5 m. Por lo tanto, el costo estimado de cada puente construido con caña de Guayaquil es de S/ 4.550,<sup>3</sup> de los cuales alrededor de S/. 500 corresponden al aporte de los beneficiarios en mano de obra no calificada.

Al igual que en el caso del muro de pirca, la tecnología y material utilizados para los puentes son los apropiados, por ser más económicos que los convencionales y fáciles de construir. Mejor aún, esta tecnología promueve la participación organizada de las familias y su apropiación.

## 4. CONCLUSIONES

Para que una tecnología de reducción del riesgo participativo pueda ser considerada como apropiada, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Ser priorizada, diseñada y ejecutada con la población; para asegurar la apropiación de la tecnología y, por ende, su sostenibilidad y replicabilidad.
- Adaptarse al contexto de la zona, en particular: a las necesidades de la población (como puente peatonal y/o vehicular), a los materiales presentes y adaptados a la zona (piedras, caña, entre otros) y a la configuración física del lugar (topografía, tipo del suelo, clima, entre otros).
- La tecnología permite reducir el riesgo solo si se inserta dentro de un enfoque más amplio de resiliencia, que implica que la población conozca sus riesgos, sus vulnerabilidades y capacidades; que la comunidad cuente con zonas seguras habilitadas; que las familias sepan donde se ubican sus zonas de riesgos y sus zonas seguras; que cuente con Voluntarios en Emergencia y Rehabilitación (VER) y/o plataformas de gestión de riesgo de desastres comunitarias, entre otras medidas.

## El Programa Global de Resiliencia frente Inundaciones del Grupo Zurich

El aumento de severas inundaciones a nivel mundial ha generado mayor atención en torno a cómo abordar de manera práctica la gestión del riesgo de inundaciones. Frente a esto, Zurich Insurance Group lanzó en el año 2013 un programa global de resiliencia ante inundaciones, cuyo objetivo es desarrollar sólidos conocimientos y diseñar estrategias que permitan fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a inundaciones en los países desarrollados y en desarrollo.

Para lograr estos objetivos, el Grupo Zurich ha formado una alianza de varios años con la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y la Media Luna Roja, el International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) de Austria, el Risk Management and Decision Processes Center de la escuela de negocios Wharton de los Estados Unidos y la organización no gubernamental de cooperación internacional Practical Action. La alianza se basa en las fortalezas complementarias de estas instituciones y propone un enfoque interdisciplinario en materia de investigación sobre inundaciones, programas comunitarios y conocimiento sobre el riesgo con el fin de desarrollar un enfoque integral que contribuya a promover la resiliencia comunitaria frente a inundaciones. Asimismo, busca mejorar el diálogo público en torno a la resiliencia frente a inundaciones, así como medir el éxito de nuestros esfuerzos y demostrar los beneficios de la reducción de riesgos previo a los desastres en comparación con la atención posdesastre.

Visita nuestra web: [www.infoinundaciones.com](http://www.infoinundaciones.com)

### Soluciones Prácticas

Calle Tomás Edison 257 San Isidro, Lima, Perú  
E-mail: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe)  
[www.solucionespracticas.org](http://www.solucionespracticas.org)