


UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

Profesor Patrocinante: Ricardo Riveros Velásquez.

Profesores Comisión: Carmen González Labbé.
Franco Benedetti Leonelli.



**“PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN Y
MONITOREO PARA DESLIZAMIENTO DE TALUDES
EN ZONAS URBANAS”**

PROYECTO DE TÍTULO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

NADIA JOCELYN PEÑA ROMERO

CONCEPCIÓN, ABRIL DEL 2013.-

*“Porque en todas las cosas fuisteis enriquecidos en Él,
en toda palabra y en toda ciencia”.*

1° Corintios 1:5

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por entregarme las herramientas necesarias para lograr un desarrollo profesional, a través de oportunidades y milagros constantes en mi vida.

Agradezco a mis padres, Fernando Peña y Nadia Romero, que mediante sus esfuerzos y sacrificios permitieron mi acceso a estudios superiores y a una diversidad de comodidades que antes se venían lejanas; por su formación y valores entregados, por su cariño, amor y comprensión incondicionales. A mis hermanos, Arturo y Fernando, que comprendieron estados de ánimo y facilitaron mis periodos de estudio y concentración; muchas veces alentándome a seguir adelante ante la adversidad. Familia, este logro es completamente dedicado a ustedes.

No puedo dejar de mencionar a mis abuelos, que aunque ya no nos acompañen, me regalaron la oportunidad de tener una numerosa familia; donde ahora ellos se han encargado de demostrarme su cariño. Tías, tíos, primas y primos, agradezco su preocupación por mí, sus desvelos anónimos y sus constantes oraciones a favor de mi vida.

Al mismo tiempo agradezco a las numerosas amistades que he formado a lo largo de este gran proceso, que me han demostrado que nunca hay que dejar de luchar, que aunque las cosas se vean cuesta arriba siempre podemos entregar un poco más; por sus atenciones, estudios, alegrías y consejos; porque a pesar de los años no nos hemos alejado, y puedo decir que tengo grandes amigas y amigos. Igualmente a David, que me ha comprendido estos últimos 3 años, los traspasos, cansancio y cambios de humor; por escucharme, contenerme y alentarme.

Finalmente agradezco a los docentes que a través de sus clases me permitieron forjar nuevas metas y reafirmar mi decisión de estudiar Ingeniería Civil en esta Universidad, en especial a los profesores Ricardo, Carmen y Franco por tener amplia disponibilidad, cercanía y confianza en todo momento y la cantidad de veces que fuera necesario durante esta investigación.

NOMENCLATURA

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CNPRA	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
COEN	Comité Nacional de Emergencia
DGA	Dirección General de Aguas
IGN	Instituto Geográfico Nacional
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
ONEMI	Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior
SAT	Sistema Alerta Temprana
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNET	Servicio Nacional de Estudios Territoriales
SUBTEL	Subsecretaría de Telecomunicaciones
UNESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico)

ÍNDICE GENERAL

NOMENCLATURA.....	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE DIAGRAMAS	5
LISTA DE TABLAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Objetivos de la Investigación.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos	10
1.2 Alcances precedentes	10
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES	12
2.1 Deslizamiento de Taludes.....	12
Causas de deslizamiento de taludes.....	13
2.2 Estabilidad de taludes	15
2.3 Amenazas por deslizamientos	17
Disminución de amenaza.....	20
2.4 Vulnerabilidad a los deslizamientos.....	21
Reducción de vulnerabilidad	24
2.5 Riesgos de deslizamientos	25
Disminución del riesgo.....	27
CAPÍTULO III: ELABORACIÓN DE PROPUESTA	29
3.1 Gestión y administración del riesgo	30
CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN	41

Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N°1: EVOLUCIÓN DE UN DESLIZAMIENTO NO TRATADO.....	13
FIGURA N°2: PRINCIPALES SIGNOS DE ALERTA PARA LA COMUNIDAD	16
FIGURA N°3: CUANTIFICACIÓN DE UN DESASTRE	18
FIGURA N°4: EJEMPLO VULNERABILIDAD EN LA COMUNIDAD LA PALMA, EL SALVADOR	20
FIGURA N°5: EVALUACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS POR MEDIO DE SIG.....	25
FIGURA N°6: POSESIÓN DE SUPERFICIES A CONSTRUIR	28
FIGURA N°7: DESLAVES EN LAS COSTAS DEL LITORAL, VENEZUELA	29
FIGURA N°8: ORGANIGRAMA DE TAREAS EN UNA JUNTA DE VECINOS.....	30
FIGURA N°9: INSUMOS Y PRODUCTOS DE COMPONENTE ADMINISTRATIVO DE RIESGO	32

LISTA DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA N°1: CLASIFICACIÓN AMENAZAS NATURALES.-	18
DIAGRAMA N°2: ORGANIZACIÓN EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD.-	24
DIAGRAMA N°3: CICLOS DE SEGUIMIENTO DE UN PROYECTO.-	31
DIAGRAMA N°4: SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTOS.-	33
DIAGRAMA N°5: ZONIFICACIÓN DE USOS DE SUELOS URBANOS.-	35
DIAGRAMA N°6: ORGANIZACIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO.-	37
DIAGRAMA N°7: FASE DE PLANEACIÓN.-	38
DIAGRAMA N°8: FASE DE DISEÑO.-	39
DIAGRAMA N°9: FASE DE CONSTRUCCIÓN.-	39
DIAGRAMA N°10: FASE DE MANTENIMIENTO.-	40

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: Métodos de elusión de amenazas por deslizamiento	18
Tabla N°2: Test de vulnerabilidad.....	20
Tabla N°3: Analogía a nivel intervención entre riesgo y desastre	25
Tabla N°4: Métodos de prevención de amenaza o riesgo.....	25
Tabla N°5: Consecuencias del aumento de desastres	28
Tabla N°6: Tareas de Gestión Local del Riesgo.....	28

PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTION Y MONITOREO PARA DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN ZONAS URBANAS.

Autor: Nadia Peña Romero.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo Electrónico: npena@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Ricardo Riveros Velásquez.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío

Correo Electrónico: rriveros@ubiobio.cl

RESUMEN

Chile es sometido constantemente a diversas pruebas de la naturaleza de origen geológico como hidrometeorológico, donde se encuentra el deslizamiento de tierra como uno de ellos, esto ha afectado en forma negativa el área produciendo graves deterioros tanto a habitantes, infraestructura, medio ambiente y economía. Un deslizamiento constituye peligros según donde se sitúe, donde el estado de riesgo que provoca sólo es considerado como amenaza para un proyecto, y como tal deben ser minimizado, sin embargo convendría que éstos se transformen en oportunidades de mejoras y así involucrar y comprometer a todas las entidades de Administración Pública en la búsqueda de acciones enfocadas a prevenir y administrar los riesgos naturales.

Por lo consiguiente el análisis de este Proyecto de Título insta a tomar la experiencia nacional como internacional e indicar la necesidad de incorporar la gestión del riesgo a nivel local y así generar una visión sistemática de la administración y evaluación de riesgos a los que la comunidad esta expuestos, consolidada en un contexto de inspección adecuado a la entidad y un direccionamiento estratégico que fije la orientación clara y planeada de la gestión para el correcto desarrollo de actividades de mitigación, prevención y control. Se logra así, proteger además los recursos del Estado, resguardándolos contra la materialización de los riesgos. En definitiva se propone que cada entidad interactúe con otras para fortalecer su desarrollo y mantener las buenas relaciones, y asegurar el cumplimiento de normas, leyes y regulaciones.

Palabras Claves: Riesgo, Deslizamiento, Prevención y Mitigación.

Palabras Totales: 7320 Pal.Texto + 10 Fig/Tab*250 + 6 Fig/Tab*500 = 12.820 Palabras Totales

PROPOSED MANAGEMENT AND MONITORING SYSTEM FOR SLOPE LANDSLIDES IN URBAN

Autor: Nadia Peña Romero.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío
Correo Electrónico: npena@alumnos.ubiobio.cl

Profesor Patrocinante: Ricardo Riveros Velásquez.

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío-Bío
Correo Electrónico: rriveros@ubiobio.cl

ABSTRACT

Chile is constantly subjected to various tests of the nature of geological and hydrometeorological where the landslide as one of them, this has negatively affected the area causing severe damage to both people, infrastructure, environment and economy. A landslide hazard is depending on where you place where risk status caused only considered as a threat to a project, and as such should be minimized, however desirable they are transformed into opportunities for improvement and so involve and engage all Public Administration entities in seeking actions aimed at preventing and managing natural hazards.

So therefore this analysis Project Title urged to take national and international experience and indicate the need to incorporate risk management at the local level and generate a systematic view of the administration and evaluation of risks to which the community is exposed consolidated inspection in a context appropriate to the entity and a strategic direction that sets clear guidance and management planned for the proper development of mitigation, prevention and control. It achieves, also protect state resources, cocooning against risks materialize. Ultimately it is proposed that each entity interacts with others to strengthen development and maintain good relations and ensure compliance with laws, rules and regulations.

Keywords: Risk, Landslide Prevention and Mitigation.

Words Total: 7320 Pal.Texto + 10 Fig / Tab * 250 + 6 Fig / Tab * 500 = 12,820 Total Words

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un constante desarrollo inmobiliario promovido por el incremento significativo de familias e industrias, donde por el mismo motivo están utilizando terrenos desconocidos de exploración con lo que se hace más visible zonas de urbanización próximas a taludes o laderas, explorando e interviniendo diferentes terrenos, a nivel regional como nacional.

Por lo anterior se presentan altas probabilidades de deslizamientos o movimientos de tierra perjudiciales inclusive para tal desarrollo, es por ello que se pretende formular un sistema de gestión y manejo de éstos, y así lograr la prevención de catástrofes, pérdidas e inseguridades para la ciudadanía, con una propuesta y seguimiento de acción frente a la emergencia.

A nivel mundial se han provocado aumentos de deslizamientos debido al incremento de la urbanización y desarrollo en áreas propensas a deslizamientos, deforestación continua e incremento de la precipitación a causa de los cambios en los patrones climáticos.

Simultáneamente es imprescindible entender los agentes que causan la inestabilidad en el proceso constructivo o de implementación de un talud, brindando un avance seguro del servicio que aporta a la comunidad colindante a éstos. Resulta transcendental dominar y anticipar los cambios que ocurren en el talud en el transcurso de su vida útil y las variantes de condiciones a las cuales es sometido, los factores que lo afectará o deteriorarán su superficie, nombrando por ejemplo: condiciones de carga, humedad, grado de erosionalidad, topografía, vegetación que lo recubre, drenaje, intensidad y frecuencia de precipitaciones, entre otros, a los cuales el talud va a estar expuesto.

La propuesta al sistema de gestión y monitoreo se respaldará en la experiencia tanto en términos de legislación, gestión, planes y prevención frente al riesgo e identificación de signos de alerta de éstos mismos en base a su implementación en algunos países del mundo. Y del mismo modo se estudiará el marco normativo existente a la fecha en Chile en este ámbito.

1.1 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

- ❖ Proponer un sistema de gestión y monitoreo de deslizamiento de taludes cercanos a zonas urbanas.

Objetivos Específicos

- ❖ Analizar la información existente y experiencia extranjera respecto al monitoreo de taludes y sus propuestas ante deslizamientos.
- ❖ Establecer los factores más relevantes de un sistema de monitoreo de taludes, enfocado a zonas urbanas.
- ❖ Ilustrar el funcionamiento del sistema a través de un diagrama.

1.2 Alcances precedentes

Actualmente tanto Centroamérica como Suramérica son las regiones a nivel mundial que están particularmente propensas a desastres por una diversidad de factores principalmente climáticos y al progreso del hombre. Por ende la sociedad humana y el medio ambiente son los que se han tornado cada vez más vulnerable a las amenazas naturales como terremotos, huracanes, sequías e inundaciones por nombrar algunas.

La experiencia propia e internacional revela la necesidad de concentrar la gestión del riesgo a nivel regional la componente “análisis y evaluación de riesgos naturales”, lo que consiste en desarrollar una comprensión de los fenómenos potencialmente peligrosos y los posibles siniestros que se pueden producir en su interacción con los sistemas de instalaciones y redes críticas considerados importante por la sociedad, generando información necesaria para adoptar decisiones sobre la implementación de acciones de mitigación, prevención y emergencia.

Es donde la planificación de las disposiciones territoriales y los manejos de los recursos naturales desempeñan un papel fundamental en la reducción de riesgos, especialmente si deseamos prevenir desastres entorno a los deslizamientos de taludes colindantes a zonas urbanas.

Por todo lo mencionado anteriormente es que para nuestro país se recomienda tomar participación y medidas políticas y públicas con el fin de disminuir la vulnerabilidad, controlar los usos de la tierra y así inspeccionar con herramientas gubernamentales las amenazas y a su vez actuar frente a la emergencia como es posible hoy en día en diversidad de países a nivel mundial. Además del enfoque en la creación de incentivos económicos que se pueden proponer a los entes involucrados al invertir en procesos de gestión ambiental.

Por consiguiente, se identifican unidades territoriales complejas que presentan crecimiento en peligros naturales y vulnerabilidad socioeconómica, sociocultural y tecnológica, asociados a una ocupación humana poco acorde con los rasgos del medio donde tiene lugar.

Conceptos fundamentales.

Para dar pauta a esta investigación se hará un alcance a conceptos relevantes a la estabilidad y constructibilidad de los taludes, varios ya conocidos en nuestro país. Además de conocer algunos términos involucrados durante la investigación que se adjuntan de modo breve en el *Anexo A* del presente proyecto de título.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Deslizamiento de Taludes.

En bibliografía se encuentran diversas definiciones de deslizamiento. Aplicado a nuestro estudio se considerará como tal a los desprendimientos de material a través de derrumbes o caídas que son activados por una diversidad de causas tales como sismos, erupciones volcánicas, suelos saturados, socavamiento de los ríos, entre otros.

A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas pueden generar peligros debido a la frecuencia con que se pueden generar, llegando a provocar una avalancha que destruya hasta poblados enteros. Es por tal motivo que es importante saber cómo se mueven las masas de tierra para clasificarlos y proponer medidas de prevención que permitan su control y estabilización.

Los tipos de deslizamientos son los que se nombran a continuación, enfatizando en su descripción y ejemplo visual en el *Anexo A* entregado adjuntamente:

- *Caída*
- *Volcamiento*
- *Deslizamientos rotacionales*
- *Deslizamientos traslacionales*
- *Extensiones laterales*
- *Flujos*
- *Reptación.*

Para el propósito de manejo de peligros, se consideran tres tipos generales de movimientos masivos de tierra: (1) derrumbes y avalanchas, (2) flujos y deslizamientos laterales (fenómeno de licuefacción), y (3) desprendimientos de rocas. Los derrumbes y las avalanchas (1) son movimientos muy rápidos a lo largo de pendientes sumamente empinadas bajo condiciones de mucha humedad; ocurren frecuentemente y cada evento puede causar daños moderados o mayores, pero dada su frecuencia el total de los daños es muy grande. La licuefacción (2) se refiere a movimientos rápidos y fluidos de materiales no consolidados en planicies o en pequeñas elevaciones; estos movimientos ocurren comúnmente y pueden causar grandes daños. Los desprendimientos de rocas (3) se caracterizan por rocas que caen libremente de acantilados y

pendientes empinadas. Cada uno de estos eventos puede causar pocos daños, pero dada su alta frecuencia en total causan muchos daños y fatalidades.

Los deslizamientos están frecuentemente provocados por movimientos sísmicos y por la alta intensidad de precipitaciones. Sin embargo, también pueden estar causados por erupciones volcánicas, crecimiento de aguas subterráneas, socavamiento de ríos entre otros.

Causas de deslizamiento de taludes.

Después de conocer los tipos de deslizamientos es importante decretar las causas por las que ocurren. Factores relevantes que activan los deslizamientos son:

- *Cambios en el relieve y cargas del talud:* Sobrecarga por medio de rellenos, edificios u otros, subsidencia o hundimiento por excavaciones subterráneas, túneles.
- *Modificación de las condiciones de humedad:* Alteración del agua superficial de canales, zanjas, represas, del agua subterránea por medio de pozos de bombeo, infiltraciones, etc.
- *Vibraciones:* Producto de maquinarias, uso de explosivos, tránsito en vías de comunicación.
- *Cambios en la cobertura vegetal:* Debido a prácticas de agricultura, tala de bosques, modificación del uso del suelo.
- *La deforestación:* Indicada como un elemento muy relevante en la desestabilización de las laderas urbanas pues la mayoría sostiene que la vegetación es clave para garantizar la estabilidad de los taludes.

Efecto del agua sobre los deslizamientos

La mayoría de los deslizamientos están relacionados con las lluvias. Como ya fue mencionado el agua es un factor determinante en la ocurrencia de deslizamientos de tierra, y por lo mismo la mayoría ocurren en las zonas tropicales relacionados directamente con eventos de precipitaciones.

Por lo cual es relevante contar con información precisa respecto al comportamiento hidrogeológico, pues es posible pronosticar la ocurrencia tanto de deslizamientos, flujos o

avalanchas y así activar programas de manejo de riesgos. Sin embargo la mayoría de éstos ocurren en condiciones geológicas complejas y la modelación hidrogeológica es difícil.

Esta ciencia, hidrogeología, no es una ciencia exacta y es dificultoso cuantificar los procesos con rigor a excepción de casos relativamente sencillos. Por lo cual es transcendental un conocimiento del estado actual de los taludes para entender y preparar los mecanismos de respuesta, facilitando el análisis general de casos específicos. Se debe partir del conocimiento lo más completo posible de la meteorología, hidrología, geología y geotecnia de la zona a analizar, sin este conjunto cualquier deficiencia podría marcar la divergencia.

Las lluvias en el sistema climático tropical son los eventos que dejan mayores daños, por ejemplo la mayoría de los deslizamientos catastróficos ocurridos en el Norte de Colombia, Venezuela, Centroamérica y México están relacionados con épocas de la “la Niña”, y en Perú y Ecuador generalmente con épocas de “el Niño”; por lo que los eventos lluviosos extremos son los que han provocado mayor preeminencia en la ocurrencia de deslizamientos de tierra.

Actores partícipes de las causas:

- Factores Naturales: Condiciones de suelo y roca, Topografía, Lluvia, Actividad sísmica, Actividad volcánica y meteorización hidrotermal.
- Actividad Humana: Deforestación, Excavaciones para la construcción de viviendas, edificios, escuelas, puentes y carreteras, Explosiones en la construcción, en explotaciones mineras o al construir carreteras, Sobrecargas como resultado del aumento de peso, Actividad minera.

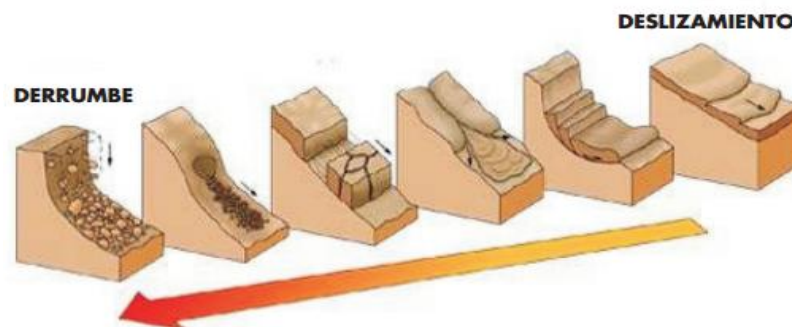


Figura N°1: Evolución de un deslizamiento no tratado.-

2.2 Estabilidad de taludes

En cuanto a la estabilización la ingeniería geotecnia se ha concentrado principalmente en el análisis y diseño de cimentaciones para edificaciones en áreas planas y es muy escasa la investigación sobre el comportamiento y diseño de cimentaciones cerca o sobre taludes.

La diferencia fundamental de un cimiento en terreno plano y uno sobre talud o ladera es la falta de confinamiento lateral del suelo de fundación; en el caso de un talud ésta falta de confinamiento puede generar los siguientes problemas:

- Aparición de esfuerzos de tensión en el suelo, posibilidad de agrietamiento tanto en la cimentación, construcción y estructura.
- La disminución de la capacidad de soporte del suelo de cimentación debido a la presencia del talud.
- La variación de los módulos de reacción del suelo a medida que la cimentación se acerca al talud, lo cual puede inducir asentamientos diferenciales.
- La falla de los taludes al cortante, lo cual se evalúa mediante sistemas de equilibrio límite.

De manera global se logra clasificar las medidas de estabilización de taludes como:

- I. *Modificación de la geometría:* Se redistribuye las fuerzas debidas al peso de los materiales, obteniéndose una configuración más estable mediante:
 - i. Retaluzado: disminución del ángulo del talud.
 - ii. Escalonar el talud: construir bancos y bermas.
 - iii. Descabezamiento: excavación en la cabecera del talud.
 - iv. Tacones o escolleras: incrementar peso en pie de talud.
 - v. Muro de gaviones

- II. *Medidas de drenaje:* Tienen la finalidad de eliminar o disminuir el agua presente en el talud y por tanto, las presiones intersticiales que actúan como factor desestabilizador en las superficies de rotura y grietas de tracción. Mediante:
 - i. Superficiales: evitan que las aguas de escorrentía se infiltren en el talud, además de los efectos erosivos.

- Zanjas de drenaje
- Canalizaciones
- ii. Profundas: tienen como finalidad deprimir el nivel freático y evacuar el agua del interior del talud.
 - Drenes horizontales o californianos
 - Pozos o drenes verticales
 - Galerías de drenaje
 - Pantallas drenantes

- III. *Elementos estructurales resistentes*: Elementos que mejoran la resistencia del terreno en la superficie de rotura. Elementos que aumentan las fuerzas tangenciales de rozamiento en las superficies de rotura.
 - i. Pilotes y micropilotes
 - ii. Anclajes y bulnones

- IV. *Muros y elementos de contención*: Mejoran la resistencia al vuelco y al deslizamiento de la estructura.
 - i. Muros anclados
 - ii. Muros de tierra armada
 - iii. Muros de gaviones

- V. *Medidas de protección superficial*: Medidas principalmente para evitar la erosión.

La protección para el caso de suelos finos se logra estabilizando el talud con vegetal, productos de petróleo o morteros de cemento, por ejemplo. Además deben sellarse posibles grietas y evitar la concentración de aguas sobre el talud mediante la construcción de contrafosos. La colocación de muro bajo, en el pie de talud evita que el agua de las cunetas lo erosionen y active el flujo.

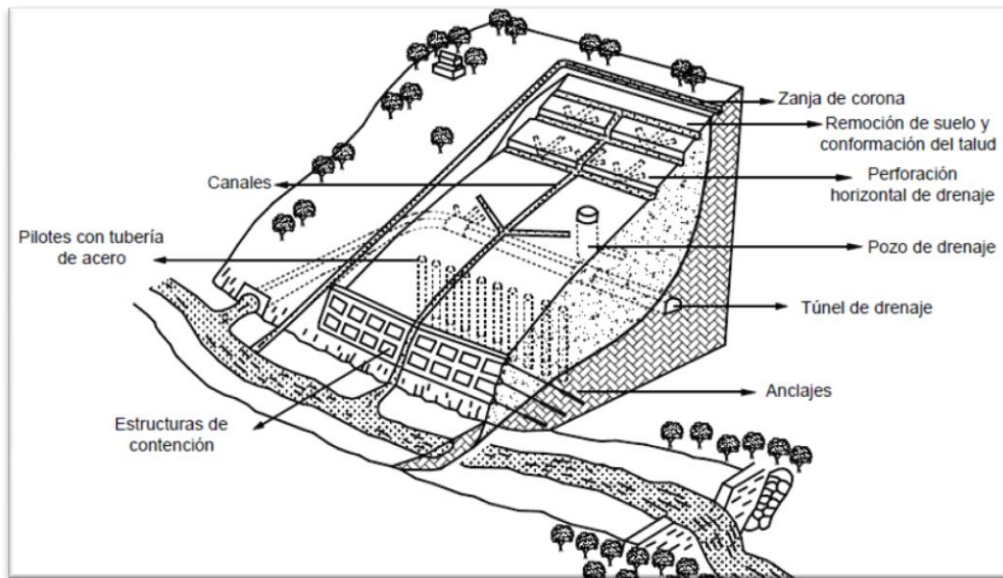


Figura N°1: Algunas técnicas de remediación de amenaza o riesgo de deslizamientos.

Fuente: Métodos de Manejo y Estabilización, Jaime Suarez.

Según la recolección de esta investigación es fundamental el estado en que se encuentre la comunidad colindante a taludes y los peligros que éstos pueden provocar. Para ello a nivel mundial se clasifican en conceptos altamente y directamente proporcionales a los efectos dañinos de un deslizamiento, y son los que se explican a continuación.

2.3 Amenazas por deslizamientos

De carácter cultural se sabe amenaza como un evento que logra causar daño a personas o propiedades, donde los hechos permiten medir los daños causados. En lo pertinente a taludes, éstos son relacionados a amenazas naturales, o sea, clasifican como eventos incumbidos con el medio ambiente que conciernen peligros al hombre y son causados por fuerzas extrañas a él como lo son todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos o biológicos que afectan adversamente al ser humano, sus estructuras y actividades cotidianas.

A continuación una clasificación de amenazas o peligros naturales:

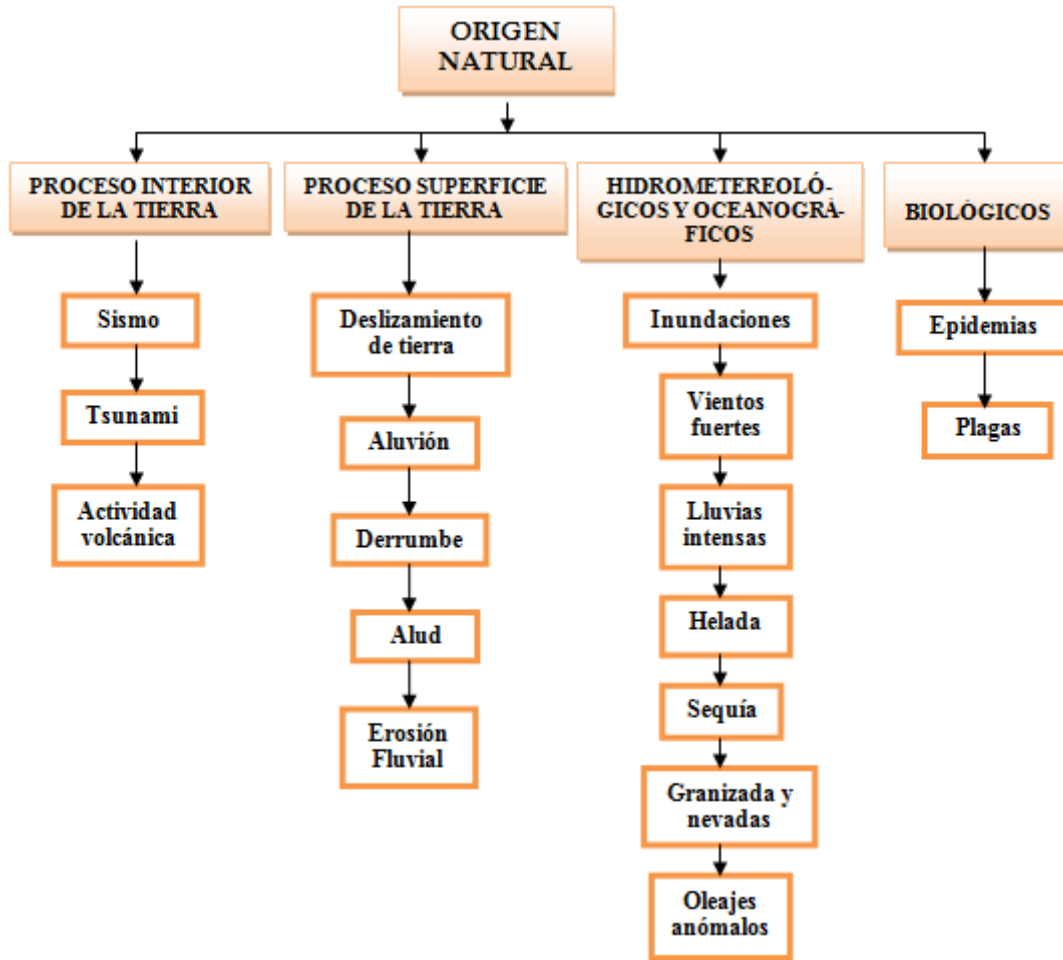


DIAGRAMA N°1: CLASIFICACIÓN AMENAZAS NATURALES.-

De mayor relevancia es si alguno de estos fenómenos naturales ocurre en sectores o regiones altamente pobladas, por lo cual dicho evento podría causar fatalidades o serios daños; éstas suceden cuando las fuerzas de estos fenómenos interactúan con la vulnerabilidad humana y/o ambiental, y es donde la relación entre amenaza y vulnerabilidad genera una condición de riesgo demarcada por la acción insuficiente o incorrecta ante el anómalo que incrementa el desastre; conceptos y relaciones que serán detallado más adelante.

A pesar de que el ser humano consigue hacer muy poco para alterar la intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales, logra desempeñar un papel importante al asegurarse de que los eventos naturales no se conviertan en desastres causados por sus propias acciones. Sin dejar de mencionar que la intervención humana también logra originar amenazas naturales donde antes no

existía, por ejemplo cuando se remueven tierras en la base de un derrumbe para dar lugar a un asentamiento, moviéndose el terreno e inclusive sepultar al factor humano que intervino.

Y es en esta misma dirección donde se pretende conociendo las realidades de urbanización y ambiente prever o anticipar la respuesta ante un exclusivo desastre natural y “controlarlo” mediante monitoreo, gestión y manejo principalmente en los lugares donde hay actividades humanas comprometidas logrando así que el grado de amenaza y riesgo sea tolerable.

A nivel mundial debido al incremento de las amenazas naturales, se ha orientado a los habitantes y comunidad en general mediante folletos o charlas estar alerta a los signos o elementos situados en su vivir diario y que puedan intervenir con su propio bienestar y desarrollo. Por lo cual se hace ineludible la comunicación entre las entidades públicas y competentes para que ellos logren desarrollar un manejo de estados de alerta, orientado a la prevención de amenazas por deslizamiento por ejemplo activado producto de precipitaciones; y así tomar medidas de respuesta o acción inmediata con el objetivo principal de salvar vidas y minimizar daños.

Lo ideal es que de forma sistemática coexista documentación sobre amenazas naturales en la organización y en la preparación de proyectos de inversión, ya que tiene sentido económico incorporar en dichos planes las medidas de mitigación apropiadas, que obviamente consume capitales financieros y técnicos. Por tal motivo, debe incluirse en la preparación de proyectos de inversión un método para estimar los costos y los beneficios generados al intervenir en medidas de mitigación, al fin de poder comparar el valor de las posibles pérdidas dado un evento natural con los costos de su mitigación.

Prácticos consejos a implementar en la comunidad son:





Figura 2: Principales signos de alerta para la comunidad.

Fuente: Guía para la gestión local de riesgo por deslizamiento, Alemania.

Disminución de amenaza

Eludir la amenaza consiste en evitar que los elementos en riesgo sean expuestos a la amenaza de deslizamiento. Las mejores estrategias para mitigar los deslizamientos son derechamente **evitar** la construcción en áreas peligrosas y ciertos usos del suelo que puedan incitar movimientos masivos. Es para citar estas estrategias en la planificación del desarrollo que es necesaria información sobre la posibilidad de ocurrencia de un deslizamiento. Podemos delimitar esta tarea sólo para aquellas áreas donde en el uso de la tierra presente o futuro sea intenso, ya que la mitigación no es necesaria en áreas de usos no intensivos, tales como en tierras destinadas a pastoreo o forestación.

El monitoreo y la comunicación son elementos muy importantes en el manejo de estados de alerta y la óptima elusión de una amenaza. Se recomienda establecer un **Sistema de Alerta Temprana** (SAT) impulsado por Naciones Unidas en diversidad de países, orientado a la prevención de amenazas por deslizamiento en las cuales el mecanismo de activación sea la lluvia. El SAT debe estar integrado por personas y organizaciones equipadas con instrumentos que permiten manejar la amenaza y tomar medidas de respuesta inmediata ante la amenaza de un desastre. El objetivo principal del SAT es salvar vida y reducir el daño.

En Chile somos inexpertos y dista de tener un sistema de alerta temprana como el que opera en Japón, pero siguiendo con las disposiciones de la Ley de Reconstrucción de las Telecomunicaciones, promulgada tras el 27/F, la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), los operadores de redes móviles y la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) están poniendo en marcha un Sistema de Alerta GeoReferenciado, con distribución de mensajes mediante las redes móviles que operan en todo Chile. Consiste en cuatro tipos de conexión a la red de telefonía celular, internet, TV y radio, da la alerta y las instrucciones a la población cuando hay una emergencia. El gobierno presentó el 2011, éste aún no se ha implementado; con la salvedad de ser un sistema que anuncia una alerta y las instrucciones a la población cuando hay una emergencia únicamente sísmica o marítima.

Mientras continuamos evolucionando, esta investigación recomienda que lo principal para evitar o prevenir es el monitoreo, a continuación algunos métodos a saber:

Tabla N°1: Métodos de elusión de amenazas por deslizamiento

Método	Aplicaciones	Limitaciones
Variantes o relocalización del proyecto	Se recomienda cuando existe el riesgo de activar grandes deslizamientos difíciles de estabilizar o existen deslizamientos antiguos de gran magnitud. Puede ser el mejor de los métodos si es económico hacerlo.	Puede resultar costoso y el nuevo sitio o alineamiento puede estar amenazado por deslizamientos.
Remoción total de deslizamientos	Es atractivo cuando se trata de volúmenes pequeños de excavación.	La remoción de los deslizamientos puede producir nuevos movimientos.
Remoción parcial de materiales inestables	Se acostumbra el remover los suelos subsuperficiales inestables cuando sus espesores no son muy grandes.	Cuando el nivel freático se encuentra subsuperficial se dificulta el proceso de excavación.
Modificación del nivel del proyecto o subrasante de una vía	La disminución de la altura de los cortes en un alineamiento de gran longitud puede resolver la viabilidad técnica de un proyecto.	Generalmente, al disminuir la altura de los cortes se desmejoran las características del proyecto.
Puentes o viaductos sobre los movimientos	Muy útil en terrenos de pendientes muy altas.	Se requiere cimentar los puentes sobre suelo estable y las pilas deben ser capaces de resistir las fuerzas laterales del material inestable.

Fuente: Elaboración propia.-

2.4 Vulnerabilidad a los deslizamientos

El concepto de vulnerabilidad se ha asimilado con potencia desde hace unos años el campo de los estudios sobre el desarrollo. Por lo que se ha llegado a convertir en un instrumento de estudio de la realidad social, de investigación de sus causas, de análisis no sólo referente a lo económico,

como la pobreza, sino también a los vínculos sociales, el peso político, el entorno físico y medioambiental, entre otros factores. Por lo que la contribución del concepto nos ayuda a comprender las crisis humanitarias no como fenómenos puntuales, espontáneos e inevitables, sino como el resultado de causas estructurales y procesos de largo y mediano plazo, muchos de ellos modificables por la acción humana.

Relacionado exclusivamente a esta investigación se es vulnerable a los desastres cuando el daño provocado por deslizamientos puede engendrar en la localidad una alteración significativa; a esto se suma la insuficiencia o falta de capacidad para protegerse antes los efectos de un desastre de esta magnitud.

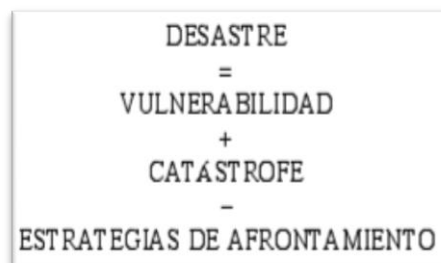


Figura N°3: Cuantificación de un desastre.

Independiente del nivel de vulnerabilidad preexistente en la comunidad afectada, se debe considerar los desastres como fruto de la combinación de tres factores: profundidad y amplitud, por supuesto, de la intensidad y la duración de la catástrofe. De hecho, un grupo muy vulnerable puede verse afectado por una catástrofe de escaso relieve, mientras que otro grupo poco vulnerable puede salir indemne de una catástrofe más seria.

Es producto de lo anteriormente expuesto que los elementos urbanos son tremendamente vulnerables por varios aspectos:

- ✓ Es muy habitual la ocupación de áreas de alta susceptibilidad. Desarrollado por los intereses económicos de los constructores que priman sobre los intereses de la comunidad.
- ✓ En el diseño no son considerado parámetros que expresen la susceptibilidad a los deslizamientos.
- ✓ En las grandes ciudades el porcentaje de ocupación del terreno es muy alto.
- ✓ Se observa mediante estudios que actualmente se construye con frecuencia sobre los cauces de agua, por donde pasan los flujos y aludes.
- ✓ Colindantes a estas nuevas zonas de exploración, en gran número, se focaliza en la construcción de vivienda básica, ésta es de baja calidad y muy vulnerable.

- ✓ En la sociedad actual no existe la cultura del riesgo dentro de las comunidades.

Por ello a continuación se presenta un breve test dónde es posible prestar atención a la realidad en la que nos encontramos:

Tabla N°2: Test de Vulnerabilidad para la ciudadanía

Test de Vulnerabilidad	SI	NO
¿Sabe usted cuáles son las amenazas existentes alrededor de su vivienda y dentro de ella?		
¿Tiene en su hogar elementos para atender emergencias, tales como botiquín, extintor u otras?		
¿Tiene un plan para proteger al adulto mayor, bebé o a un familiar enfermo en caso de emergencia?		
¿Ha acordado con su familia un punto de reunión o de refugio en caso de presentarse una emergencia?		
¿Su familia conoce las acciones que se deben tener en cuenta para evacuar su vivienda en caso de emergencia?		
¿Sabe cuáles son los teléfonos y/o estaciones de radio de emergencias de: Centro de Salud, Cruz Roja, Bomberos, Carabineros?		

Si ha respondido “NO” a tres o más preguntas su familia es MUY VULNERABLE. Es apropiado capacitarse y a elaborar un Plan Familiar para reducir riesgos y vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es una dimensión relativa, esto significa que uno puede ser muy vulnerable a un tipo de catástrofe potencial, pero poco a otra, ya que cada una de ellas golpea de forma diferente y pone a prueba aspectos diferentes.



Figura N°4: Ejemplo de vulnerabilidad en la comunidad La Palma, Chalatenango (El Salvador)

Reducción de vulnerabilidad

Aunque el mundo en general ha sido testigo de una disminución en la cifra de muertes anuales originadas por los desastres durante la última década, cada vez un mayor número de personas se ve afectada y los costos económicos se han elevado más que nunca. Por lo que los desastres son un problema que podemos y debemos reducir.

Por tal razón se recomienda continuar gestionando acción y mitigación frente los mismos, pues todos aquellos que se esfuerzan por iniciativas para la acción de desastres, logran construir comunidades y naciones resilientes en nuestro planeta que sufre de amenazas.

Se sabe que según la naturaleza de los eventos se recomienda que la velocidad de reacción sea la adecuada pues es una variable que condiciona el período de alerta; a ser rápida o lenta. Algunas por un lado casi no dan preaviso como los terremotos, derrumbes y crecidas repentinas, sin embargo otros donde la posibilidad de ocurrencia se conoce con varias horas o días de anticipación como los tsunamis, huracanes e inundaciones, es posible intervenir.

Para lograr óptima reducción de la vulnerabilidad necesitamos de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir, un modo jerárquico podría ser el siguiente:



DIAGRAMA N°2: ORGANIZACIÓN EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD.-

Fuente: UNESCAP 2009, Elaboración propia.-

Otro método es evaluar los eventos controlables vs los inmutables, la intensidad de ocurrencia puede ser alterada si se toman medidas apropiadas. Se sabe que en lugares donde anualmente ocurren inundaciones, se evalúa por ejemplo la frecuencia vs severidad, éstas forman parte del paisaje por lo que se diseñan y sitúan proyectos teniendo en cuenta este factor; sin embargo es difícil estipular el interés en la toma de medidas de reducción de vulnerabilidad a pesar de que los daños puedan ser catastróficos. Los de baja o escasa frecuencia son más difíciles de mitigar y las medidas requeridas para reducir la vulnerabilidad pueden no ser justificables económicamente.

Otras medidas de mitigación para resistir o evitar el impacto son las construcciones resistentes a terremotos o inundaciones, como lo son la zonificación, de seguro bajas e incentivos fiscales, donde se canalizan las actividades de desarrollo hacia áreas de bajo riesgo y ayudan que se evite el impacto.

2.5 Riesgos de deslizamientos

Se sabe que dentro de la vida diaria se está expuesto al riesgo de desastre y a su vez se reflexiona especialmente frente a esta situación cuando la dimensión de daños y pérdidas que puede ocasionar un fenómeno natural es resultado de la combinación entre determinadas amenazas y condiciones de vulnerabilidad; pues corresponde a la probabilidad de pérdidas humanas, daño a las personas y desgastes económicos.

Sólo con estudios específicos de los expertos, como geólogos, pueden determinar la potencialidad de riesgo por deslizamiento en una zona determinada y establecer cuáles medidas deben tomarse para evitar o reducir que el fenómeno ocurra. Sin embargo sabemos que en las temporadas invernales el peligro aumenta.

Por tal razón es preciso estar consciente del riesgo actual tanto para el mundo de hoy como para el futuro; y así crear una estrategia comunitaria y social que pueden anticipar y reducir las pérdidas de bienes sociales, materiales y lo más trascendental humanas. Se recomienda para esto generar y tramitar medidas de información clara y confiable a las autoridades logrando así que exista una percepción en la sensibilidad de cada persona o comunidad. Pues tener conocimiento de las amenazas y la vulnerabilidad, así como el disponer de información precisa y oportuna puede influir en esta percepción.

Según lo investigado y estudios anteriores, el riesgo de desastre es producto de amenaza por vulnerabilidad dividido por los componentes de la gestión local del riesgo:

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}}{\text{Capacidad Autogestión}}$$

Según la fórmula anterior, existiría un riesgo siempre y cuando exista vulnerabilidad precedentemente a la amenaza de un fenómeno extremo, como por ejemplo: una familia que vive en una ladera inestable es vulnerable a daños por deslizamientos, en caso contrario, en una ladera inestable sin habitantes ni construcciones un deslizamiento no es un riesgo porque no puede causar daños, es decir, provocar desastres.

En el sismo de Kobe, Japón de 1995, se observó que los deslizamientos en las áreas urbanas producidos por el sismo eran de mayor tamaño que los generados en condiciones geológicas y topográficas en áreas no habitadas. Esto indica que un área urbana es más susceptible a sufrir deslizamientos que un área no urbana.

La acción del hombre afecta en forma determinante la ocurrencia de deslizamientos de tierra. Por ende es el permanente modificador de los elementos que conforman la superficie de la tierra y el efecto sobre los taludes ha sido el de agente desestabilizador.

Las principales modificaciones causadas por el hombre y que afectan en forma importante la estabilidad de taludes, detallados en el *Anexo B* de esta investigación, son:

1. Cambios en la topografía y cargas del talud.
2. Cambios en las condiciones de humedad.
3. Vibraciones.
4. Cambios en la cobertura vegetal.
5. Otros factores antrópicos

En todo momento y en especial durante las últimas décadas se ha hecho más latente el deslizamiento de tierra, provocando desastres que han trabado el desarrollo socio-económico y han afectado al medio ambiente. Se identifica la necesidad de realizar un trabajo integral que permita reducir el riesgo antes estos eventos. Es recomendable implementar en la comunidad conceptos como los que hemos tratado hasta ahora para así lograr prevenir y mitigar.

Disminución del riesgo

Es trascendental el ámbito local para la gestión y disminución del riesgo por ejemplo en el caso de las ONGs, en los países altamente organizados en esta línea, trabajan en el campo del desarrollo y en temas relativos a los desastres, se les identifica a nivel local a fin de establecer las acciones de coordinación. Óptimamente representan el espacio más apropiado para lograr la concentración y la negociación entre los diferentes actores de la sociedad política y civil.

Para Chile, un área desprotegida y no contenida aún, pero no imposible de gestionar pues el primer eslabón es la comunidad. A pesar que este ámbito local no ejerce una autonomía absoluta y se le debe considerar como sólo una dimensión de los ámbitos global, regional o nacional.

El riesgo que se produce en el ámbito local podría ser el resultado de procesos sociales, ambientales y de otros tipos que se generan y se desarrollan en otros territorios, mediante la interacción de diferentes actores sociales regionales, nacionales e internacionales.

Por lo tanto, los esquemas relativos a la gestión local no pueden funcionar sin las relaciones, la concertación y la coordinación con actores fuera del ámbito local y dentro de los marcos de planificación y las acciones inter-municipales, subregionales y regionales. Pues a pesar de no ser donde se origina el riesgo, pero es donde se materializa.

Tabla N°3: Analogía a nivel intervención entre riesgo y desastre.

Riesgo	Desastre
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Probabilidad de ocurrencia de un evento que genere pérdidas y daños. ▪ Pueden prevenirse sus consecuencias e intervenir sobre sus causas. ▪ La intervención preventiva implica modificar las condiciones de riesgo, en el sentido de eliminarlas o reducirlas. ▪ El riesgo es parte de las condiciones “normales” de una sociedad como la nuestra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hecho cumplido o ya sucedido. ▪ No puede intervenir sobre sus causas, solo sobre sus consecuencias. ▪ La intervención en general es curativa, no preventiva. ▪ Se considera como un hecho “normal”, en general fuera del control de los hombres. ▪ Genera una situación de emergencia, implica medidas extraordinarias.

Fuente: Elaboración propia.-

Solo existe riesgo si existe vulnerabilidad, si un evento puede causar daños a la población y sus bienes, a las infraestructuras, o en el medio ambiente.

Tabla N°4: Métodos de prevención de amenaza o riesgo.

Método	Ventajas	Desventajas
Disuasión con medidas coercitivas	Son muy efectivas cuando la comunidad está consciente del riesgo y colabora con el Estado.	El manejo de los factores socioeconómicos y sociales es difícil.
Planeación del uso de la tierra	Es una solución ideal para zonas urbanas y es fácil de implementar.	No se puede aplicar cuando ya existe el riesgo.
Códigos técnicos	Presenta herramientas precisas para el control y prevención de amenazas.	Se requiere una entidad que los haga cumplir.
Aviso y alarma	Disminuye en forma considerable el riesgo cuando es inminente.	Generalmente, se aplica después de ocurrido el desastre.

Fuente: Modificación propia.-

Aunque mundialmente se ha producido una disminución de muertes anuales en la última década originadas por desastres, cada vez un mayor número de personas se ve perjudicada y los costos monetarios se han elevado. Por lo tanto, la reducción del riesgo de desastres concierne a todo el mundo, desde los campesinos hasta los Jefes de Estado, desde los banqueros hasta los abogados, desde los meteorólogos hasta los jefes de medios de comunicación.

No deben sorprender que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se apliquen en el estudio de peligros y riesgos que la ciudadanía enfrenta día a día. Un conjunto de políticas, instrumentos y medidas orientadas a reducir los efectos adversos, comprende por ejemplo:

- Medidas pre-evento:
 - Mitigación de riesgo
 - Preparativos para hacer frente a los desastres naturales.
- Medidas durante el evento e inmediatamente después:
 - Rescate
 - Socorro
- Medidas post-desastre:
 - Rehabilitación
 - Reconstrucción

La incertidumbre que experimentamos cuando tenemos que confrontar alguno de estos riesgos, nos obliga a hacer una pausa en nuestra vida cotidiana y tratar de evaluar los impactos (en vidas humanas, salud, nuestra economía, etc.) de dichos eventos para tratar de entenderlos y, si es posible, predecirlos.

CAPÍTULO III: ELABORACIÓN DE PROPUESTA

Las tecnologías para el monitoreo y la predicción de amenazas geológicas para alerta y reacción temprana se han convertido en un área de investigación tanto a nivel académico, de aplicación, público y privado, muy relevantes.

A través de la Ordenación territorial se hace énfasis en el uso adecuado del suelo y sus recursos, que sean sostenibles en el tiempo. Esto es posible aplicando normas y leyes dentro del territorio, a diferentes escalas (Nacional, Regional y Local), que logren un desarrollo sostenible de sus territorios en tiempo y espacio, involucrando a la población en estos esfuerzos.

La investigación también pretende dotar a los actores locales de las diferentes administraciones u otro tipo de organismos (ONGs), de una herramienta básica para la planificación territorial del área. De esta manera se intenta apoyar la toma de decisiones de planificación territorial que se podrán incorporar a través de planes, proyectos y programas en beneficio de la población de la región, sobre todo en las zonas más vulnerables a los efectos de catástrofes.

Por todo ello, la investigación se ha centrado en encontrar una serie de acciones que contribuyan al desarrollo del territorio de manera racional y sostenible en el tiempo y espacio, buscando que los objetivos a proponer ayuden a tener una conciencia social en donde cada uno de los actores locales ponga más atención al problema con el que diario conviven y sean ellos parte de la solución.

El año 2008 fue uno de los más devastadores en términos de peligros naturales y sus consecuencias; aunque en gran medida esos peligros son inevitables debido sobre todo a la creciente amenaza del cambio climático, sólo se convierten en desastres cuando rebasan la capacidad de los mecanismos de resistencia de las comunidades y éstas se ven en la imposibilidad de sobreponerse a sus impactos. En todo el mundo las personas más expuestas a riesgos son aquellas más pobres y más vulnerables.

3.1 Gestión y administración del riesgo

Lamentablemente, los eficientes SAT aún no forman parte de la gestión de desastres ni de la reducción de riesgos a escala mundial. En los países en desarrollo escasean equipos, capacidades y recursos, mientras en países desarrollados se observa una falta de compromiso para establecer dichos sistemas y una insuficiente coordinación entre los numerosos actores, a pesar de los avances ya logrados. Administrativamente el riesgo es posible atacarlo del siguiente modo:

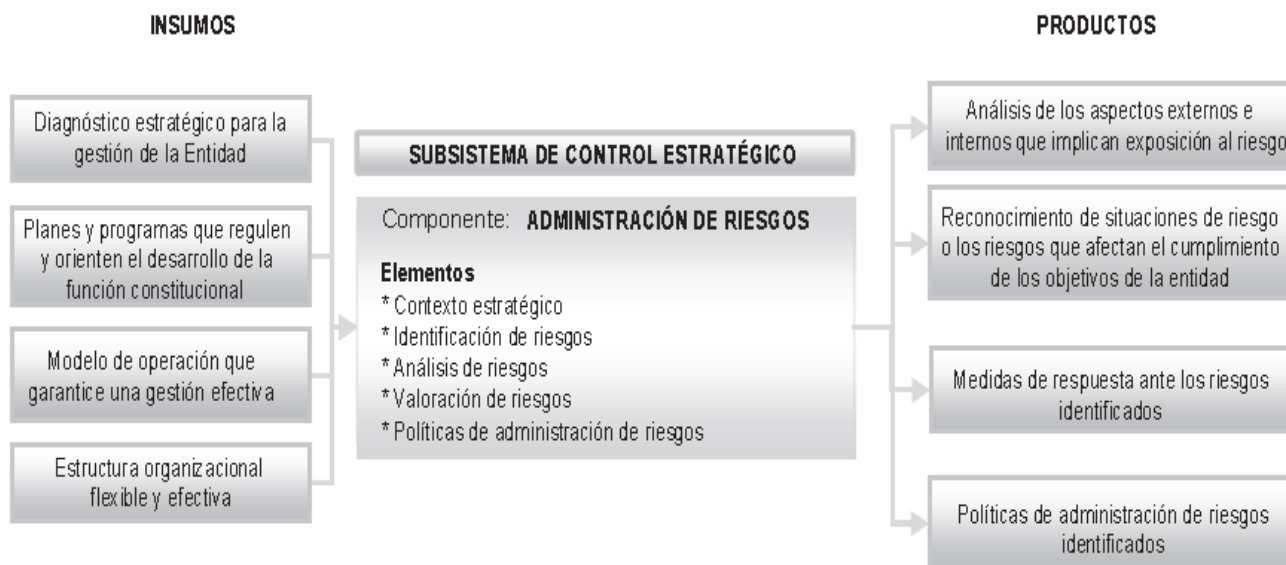


Figura N°9: Insumos y productos de componente Administrativo del Riesgo.-

Los SAT *por sí solos no bastan* para evitar que los peligros naturales se conviertan en desastres; la acción temprana es indispensable. La acción temprana va más allá de la intervención de emergencia y abarca diversas escalas temporales; gracias a la creciente precisión de los pronósticos estacionales, puede tratarse de intervenir respecto a la previsión de inundaciones dentro de varios meses o de un ciclón en los días venideros. La acción temprana exige adoptar una óptica a largo plazo para analizar los patrones de riesgo, incorporar el saber local y obrar por reducir la vulnerabilidad de la población a los peligrosos. Esas actividades, en las que suelen participar desde voluntarios de la Cruz Roja con medidas para reducir la pobreza y la propagación de enfermedades infecciosas; sancionar códigos de construcción más estrictos; aumentar la resiliencia de las comunidades y ayudarles a adaptarse a los riesgos del cambio climático, entre otros.

La Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres celebrada en Kobe, Japón, en 2005 y la Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana, celebrada en Bonn, Alemania, en 2006 dieron lugar a notables avances en la vinculación de la alerta temprana con la acción temprana y la reducción del riesgo. En esos procesos se concluyó que la alerta temprana no se limita a producir alertas técnicamente precisas y que también abarca un sistema de elementos interrelacionados, a saber:

- Conocimiento de los riesgos;
- Control técnico y servicio de alerta;
- Difusión y comunicación de alertas;
- Capacidad de intervención y preparación para actuar (tanto de las autoridades como de la población en situación de riesgo).

Sin dejar a un lado la debilidad de este tipo de propuesta, se llama a permanecer en constante ciclo retroalimentarlo para una óptima creación e implementación; considerando las siguientes etapas:



DIAGRAMA N°3: CICLOS DE SEGUIMIENTO DE UN PROYECTO.-

Fuente: Elaboración propia.-

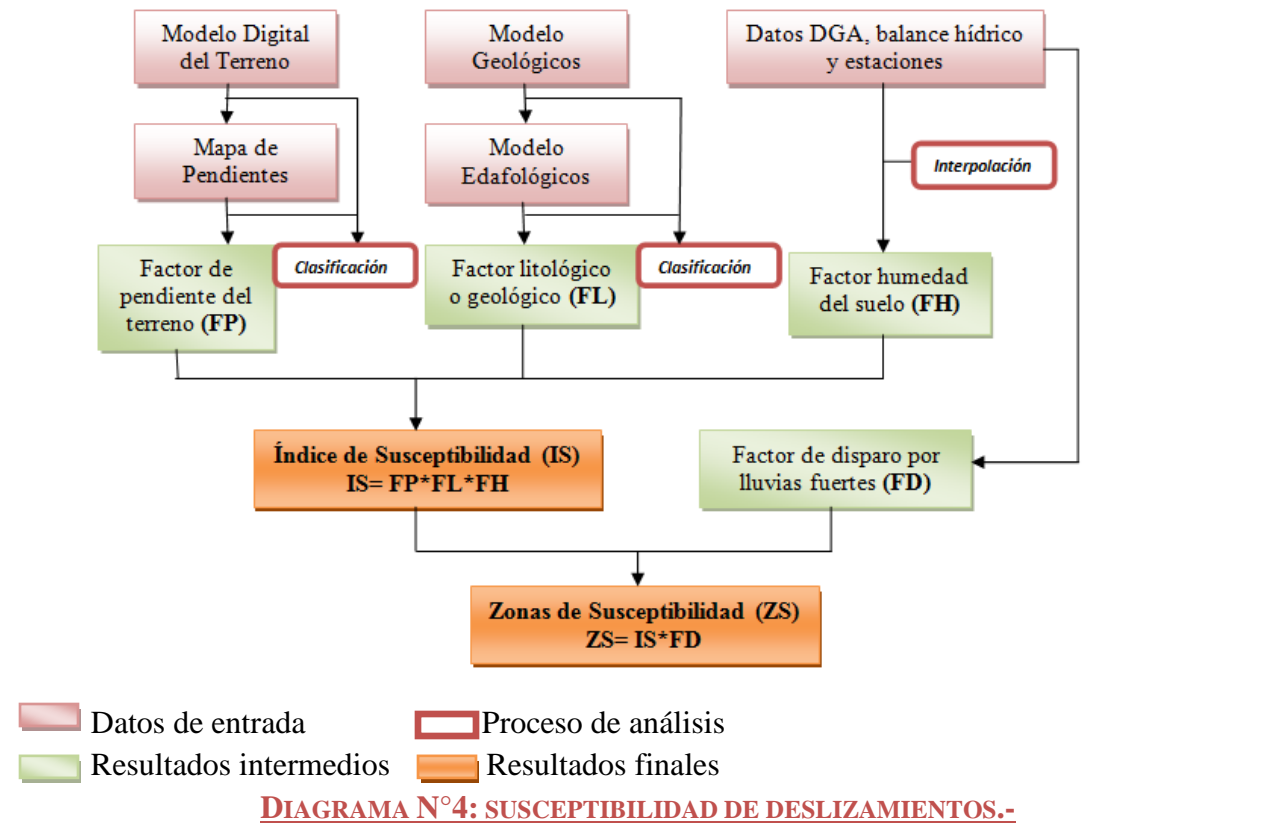
Es esencial contar con un sistema de alerta centrado en la gente que no sólo comprenda los aspectos científicos y tecnológicos que sustentan la alerta sino también los aspectos sociales y psicológicos de la alerta y la acción tempranas, así como actividades orientadas a crear una cultura de prevención, en lugar de una cultura de intervención a corto plazo.

Las mejores estrategias para mitigar los deslizamientos son evitar la construcción en áreas peligrosas y ciertos usos del suelo que puedan provocar movimientos masivos. A fin de incluir estas estrategias en la planificación del desarrollo se requiere información sobre la posibilidad de ocurrencia de un deslizamiento. Dicha información sólo debe compilarse para aquellas áreas donde en el uso de la tierra presente o futuro sea intenso, ya que la mitigación no es necesaria en áreas de usos no intensivos.

Para establecer un sistema de alerta temprana para deslizamientos disparados por lluvia es imprescindible entender, entre otros, el mecanismo de inestabilidad que produce el agua en una masa de suelo o roca, las variables que afectan el flujo del agua en dicha masa y el efecto del agua en la inestabilidad del terreno, así como tomar en consideración otros factores como los hidrogeológicos, topográficos y de cobertura vegetal.



A fin de hacer las recomendaciones sobre la intensidad del uso de la tierra, será adecuado contar con un mapa sobre el potencial de deslizamientos, pero para recomendar el manejo de la tierra se requiere información más explícita tal como la que puede brindar un mapa de zonificación de deslizamientos. A continuación se describen los métodos para preparar evaluaciones sobre susceptibilidad a deslizamientos:



La metodología Mora- Vahrson hace enfoque a los deslizamientos provocados por lluvias fuertes, donde la litología debe incluir el tipo dominante de movimiento (traslacional, caída, flujo, etc.), fecha de ocurrencia y su ubicación geográficas (en coordenadas GPS). Pero cabe mencionar que a diferencia del autor citado, se recomienda utilizar datos de balance hídrico (lluvia- evapotranspiración).

Para estabilizar es necesario obtener:

- Sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados, teniendo en cuenta las circunstancias del talud adecuado.
- Diseñar en detalle el sistema a emplear, incluyendo planos y especificaciones de diseño.
- Instrumentación y control durante y después de la estabilización.

El mejor indicador del potencial de deslizamientos es la evidencia de ellos en el pasado. Datos tales como la ubicación, tamaño y estructura de los mismos pueden interpretarse utilizando imágenes tomadas a control remoto (fotografías aéreas e imágenes de satélite). Asimismo, se puede compilar un mapa aéreo mostrando su distribución y pueden interpretarse las zonas con diferentes potenciales de deslizamiento. Dado a que el mapa está basado únicamente en la frecuencia de ocurrencia de los deslizamientos y no en los factores que lo causan, su poder de predicción es limitado.

Idealmente, los resultados de las zonificaciones de amenazas deberían ser utilizados para la elaboración de planes y normas de ordenamiento territorial, códigos de construcción y manuales de información pública. En general, aquellas zonas que muestran niveles más altos de amenazas a sufrir algún evento dañino (deslizamiento, inundaciones, etc.) no deberían ser utilizadas para el desarrollo de infraestructura o para la implementación de actividades productivas. En su lugar, estas áreas de alta amenaza deberían ser utilizadas como áreas verdes, zonas de reforestación, manejo ambiental o cualquier otro uso que no represente peligro para las personas o sus bienes.

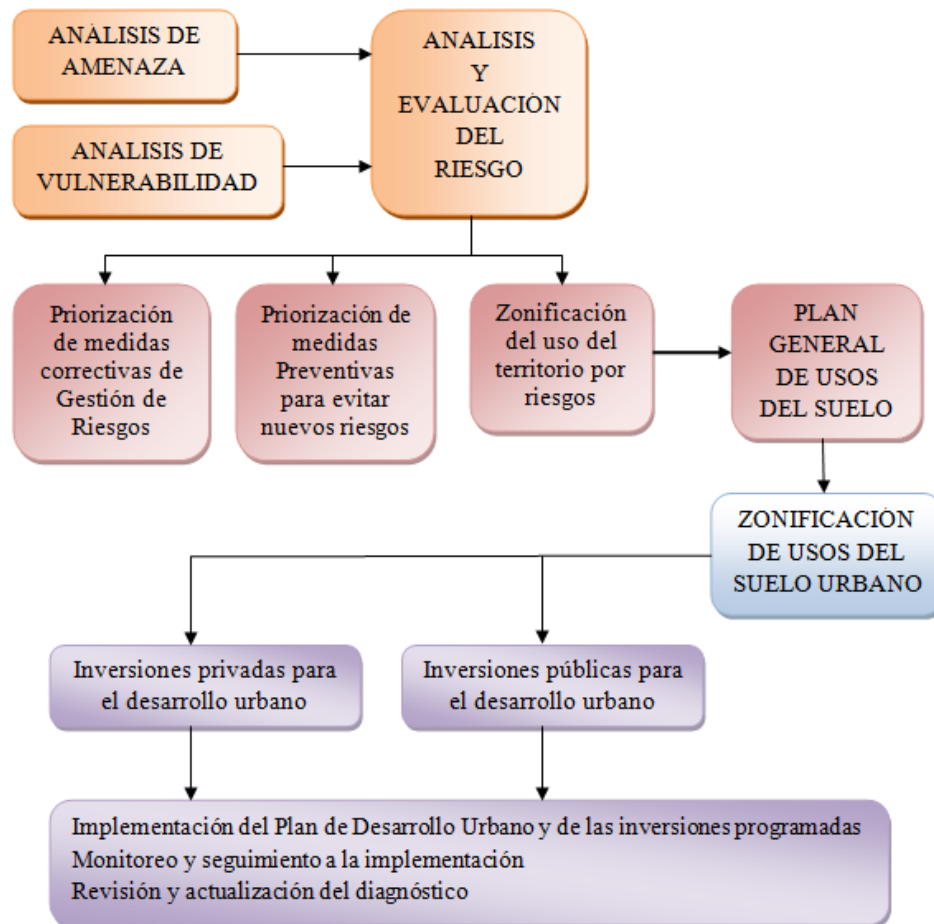


DIAGRAMA N°5: ZONIFICACIÓN DE USOS DE SUELOS URBANOS.-

Fuente: Gestión de Riesgo, Perú.-

Dificultades para la gestión de riesgo: La información sobre riesgo, vulnerabilidad y peligros no se está disponible de manera oportuna, no es adecuada, o bien, se encuentra desactualizada. Generalmente no se cuentan con instrumentos de planificación que permitan una adecuada gestión del desarrollo urbano y local, o bien, son inexistentes.

Generalmente el beneficio más importante de un correcto monitoreo es la prevención. Entre los resultados esperados de un monitoreo de taludes se incluyen:

- ✓ Entregar avisos
- ✓ Revelar incertidumbres
- ✓ Evaluar hipótesis de diseño
- ✓ Minimizar daños a estructuras adyacentes
- ✓ Control de la construcción

Organización de Gestión del Riesgo

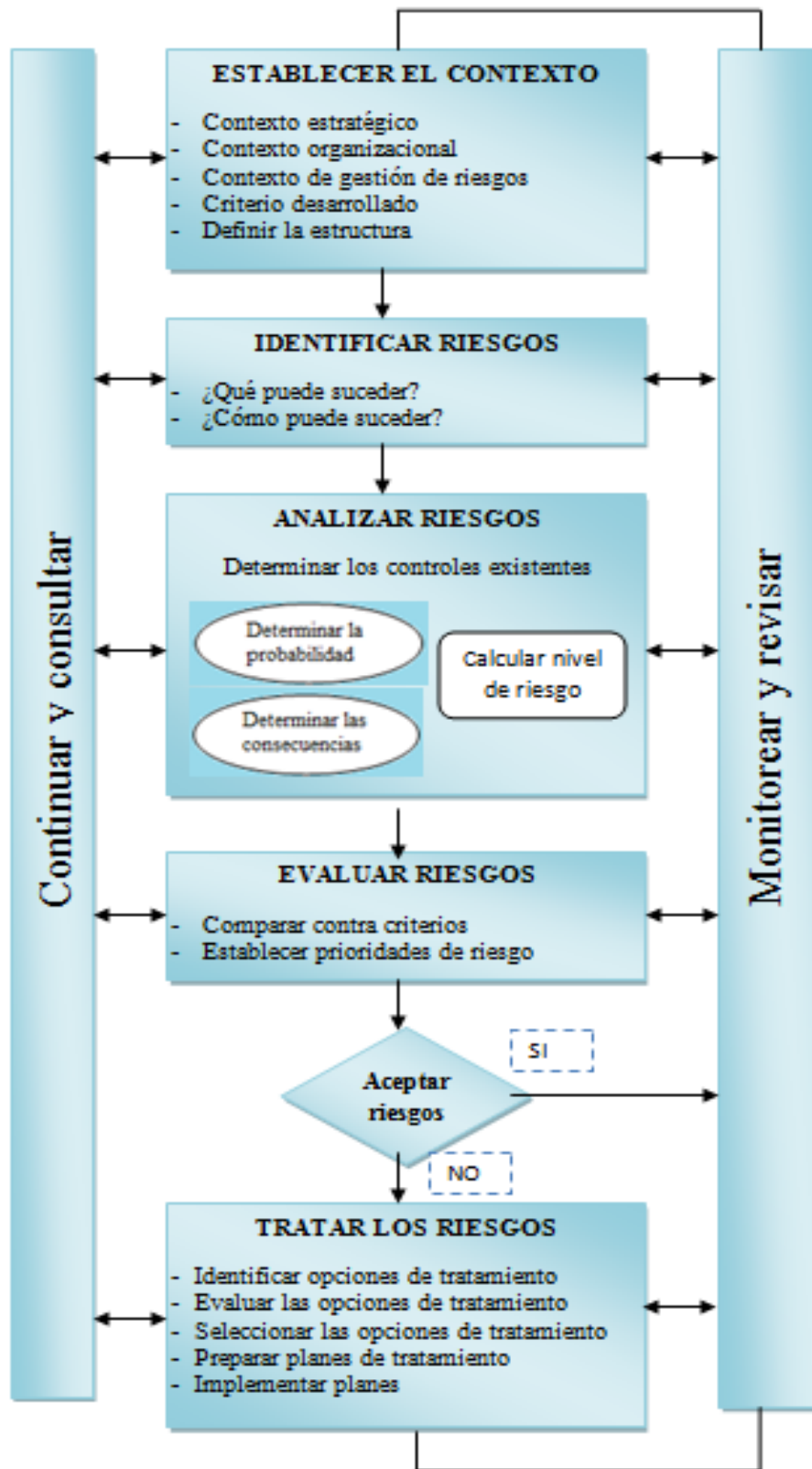


DIAGRAMA N°6: ORGANIZACIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO.-

A continuación diagramas correlativos y entrelazados para el monitoreo, control y mitigación de taludes logrando eficacia y disminución de deslizamientos en sus fases en el diseño, construcción y monitoreo:

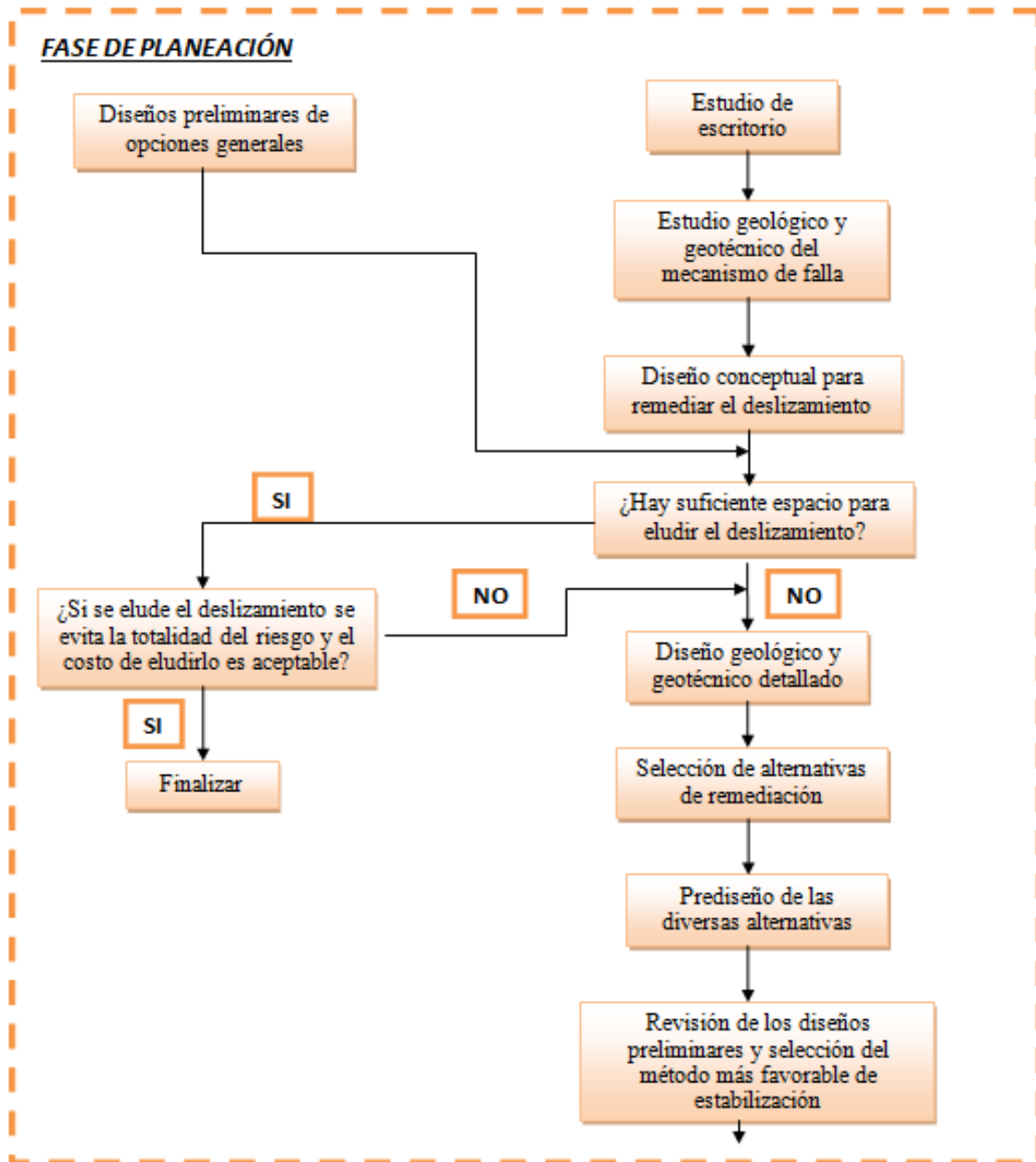


DIAGRAMA N°7: FASE DE PLANEACIÓN.-

Fase de diseño de alternativas de mejoramiento o mitigación del desastre provocado por el deslizamiento:

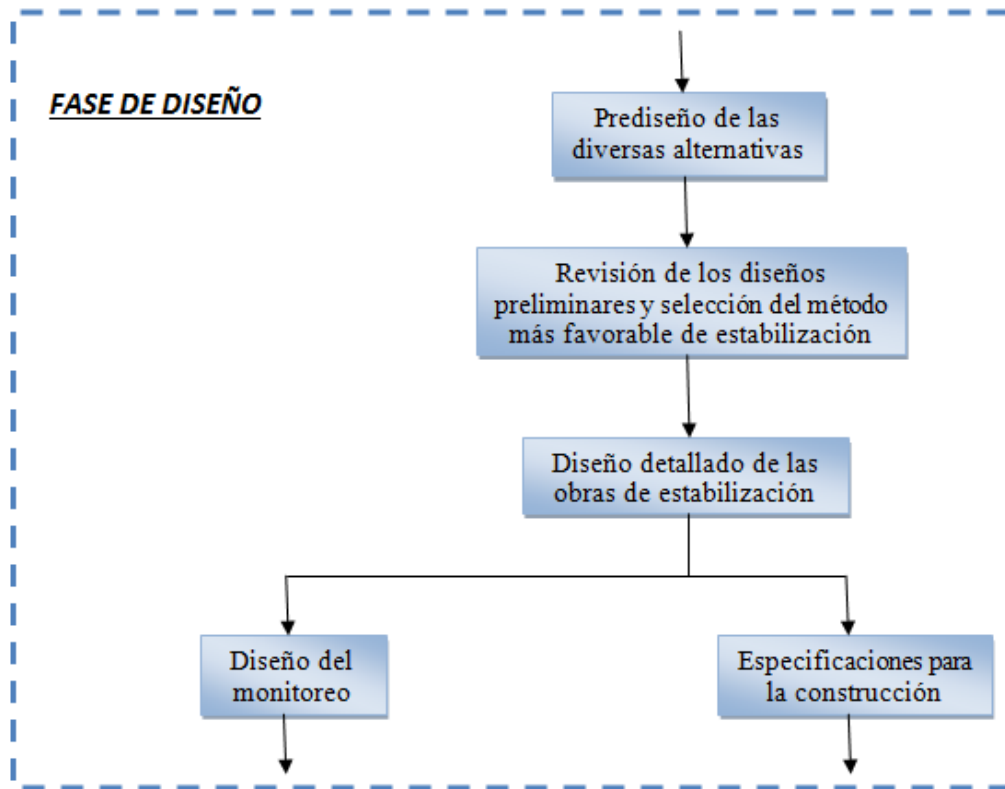


DIAGRAMA N°8: FASE DE DISEÑO.-

Fase de remediación del peligro presentado:

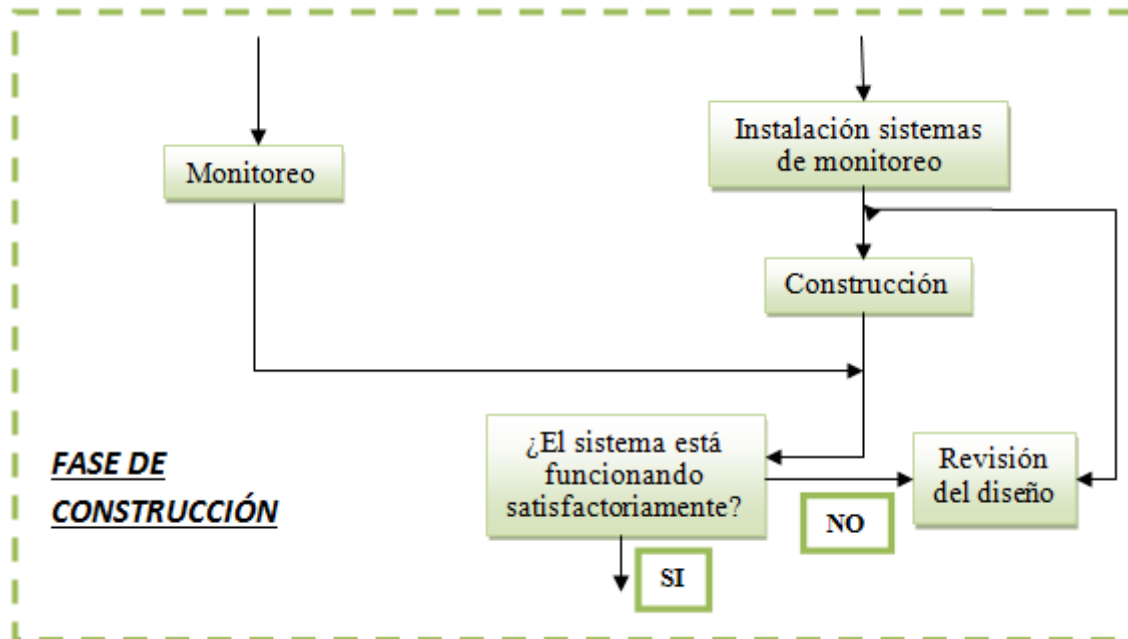


DIAGRAMA N°9: FASE DE CONSTRUCCIÓN.-

Acabaremos en fase de mantenimiento de la propuesta de monitoreo:

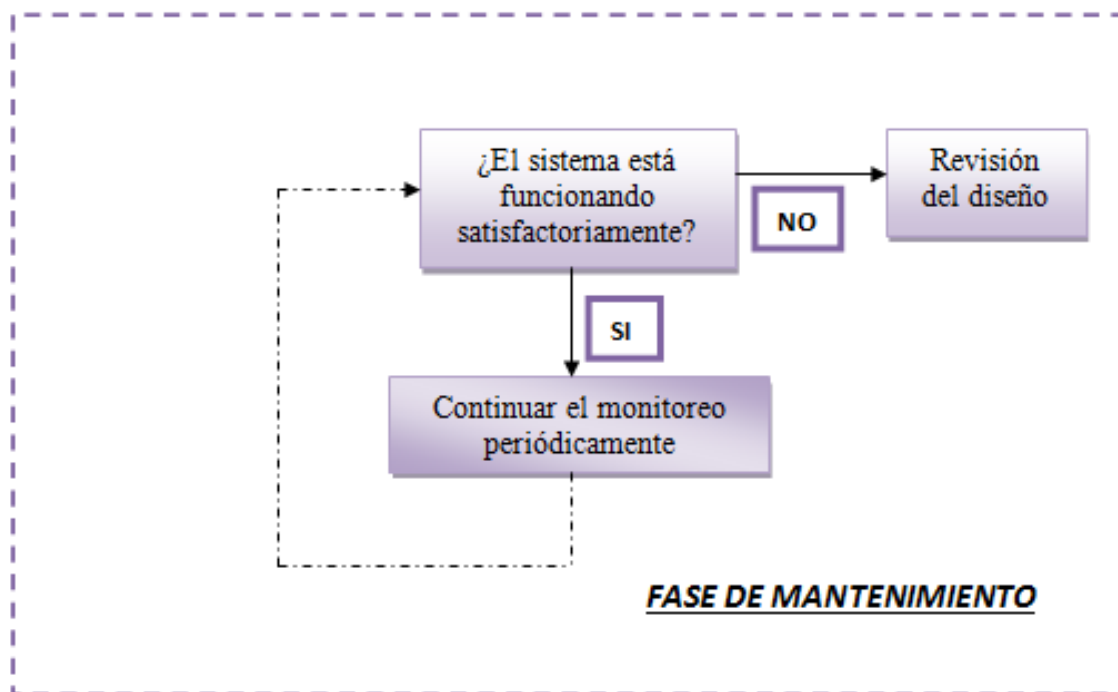


DIAGRAMA N°10: FASE DE MANTENIMIENTO.-

Fuente: Base en Popescu 2001, con adaptaciones propias de seguimiento.-

CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN

Esta investigación se basó en diversidad de propuestas de manejo, gestión y administración a estados de emergencia y riesgo de catástrofes a nivel mundial, considerando relevante la labor de países como Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Japón, Nicaragua, Panamá, Perú, entre otros.

Luego de la recopilación de datos es posible recalcar que aún no existe una adecuada educación y legislación frente a la prevención de desastres, inclusive en países desarrollados es un tema abordado sólo por entidades específicas y minoritarias versus la eficacia que puede ser contar con un amplio, organizado y desarrollado Plan de Prevención, Gestión y Administración de Desastres.

Mundialmente el daño que puede provocar un deslizamiento masivo de suelo es una arista de los peligros o amenazas naturales a las que la sociedad está expuesta. Un deslizamiento por si sólo puede considerarse efímero o transitorio pero sin embargo constituye una combinación de eventos que valen tener un análisis y estudio previo, pues a través de éstos se ha logrado mitigar daños y pérdidas en todas las áreas (humanas, sociales, inmobiliarias y financieras) en los países anteriormente nombrados. Cuantificar la cantidad de daños provocados por un evento como tal procede de una combinación de multiamenazas a la que se ve enfrentado el suelo: inundaciones, pendientes, sismicidad, geología y características litológicas sumado a la vulnerabilidad que presenta socialmente, y en su mayoría, la ciudadanía colindante a taludes añadiendo el coste monetario frente a la recuperación o reconstrucción ante un riesgo latente.

En constructibilidad de viviendas nuestro país presenta normas que obligan a cada proyecto respetar y verificar sus diseños, orientados a lograr estructuras que resistan, sin daños, a movimientos sísmicos de intensidad moderada; pero casi nula norma resguarda o legisla frente a entes externos a la zona de construcción, más bien sólo una pequeña ordenanza territorial que establece la obligatoriedad de efectuar estudios de riesgo en la confección de Planes Reguladores Comunales, como por ejemplo lo es en Japón que se legisla fervientemente.

Como se mencionó en el desarrollo de este proyecto son varias las etapas y procesos los cuales es relevante detenerse a analizar; lo son desde la educación, implementación, prevención, planificación, monitoreo, legislación y financiamiento de planes que consideren a los deslizamientos de taludes como potenciales causas de desastre. Logrando así reducir daños en la ciudadanía.

Localmente resulta eficaz y recomendable que la comunidad prepare un mapa de inventario de los taludes a los cuales se les aplicarán las regulaciones de una inspección y mantención periódica según lo requiera. Para ello se recalca la necesidad del uso de terrenos legalmente construidos y que se encuentren predispuestos según su utilización en el Plan Regulador comunal.

Relacionado netamente con los signos de evaluación de los taludes se recomienda determinar el sistema de estabilización más apropiado teniendo en cuenta todas las circunstancias del talud estudiado, los factores que lo afectan y deterioran la superficie de éstos como su topografía, intensidad y frecuencia de lluvia, erosionalidad, entre otros son los signos que deben considerarse en el seguimiento de los taludes principalmente colindantes a zonas urbanas, diseñar en detalle el plano y/o especificaciones de diseño del sistema y por supuesto contar con la instrumentación para un posterior control y monitoreo del talud creado.

Finalmente es posible deducir que el beneficio más importante de un correcto monitoreo es la prevención y con esto es posible generar un primer eslabón en la comunicación entre municipales, expertos y vecinos revelando incertidumbres cotidianas además de minimizar daños estructurales y humanitarios. Enfatizando en la correcta disposición de constructibilidad de las instalaciones colindantes a taludes trabajado.

Recomendaciones

Este análisis admite la falta de sistemas prioritarios en investigación de amenazas naturales e impulsos para asignar recursos desde el Estado en disminuir el riesgo de un territorio o zona mediante la ejecución de planes y proyectos, la reducción de la vulnerabilidad de elementos; además de la falta de estadísticas de comparación de beneficios y costos potenciales que significa gozar con una programación normada.

Por intermedio y luego del análisis de este proyecto se invita tanto a estudiantes como profesionales de ingeniería a aumentar sus conocimientos en materia de deslizamientos de tierra como ya sido iniciativa de unos pocos participando por ejemplo en el reciente Seminario “Introducción a la Identificación, Evaluación y Tratamiento de Fenómenos de Inestabilidad de Terrenos” realizado en Honduras en el presente mes de marzo. O bien impulsar en nuestra zona además de prontamente nivel país, el desarrollo de foros y/o congresos con temáticas como: tipología de deslizamientos, mecanismos, monitoreo, mitigación, entre otros como lo fue en el Primer Congreso Centroamericano y del Caribe de Deslizamientos de Tierra.

BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR, Luis, CASTRO, Norvey, MASO, Gilberto. “Educación para la prevención y atención de desastres”. Colombia, Gobernación de Caldas, 1991. 129p
- BARILLAS, Edy Manolo, “Guía metodológica para la evaluación de zonas susceptibles a deslizamientos disparados por lluvias”, Guatemala, 27p
- CAMPOS G., Ana, “Educación para la Gestión del Riesgo de Desastre”, Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN, 148p
- CAMPOS O., Cuanalo, et. Inestabilidad de laderas, Influencia de la actividad humana, 2011, 8p
- CORDERO C., Diego Alberto M.Sc., “Sistemas de alerta temprana para monitoreo de deslizamientos”, 6p
- DARA y el Índice de Reducción del Riesgo IRR; “Índice de Reducción del Riesgo”; Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, 2011, 31p
- DECRETOS N° 34361-MP: Reglamento a la Ley Nacional de Emergencia, Costa Rica.
- Departamento de Planificación CNE - Enlace de esfuerzos, “Plan Nacional para la Gestión del Riesgo”, Enero 2010, 75p
- El Consejo Nacional para la Reducción de Desastres, “Política Nacional para la Reducción de Riesgo a los Desastres en Guatemala”, Mayo 2011, Guatemala. 66pp
- Estudio Caso Colombia, “Información para la gestión del riesgo de desastres estudios de caso de cinco países”, 351p
- “Guidelines for natural terrain hazard studies”, K.C. Ng, S. Parry, J.P. King, C.A.M. Franks & R. Shaw, El Gobierno de la Región Administrativa Especial de Hong Kong, Diciembre de 2003. (Guía para la evaluación de amenazas en taludes)

- <http://www.snet.gob.sv/>
- HUNT, Roy. “Geotechnical Engineering Investigation Handbook”. 2ª ed. Estados Unidos, Taylor y Francis Group, 2005. 995p
- Información para la gestión del riesgo de desastres, Colombia.
- Kofi A. Annan Secretario General de la ONU; “Vivir con el Riesgo Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres” Versión 2004.
- Planeta Tierra Geociencias para la Sociedad, “Protege a tu familia de derrumbes y deslizamientos”, 2007-2009, Comisión Cubana Año del Planeta Tierra, 16pp
- Schuster y Kockelman (1996) (Colombia), “Prevención, estabilización y diseño”.
- Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, “Manual para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas comunitarios de alerta temprana ante inundaciones”, 2010
- SUAREZ, Jaime. “Deslizamientos: Capítulo 12, Instrumentación y Monitoreo”, 30p.
- SUAREZ, Jaime. “Deslizamientos: análisis geotécnico”. Colombia, Universidad Industrial de Santander, 2009. 588p.
- VARGAS R., Ronald. “Guía para la descripción de suelos”. 4ª ed. Roma, Fao, 2009. 99p.
- VILLARREAL, Juan Ignacio, Planificación Urbana y mitigación de riesgos, Planificación Urbana y mitigación de riesgos, 2009, 44pp