

**MANUAL DE GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES EN CARRETERAS**

**PROCEDIMIENTO III**  
**GESTIÓN PARA ENCARAR PELIGRO INMINENTE**

**ABC**  
**JICA**

**CONTENIDO**

**PROCEDIMIENTO III GESTIÓN PARA ENCARAR PELIGRO INMINENTE**

**1 ALERTA TEMPRANA EN ÁREAS EXTENSAS MEDIANTE EL MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

**1.1 INSTALACIÓN DE PLUVIÓMETROS SENCILLOS EN LAS ESTACIONES DE LAS MICRO-EMPRESAS**

**1.2 NIVEL DE ALERTA**

**1.3 ACCIONES DE RESPUESTA A EMERGENCIAS (ANTES DEL DESASTRE)**

**2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO**

**2.1 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE ALTO RIESGO**

**2.2 INSTRUMENTACIÓN**

**2.3 NIVEL DE ALERTA**

**2.4 ACCIONES DE RESPUESTA A EMERGENCIAS (ANTES DEL DESASTRE)**

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

**APÉNDICE III-3 RESULTADOS DEL MONITOREO DEL PLUVIÓMETRO**

**LÍNEAS GENERALES**

Este es un procedimiento que exige la toma de ciertas acciones y respuestas a aplicarse en casos de emergencia antes y durante el desastre. Las respuestas a emergencias se ejecutarán solamente en las Secciones de Control de Alto Riesgo (SCAR) y en las Secciones de Control de Mayor Amenaza (SCMA) que fueron asignadas con anticipación por las Oficinas Regionales de la ABC en el Procedimiento I. La simple medición de la precipitación pluvial, para determinar un nivel de alerta, es un método práctico para Bolivia, para esto se requerirá de un pluviómetro, que puede ser fácilmente construido con un recipiente cilíndrico provisto de una escala de medición resultado de una calibración. Este dispositivo podría ser instalado en estaciones a cargo de las Micro-empresas y monitoreado por las mismas. Antes del desastre, cuando el monitoreo muestra que la carretera está en un momento crítico, se activará el nivel de emergencia. El nivel de emergencia está clasificado en tres niveles, todos basados en los resultados del monitoreo de la precipitación. La activación de la emergencia se fundamenta en los niveles de emergencia. Cuando es encontrada una emergencia en el nivel más alto de amenaza, el tráfico en la carretera deberá ser cerrado. El procedimiento introduce respuestas a emergencias durante y después el desastre.



Figura 0.1 Contenido del Procedimiento III

**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

Al momento la Red Vial Fundamental no cuenta con instrumentos que monitoreen apropiadamente la precipitación y la estabilidad de los taludes. Para poder implementar un sistema de alerta temprana en Bolivia sería práctico tomar como dato de partida la medición de la precipitación pluvial instalando y controlando instrumentos que cumplan con este objetivo. Este procedimiento introduce una instrumentación simple y fácil para poder contar con sistemas de alerta temprana.

Este monitoreo de la precipitación no sólo podría proporcionar información muy útil para la gestión de desastres de carreteras, sino también proporcionar datos para el estudio meteorológico y para la industria agrícola u otros interesados en esta información.

**1.1 INSTALACIÓN DE PLUVIÓMETROS SENCILLOS EN ESTACIONES A CARGO DE MICRO-EMPRESAS****(1) Instalación de Pluviómetros Sencillos**

Para evitar los problemas que conllevaría introducir aforadores apropiados dentro de la Red Vial Fundamental de Bolivia, se recomienda que como una primera fase del programa de prevención de desastres de carreteras, se instalen “medidores de lluvia” (pluviómetros) simplificados en cada una de las estaciones implementadas a cargo de las Micro-empresas. Dirigidas por los Supervisores de cada tramo, las Micro-empresas fabricarán Pluviómetros Sencillos, valiéndose de recipientes cilíndricos transparentes, estos pluviómetros serán colocados en lugares donde las Micro-empresas puedan controlarlos y donde no exista ningún impedimento al monitoreo de la precipitación, como por ejemplo un árbol.

**(2) Monitoreo y Registro de la Precipitación**

La precipitación total (nivel del agua en los pluviómetros) debe ser monitoreada y registrada en las hojas de monitoreo cada hora desde el momento en que comenzó la lluvia. Si entre periodos de lluvia existe un tiempo menor a tres horas, el monitoreo debe reasumirse desde la última precipitación total. Si por lo contrario el periodo entre lluvias es mayor a tres horas, es decir, la lluvia se detiene por más de tres horas, el agua de lluvia recolectada en el aforador debe ser descartada.

Se recomienda que el monitoreo continúe incluso por la noche. Sin embargo, si esto no es posible, se registrará sólo la hora cuando comenzó la lluvia y el valor total de la precipitación total caída durante toda la noche marcándose con triángulos aquellas horas antes del monitoreo.

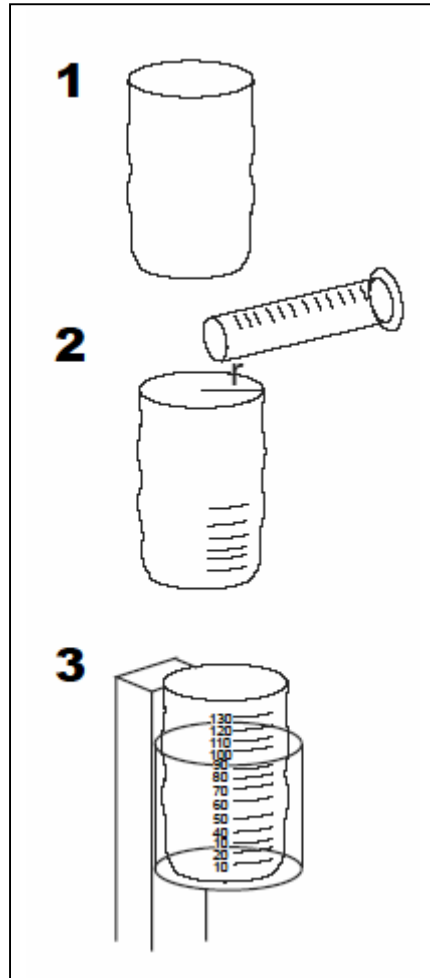
**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN****PLUVIÓMETRO SENCILLO**

Figura 1.1 Elaborando un Pluviómetro Sencillo

El pluviómetro sencillo introducido aquí, no puede ser usado para un monitoreo oficial de precipitación, pero es muy útil para saber la precipitación y usarla para el peligro inminente.

Elaborando un Pluviómetro Sencillo (figura de la izquierda)

1. cortar una botella más o menos a 10 cm. desde la parte de arriba
2. mida el radio interior de la sección de corte. Ponga una escala de medición sobre la botella, basada en la siguiente fórmula, que muestra la relación entre el radio y el volumen.

$$v = h \times 2 \pi r^2$$

v : volumen de la altura h en la botella (mm<sup>2</sup>)

h : altura de la escala de medición (mm)

r : radio de la sección de corte (mm)

3. Fije en el soporte una lata vacía cuyo diámetro sea mayor al de la botella, y ponga el pluviómetro sencillo dentro de la lata vacía.

**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

**REGISTRO DEL PLUVIÓMETRO**

Tabla 1.1 Ejemplo del Registro del Monitoreo de la Precipitación (Resultado del Monitoreo de los Pluviómetros en la puesta a prueba en 2006)

**FORMULARIO DE REGISTRO DE LLUVIAS**

PROYECTO: *La Paz*      MEDIO DE REGISTRO: *D. 1952*

TRAMO REGIONAL: *Calapate, Cacapeul, Guq'ubay*      ENCARGADO DE REGISTRO: *Lucrecio Ascañal*

SUPERVISOR DEL TRAMO: *Jorge René Berzosa E.*      ESTACION: *Falta, Km. 52*

DÍA	TIEMPO TRANSCURRIDO (HORAS)																								OBSERVACIONES (FENÓMENO, VULCANISMO, MAGNITUD DE ESTERQUE, ETC.)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1																										
2																										
3																										
4			X	X	X	X	X	X	X	X	X															
5																										
6											X															
7																										
8							X	X	X	X	X															
9				X	X	X	X	X	X	X																
10				X	X	X	X	X	X	X																
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
24																										
25																										
26																										
27																										
28																										
29																										
30																										
31																										

REGISTRO DE LLUVIA SIN DATOS DE PRECIPITACIÓN     
  REGISTRO DE LAS LLUVIAS CON DATOS DE PRECIPITACIÓN

Es recomendable el registrar la caída de lluvia básicamente cada hora. Pero, debido a que las Micro-empresas no tendrán la disponibilidad de comprometerse con los pluviómetros todo el tiempo, un símbolo “x” fue marcado cuando la caída de lluvias fue detectada y se registró la caída total o precipitación total al final de la serie de tiempo lluvioso.

**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

**1.2 NIVEL DE ALERTA**

La relación entre la precipitación y la ocurrencia de desastres no es clara, ya que en Bolivia no existen acumulados una suficiente cantidad de los archivos de precipitación.

Por lo general en el Japón, el riesgo de ocurrencia de un desastre de talud es mayor, ya sea cuando la intensidad de lluvia está por encima de 20mm/hora o cuando la precipitación total sobrepasa los 100mm. Bolivia podría adoptar el criterio del Japón para determinar un nivel de alarma toda vez que se trate de un área húmeda, bajando los requisitos para determinar un nivel de alerta en el área seca tal como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Criterio y Acciones en Niveles de Alerta por el Monitoreo de la Precipitación

Nivel de Alerta		Criterio (Área Húmeda)	Criterio (Área Seca)
Nivel de Alerta 1	Precipitación Total	> 100 mm, o	> 50 mm, o
	Intensidad de Lluvia	> 20 mm/hora	> 10 mm/hora
Nivel de Alerta 2	Precipitación Total	> 200 mm, o	> 100 mm, o
	Intensidad de Lluvia	> 40 mm/hora	> 20 mm/hora
Nivel de Alerta 3	Precipitación Total	> 250 mm, o	> 150 mm, o
	Intensidad de Lluvia	> 50 mm/hora	> 30 mm/hora

Las Micro-empresas serán las responsables de activar una alarma en base a los criterios de nivel de alerta. Las Micro-empresas, Supervisores y Oficinas Regionales de la ABC deberán tomar determinadas acciones en función a cada uno de los niveles de alerta, tal como se menciona en la Sección 1.3.

Después de un año de comenzado este sistema de monitoreo en el país, pueden ser obtenidos los datos de precipitación de un año de toda la nación, y tanto los niveles de alerta como las áreas secas/húmedas pueden ser reconsideradas y ser mas precisas. Con las experiencias de los desastres ocurridos durante el año, pueden obtenerse relaciones entre desastres y precipitación, y al

mismo tiempo esta relación puede contribuir a un estudio más adecuado de los desastres.

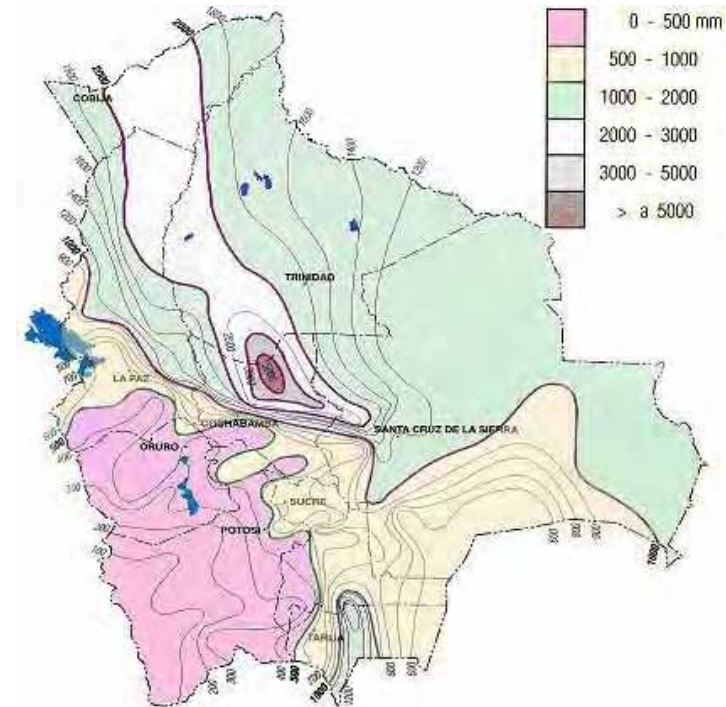


Figura 1.2 Mapa de Isoyetas de Bolivia

**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

**1.3 ACCIONES DE RESPUESTA A EMERGENCIAS (ANTES DEL DESASTRE)**

Las acciones a ser tomadas en la fase de prevención (antes del desastre) serán realizadas de acuerdo a los 3 niveles de emergencia. Estos niveles estarán inicialmente basados en la precipitación pluvial de las secciones de las Micro-empresas.

Las acciones deberán ser tomadas, basadas en los niveles de alerta como sigue.

Tabla 1.3 Criterio y Acciones en Niveles de Alerta (Áreas Extensas)

Nivel de Alerta	Criterio (Área Húmeda)	Criterio (Área Seca)	Resumen de Acciones
Nivel de Alerta 1	> 100 mm, o > 20 mm/hora	> 50 mm, o > 10 mm/hora	ME: Patrullar el área, informar al SV, SV: informar a la OR
Nivel de Alerta 2	> 200 mm, o > 40 mm/hora	> 100 mm, o > 20 mm/hora	ME: informar al SV, SV: patrullar toda la sección crítica, informar a la OR
Nivel de Alerta 3	> 250 mm, o > 50 mm/hora	> 150 mm, o > 30 mm/hora	Cerrar la sección de la carretera

ME: Micro-empresas, SV: Supervisor, OR: Oficina Regional ABC

**Nivel de Alerta 1**

- 1) El Nivel de Alerta 1 se activará cuando la precipitación alcance los valores indicados en el nivel de alerta 1 para áreas extensas como se muestra en la Tabla 1.3.
- 2) Las Micro-empresas responsables del registro de los datos de precipitación deberán alertar al Supervisor de que los pluviómetros alcanzaron los valores ya determinados y consultarán si pueden activar el Nivel de Alerta 1.
- 3) Dependiendo de la sección crítica de la carretera, las Micro-empresas inspeccionarán la sección de la carretera que les corresponde con el objetivo de verificar el estado de la carretera y la transitabilidad del tramo.

- 4) Las Micro-empresas deberán continuar con los trabajos de monitoreo de los pluviómetros durante el Nivel de Alerta 2 y Nivel de Alerta 3 hasta que la lluvia se detenga.
- 5) Si la lluvia se detiene por más de tres horas continuas, las Micro-empresas comunicarán al Supervisor para desactivar el Nivel de Alerta 1.

**Nivel de Alerta 2**

- 1) El Nivel de Alerta 2 se activara cuando la precipitación alcance los valores indicados en el nivel de alerta 2 para áreas extensas como se muestra en la Tabla 1.3.
- 2) En este caso, las Micro-empresas comunicarán al Supervisor para activar el Nivel de Alerta 2.
- 3) Una vez que la alarma de emergencia ha sido activada, el Supervisor comunicará las condiciones y situación de la emergencia al Ingeniero de Seguimiento y al jefe de la oficina regional.
- 4) El Supervisor realizará una inspección de emergencia a la sección afectada, verificando los taludes y la condición de la carretera, comunicando las condiciones observadas al Ingeniero de Seguimiento.
- 5) Si la lluvia se detiene por más de tres horas, el Supervisor comunicará este hecho al Ingeniero de Seguimiento para poder dejar fuera de funcionamiento el nivel de alerta.

**Nivel de Alerta 3**

- 1) El Nivel de Alerta 3 se activara cuando la precipitación alcance los valores indicados en el nivel de alerta 3 para áreas extensas como se muestra en la Tabla 1.3.
- 2) El Supervisor comunicará la emergencia del Nivel de Alerta 3 al Ingeniero de Seguimiento y al jefe de la oficina regional de la ABC.



**1 ALERTA TEMPRANA EN AREAS EXTENSAS MEDIANTE MONITOREO DE PRECIPITACIÓN**

- 3) Cuando el Nivel de Alerta 3 sea activado, el Supervisor del tramo cerrará la sección o todo el tramo, basándose en la recomendación de la Oficina Regional de la ABC.
- 4) El Ingeniero de Seguimiento y el Jefe Regional deberán informar a los organismos relacionados, como sigue:
  - Recomendar a los puntos de control de tráfico y cobro de peaje la situación de emergencia.
  - Instalar de manera inmediata señales preventivas e informativas.
  - Recomendar al departamento de la policía de tránsito el cierre inmediato del cierre de la sección o tramo carretero.
  - Recomendar a los usuarios evitar el uso de la sección de la carretera por un cierto período de tiempo.
  - Informar sobre posibles desvíos o caminos alternativos.
  - Coordinar las tareas de emergencia con las Micro-empresas, policía, puntos de peaje y autoridades comunales locales.
- 5) Cuando la sección se encuentre cerrada se tomarán las siguientes acciones:
  - Las Micro-empresas instalarán señales de advertencia e información.
  - El Supervisor y la ABC encontrarán un desvío o camino alternativo.
  - El lugar afectado deberá ser rehabilitado lo más pronto posible.
  - El Supervisor inspeccionará la sección afectada.
  - La ABC deberá preparar equipo y obreros para las medidas de emergencia y empezará la construcción y la rehabilitación de la sección afectada.
  - El Supervisor deberá permanecer en la sección de emergencia hasta que la carretera esté reparada o expedita al tráfico con seguridad.
  - La ABC comenzará la preparación del diseño y aprobará las medidas preventivas.
- 6) Si la lluvia se ha detenido por más de tres horas continuas, el Supervisor verificará la ocurrencia de desastres en la sección y si la carretera está en condiciones seguras.
- 7) Si el Supervisor confirma que la carretera está en condiciones seguras, comunicará al Ingeniero de Seguimiento el desactivar el nivel de alerta a fin de habilitar el tramo de la carretera que fue afectado.

**2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO****2.1 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE ALTO RIESGO**

Los instrumentos deben ser instalados y monitoreados en los taludes críticos, para de este modo saber la velocidad y la magnitud de los deslizamientos. Este sistema de monitoreo localizado significa poder establecer la alerta temprana para puntos críticos, además de ofrecer información que permitirá el diseño de las medidas preventivas; mientras que el sistema de monitoreo de la precipitación pluvial significa la manera de establecer la alerta temprana para áreas extensas.

La selección del lugar y el tipo de instrumentos a emplear, deberá ser definido por un ingeniero geotécnico experimentado, quién se basará en la cantidad y la calidad de la información que pueda proporcionar el Supervisor. Es de mucha importancia que todos los instrumentos adviertan inmediatamente al responsable del control del talud sobre cualquier señal de movimiento que ponga en riesgo la estabilidad del mismo. Existen sistemas automáticos que se encargan de ello, monitoreando, recolectando, almacenando y transportando datos a los centros de control u operadores responsables. El sistema de medida automático se introduce en el anexo del presente procedimiento. El lugar dónde se realizará este tipo de monitoreo se selecciona cuando se realiza el Inventario de Estudio de Desastre de Carreteras establecido en el Procedimiento I – Determinación de Puntos Críticos y en la Inspección Detallada del Procedimiento II – Mantenimiento Rutinario.

El Sistema de Alerta Temprana, que efectúa un mejor uso del sistema de monitoreo, se instalará en los taludes para proteger al tráfico vehicular de los desastres que pudieran ocurrir mientras se realicen y terminen los trabajos de prevención. Como ya se mencionó anteriormente la selección de los instrumentos de medición y control deberá ser realizada por un ingeniero experimentado, sin embargo, se sugiere el uso de la Tabla 2.1

como procedimiento. En cuanto al tipo de monitoreo (automático/manual) a ser utilizado, se recomienda que para carreteras muy importantes o para lugares que deban ser monitoreados con instrumentos y cuya accesibilidad dificulta su control, se instale un sistema de monitoreo automático.

**2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO****2.2 INSTRUMENTACIÓN**

La Tabla 2.1 muestra los tipos de instrumentos a ser utilizados para obtener información acerca de los desastres.

Tabla 2.1 Instrumentos para Alerta Temprana

<b>Ítems</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Información que proporciona</b>	<b>Aplicable al Desastre</b>
Detección de Caída de Rocas	Detector de caída de rocas	Información directa de la caída actual o falla ocurrente de rocas	Caída de rocas Falla de Masa rocosa Flujo de mazamorra
Movimiento de la Superficie del Talud	Extensómetro de Cable Eléctrico - Óptico Distanciómetro	Información de grandes desplazamientos que exceden los criterios estándar establecidos.	Derrumbe Caída de rocas Falla de Masa Rocosa Deslizamiento Falla del Terraplén
Conducta de la Superficie del talud	Medición de fracturas Medidor de inclinación de superficie	Información acerca de cambios acelerados en las variables medidas. (El criterio estándar a ser estudiado y determinado en cada talud.)	Derrumbe Caída de rocas Falla de Masa Rocosa Deslizamiento Falla del Terraplén Estructura de la carretera
Movimiento Superficial	Inclinómetro de barreno Barreno Extensómetro	Información acerca de cambios acelerados en las variables medidas. (El criterio estándar a ser estudiado y determinado en cada talud.)	Deslizamiento
Nivel del Agua Subterránea (presión de Poro)	Medidor del Nivel del Agua Piezómetro	Información acerca de cambios en el nivel de agua o presión de poros. (El criterio estándar a ser estudiado y determinado en cada talud.)	Deslizamiento Derrumbe
Precipitación	Medidor de lluvia o pluviómetro.	Información de la precipitación pluvial para el análisis de la relación con otros resultados de medición. Para el control de tráfico	Para todos los desastres

## 2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO

### 2.3 NIVEL DE ALERTA

Basado en el extensómetro de cable que usualmente se emplea para monitorear los deslizamientos en Japón, el tiempo restante (Tr) a la falla (derrumbe) está en función de la velocidad de movimiento de la superficie del suelo ( $\epsilon$ ). Como resultado del anterior análisis, se generó en Japón el siguiente criterio para los resultados del extensómetro de cable.

Tabla 2.2 Criterio del Movimiento de Deslizamiento (Extensómetro de Cable)

Nivel de Alerta	Criterio	Desplazamiento Diario (mm)	Desplazamiento Mensual (mm)
Precaución	Cambio Latente	$\geq 2 \times 10^{-2}$ mm	$\geq 5 \times 10^{-1}$ mm
Nivel de Alerta 1	Etapa semi-establecida	$\geq 1 \times 10^{-1}$ mm	$\geq 2 \times 10^0$ mm
Nivel de Alerta 2	Etapa establecida	$\geq 1 \times 10^0$ mm	$\geq 1 \times 10^1$ mm
Nivel de Alerta 3	Etapa urgente	$\geq 2 \times 10^1$ mm	$\geq 5 \times 10^2$ mm

Los valores mostrados en el ejemplo de arriba, son el resultado de la acumulación de muchos datos obtenidos en el estudio de desastres de talud en Japón. Estos datos, que no sólo corresponden a extensómetros de cable sino también a inclinómetros, fueron sucesivamente acumulados y estudiados para encontrar una relación con la ocurrencia de desastres. Se han establecido criterios normales para el control de carreteras o compañías de vías férreas en Japón basados en el resultado de los monitoreos, tal como se muestra en los anexos de este procedimiento. En Bolivia, sin embargo, sólo los extensómetros de cable pueden ser el sistema monitoreo normal para los puntos críticos de alerta temprana.

### 2.4 ACCIONES DE RESPUESTA A EMERGENCIAS (ANTES DEL DESASTRE)

Las acciones a ser tomadas en la fase de prevención (antes del desastre) se realizarán según 4 niveles de alerta. Inicialmente y definitivamente estos niveles dependerán del monitoreo de los puntos críticos.

Las acciones se tomarán como sigue, basándose en los niveles de alerta.

Tabla 2.3 Criterios y Acciones en los Niveles de Alerta

Nivel de Alerta	Desplazamiento Diario (mm)	Desplazamiento Mensual (mm)	Resumen de Acciones
Precaución	$\geq 2 \times 10^{-2}$ mm	$\geq 5 \times 10^{-1}$ mm	OP: informar al SV,
Nivel de Alerta 1	$\geq 1 \times 10^{-1}$ mm	$\geq 2 \times 10^0$ mm	OP: informar al SV, aumentar la frecuencia del monitoreo, SV: inspeccionar el punto
Nivel de Alerta 2	$\geq 1 \times 10^0$ mm	$\geq 1 \times 10^1$ mm	OP: informar al SV, SV: inspeccionar, ver el punto, quedarse en el punto, informar a la OR
Nivel de Alerta 3	$\geq 2 \times 10^1$ mm	$\geq 5 \times 10^2$ mm	Cerrar la carretera en ese punto

OP: Operador de Monitoreo, SV: Supervisor, OR: Oficina Regional ABC

#### Precaución

- 1) El movimiento en el punto de monitoreo registra valores que alcanzan el nivel de alerta "Precaución" mostrados en la Tabla 2.3.
- 2) El operador del monitoreo informa al Supervisor tener Precaución

**2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO****Nivel de Alerta 1**

- 1) El Nivel de Alerta 1 se activará cuando el movimiento en el punto de monitoreo alcance el valor determinado en el desplazamiento correspondiente al nivel de alerta 1, según se muestra en la Tabla 2.3.
- 2) El operador del monitoreo en el punto de ocurrencia debe ser el primero en comunicar la alerta al Supervisor y preguntar sobre la activación del Nivel de Alerta 1.
- 3) El Supervisor verificará el estado de ese punto, además de la seguridad y transitabilidad de la carretera.
- 4) El operador del monitoreo deberá continuar con los trabajos de monitoreo con mayor frecuencia.

**Nivel de Alerta 2**

- 1) El Nivel de Alerta 2 se activará cuando el movimiento en el punto de monitoreo alcance un determinado desplazamiento correspondiente al valor del nivel de alerta 2, según se muestra en la Tabla 2.3.
- 2) El operador del monitoreo comunicará al Supervisor para poder activar el Nivel de Alerta 2.
- 3) Una vez que se active la alarma de emergencia, el Supervisor comunicará al Ingeniero de Seguimiento y al Jefe Regional las condiciones y ubicación de la emergencia.
- 4) El Supervisor realizará una inmediata inspección de emergencia al punto, verificará la estabilidad del talud y la condición de la carretera, comunicando las mismas al Ingeniero de Seguimiento.
- 5) El Supervisor bajo la autorización del Ingeniero de Seguimiento deberá permanecer en el punto del evento.

**Nivel de Alerta 3**

- 1) El Nivel de Alerta 3 se activará cuando el movimiento del talud en el punto de monitoreo alcance el valor de desplazamiento correspondiente al nivel de alerta 3, según se muestra en la Tabla 2.3.
- 2) El Supervisor comunicará el nivel de alerta 3 al Ingeniero de Seguimiento y al Jefe de la Oficina Regional.
- 3) Cuando el Nivel de Alerta 3 sea activado, el Supervisor cerrará el punto crítico de la carretera, con la aprobación de la Oficina Regional de la ABC.
- 4) El Ingeniero de Seguimiento y el Jefe Regional deberán informar a las organizaciones relacionadas, de la siguiente manera:
  - Advertir a los puntos de cobro de peaje sobre la situación de la emergencia.
  - Instalar señales preventivas e informativas.
  - Advertir a la policía de tránsito sobre el cierre de la sección o del tramo carretero.
  - Advertir a los usuarios sobre el cierre de la sección o tramo por un cierto periodo de tiempo definido por la autoridad caminera.
  - Informar sobre desvíos o caminos alternativos.
  - Coordinar las tareas de emergencia con las Micro-empresas, policía, puntos de peaje y las comunidades locales.
- 5) Una vez que la sección esté cerrada se tomarán las siguientes acciones:
  - Las Micro-empresas instalarán señales de advertencia e información.
  - El Supervisor y personal de la ABC encontrarán y establecerán un desvío o camino alternativo.

**2 ALERTA TEMPRANA EN PUNTOS DE ALTO RIESGO**

- El lugar del desastre será rehabilitado lo más pronto posible.
  - El Supervisor inspeccionará la sección afectada.
  - La ABC obtendrá equipo y obreros para las medidas de emergencia y empezará la construcción y rehabilitación de la sección afectada.
  - El Supervisor permanecerá en la sección de emergencia hasta que la carretera esté reparada.
  - La ABC preparará un plan y aprobará las medidas preventivas a tomar.
  - La ABC preparará los recursos económicos necesarios para la rehabilitación.
- 6) Si el Supervisor confirma que la carretera está en condiciones seguras, se abrirá la sección de la carretera cuando el nivel de alerta haya sido desactivado.

## **APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

**(PARA REFERENCIA FUTURA)**

El contenido de este apéndice fue extraído de las siguientes publicaciones.

**JICA, Marzo 2002. Procedimiento III: Procedimiento para Alerta Temprana e Investigación de Sitio.  
El Estudio sobre Gestión de Desastres de Talud para Carreteras Federales en Malasia.**

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

En este procedimiento, están recomendados sistemas de monitoreo simples y de bajo costo. Este Anexo introduce más sistemas de alerta temprana y criterios para estudios posteriores y a realizarse en el futuro. También introduce otros instrumentos para el monitoreo de desastres en talud.

**III-1 ALERTA TEMPRANA****III-1.1 ALERTA TEMPRANA PARA ÁREAS EXTENSAS****(1) Estaciones meteorológicas de monitoreo**

Es un hecho que la lluvia es uno de los principales factores de amenaza para que se produzcan desastres de talud. ¿Que clase de lluvia podrá influenciar los desastres concernientes con el levantamiento topográfico y las condiciones geológicas en las áreas respectivas? De acuerdo con varias condiciones peculiares, la llovizna en grandes periodos de tiempo o la lluvia fuerte en periodos cortos, sin mencionar la lluvia fuerte en periodos largos, podrían ocasionar un desastre. Como el manejo de desastres en carretera, no implica efectuar solamente trabajos de prevención contra taludes peligrosos sino también la observación de la precipitación y un control apropiado de tráfico basado en la indispensable información de precipitación, el monitoreo de la lluvia será útil para un manejo comprensivo de la carretera, así como el control de tráfico durante lluvias fuertes.

El control de tráfico durante lluvias fuertes esta basado en factores experimentales o conocimientos estadísticos y se observa que el número de fallas en taludes aumenta remarcablemente cuando la cantidad de lluvia sobrepasa los valores de medición.

Estándares generales para una observación de precipitación en el Japón se realizan cuando una estación cubre un área de por lo menos 50 Km<sup>2</sup>, el promedio de cobertura por estación es un área de 17 Km<sup>2</sup>, y muchas estaciones de observación, con tecnologías

de radar han sido instaladas en todo el país. La información obtenida por punto de estudio y la observación de radar es complementada y analizada efectivamente. Esto contribuye a la confiabilidad de la información, abasteciéndonos de información en intervalos cortos y rápidamente. Luego, las observaciones adicionales son instaladas en áreas peligrosas de acuerdo con la importancia de la situación de tráfico.

Bolivia ya tiene un sistema de monitoreo de precipitación en SENAMI, obviamente no es suficiente para monitorear las carreteras nacionales. Es recomendable para el programa primario de prevención de desastres implementar un sistema primario de medición de lluvias mediante estaciones de medición a cargo de las micro-empresas y del manejo de desastres para las carreteras nacionales, tal como se menciona en este procedimiento. Las micro-empresas y los supervisores tendrán como obligación controlar los niveles de alerta, basados en las observaciones de lluvia.

Simultáneamente, considerando el manejo operativo de los desastres en carreteras, la manera de como el control de tráfico podrá ser conducido efectivamente será una de las tareas más importantes. Para el control efectivo del tráfico, existen dos prerrequisitos importantes a ser considerados. El primero es el índice de asentamiento de lluvias peligrosas, y el otro es la medición acertada y oportuna de acuerdo al índice. En procura de examinar los ítems, la observación realizada en las bases diariamente, será insuficiente para proporcionar información efectiva. Consecuentemente la observación de la precipitación pluvial por horas es altamente requerida.

Adicionalmente, la observación efectuada mediante instrumentos automáticos de medición con la información troncal, parecen razonables y recomendables para los puntos de observación fijados, debido a las consideraciones de fiabilidad de la



**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

información, la necesidad de la información de lluvia por horas y el costo de instalación incluyendo el costo del equipo.

**(2) Criterio**

Empíricamente sabemos que en Bolivia el riesgo de desastres de talud aumenta con lluvias fuertes y prolongadas.

El valor para el criterio de alerta temprana por precipitación pluvial, será establecido en concordancia con las varias condiciones de cada sección de la Red Vial Fundamental como sigue, esto porque la alerta deberá estar vigente en un área bastante amplia y deberá afectar a viarias personas.

Como el primer paso de alerta temprana, el criterio en Bolivia podrá ser el que se usa en el Japón. El método JR (vías férreas del Japón) y JH (carreteras Japón) adopta los valores mostrados en las Figuras A1-1.3 y A2-1.4, que no son complicados y se los podría aplicar en Bolivia. Como sea, la clase de lluvias que se producen en Bolivia no es la misma que las del Japón. En consecuencia se recomienda recolectar la información (registro de precipitación) y estudiar la relación entre la precipitación y los desastres. El criterio debería mejorar basándose en esto.

Tentativamente el procedimiento que está siendo recomendado adoptar para el manejo de carreteras bolivianas es el método JH para el control de tráfico en precipitaciones fuertes.

Varios métodos, para evaluar la relación entre la precipitación y los desastres, tales como, derrumbes y mazamoras, han sido propuestos y aplicados en el Japón como sigue.

**a) Método de la Precipitación por Hora**

El método de medición por hora puede ser realizado para establecer un indicador de intensidad de lluvia. Es un buen indicador causal de fallas superficiales de talud (generalmente <1m metro de profundidad)

**b) Método de Acumulación de Lluvia**

La lluvia acumulada (sumatoria de lluvias precedentes sin discontinuidad) es más representativa para casos de derrumbes o deslizamientos que la lluvia fuerte de periodos cortos.

$$R = \sum Ri \quad (Ri : \text{precipitación por hora en } i \text{ horas antes})$$

*Si la lluvia paro por tres horas Ri deberá ser 0.*

Este es el método más simple aplicable a situaciones urgentes de evaluación y es ampliamente usado en el manejo de carreteras de montaña en el Japón.

Este método es más confiable que el método de medición de lluvia por horas, de todas formas, todavía se encuentran errores en la predicción de desastres.

**c) Método Combinado de Medición por Hora y Acumulación de Lluvia**

La combinación de los métodos a) y b) es más confiable que su aplicación por separado.

Este método es utilizado para las vías férreas del Japón (Figura A1-1.1).

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

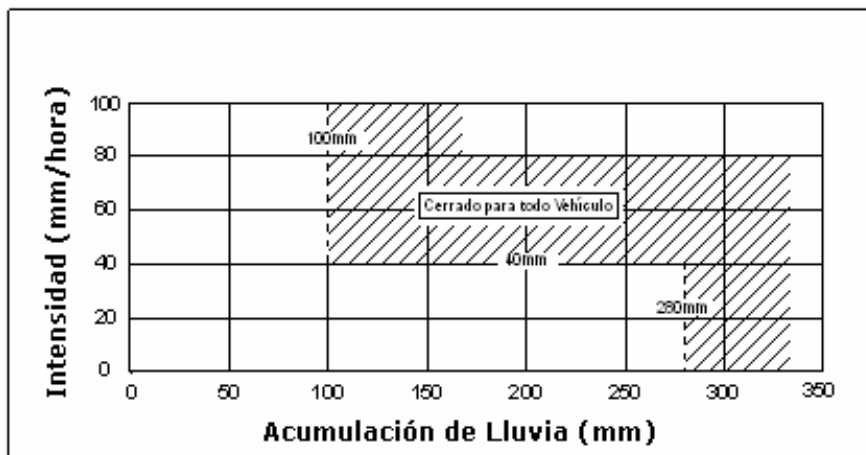


Figura III-1.1 Criterio Recomendado para el Control de Tráfico

**d) Método Efectivo de Precipitación**

La precipitación efectiva se define como la lluvia acumulada con atenuación por el efecto de escape de la lluvia precedente. Se explica por la siguiente fórmula.

$$R = \sum A_i R_i$$

( $A_i = 0.5 i/T$ ,  $T$ : el nivel medio de permanencia del agua en el suelo (dependiendo de la geología))

Este método es adoptado por varios administradores de carreteras en el Japón, incluyendo autopistas y carreteras federales.

**e) Método de Almacenamiento de Agua en el Suelo**

El cambio de volumen de agua en el suelo, será evaluado usando el método de análisis tipo tanque.

Siendo adoptado en un programa especial de alerta temprana de desastres esta en uso en un sistema de pronóstico mediante una red de radares.

El método efectivo de precipitación pluvial y el método combinado son comunes en el manejo de desastres en carreteras y vías férreas. Los siguientes son ejemplos de evaluaciones de lluvia basados en estos dos métodos.

**(3) Ejemplo de aplicación de Criterio**

**a) Método Efectivo de Precipitación Pluvial para la Administración de Carreteras en el Japón**

Para decidir el criterio con este método, la información de precipitación y el record de desastres de la región en los últimos 15 años deberán ser recopilados. La relación entre la precipitación y la ocurrencia de desastres ha sido claramente basada en registros de 15 años de información y graficada como se muestra en la siguiente figura. El ejemplo nos muestra que los desastres aumentaron entre 80 – 130 mm de lluvia efectiva. El valor de 80mm de lluvia efectiva podría ser decidido como criterio de alerta en lluvia por este resultado.

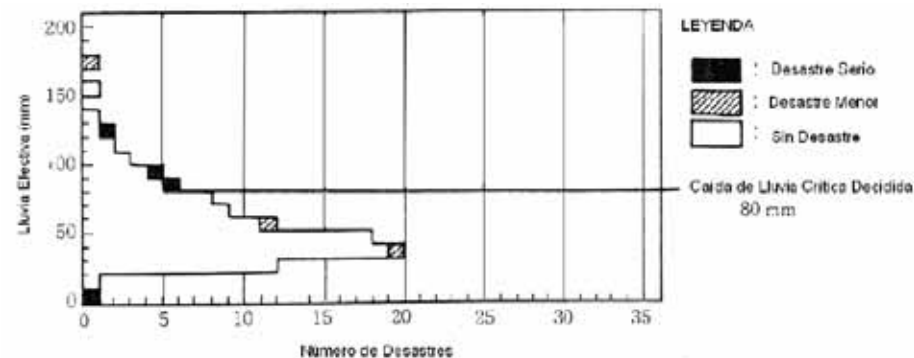


Figura III-1.2 Lluvia efectiva vs. desastres en 15 años (Ministerio de construcción del Japón)

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

**b) Métodos Combinados de Lluvia por Hora y Acumulación de Lluvia**

Las líneas férreas japonesas (JR) usan el siguiente gráfico para controlar el sistema de trenes. La Figura A1-1.3 muestra el ejemplo de control de trenes basado en la precipitación pluvial para el sistema de líneas férreas japonesas. El gráfico esta basado en la acumulación y la medición de lluvia por hora.

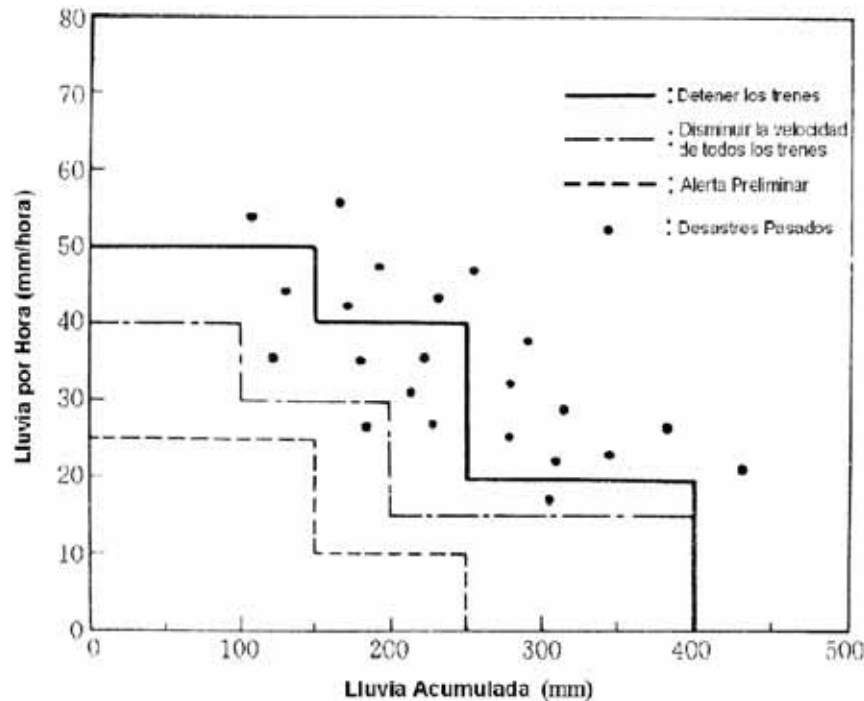


Figura A1-1.3 Control de Trenes Basado en la Precipitación por Líneas Férreas en Japón

La Corporación de Autopistas del Japón (JH), usa la siguiente grafica para control del tráfico. La Figura A1-1.4 muestra el gráfico para el ejemplo de control de trenes basado en la precipitación utilizado por la JH. El gráfico esta basado en datos acumulados de lluvias y registro de lluvias por hora. El área mostrada en la grafica se la debe considerar como un estado critico para las autopistas.

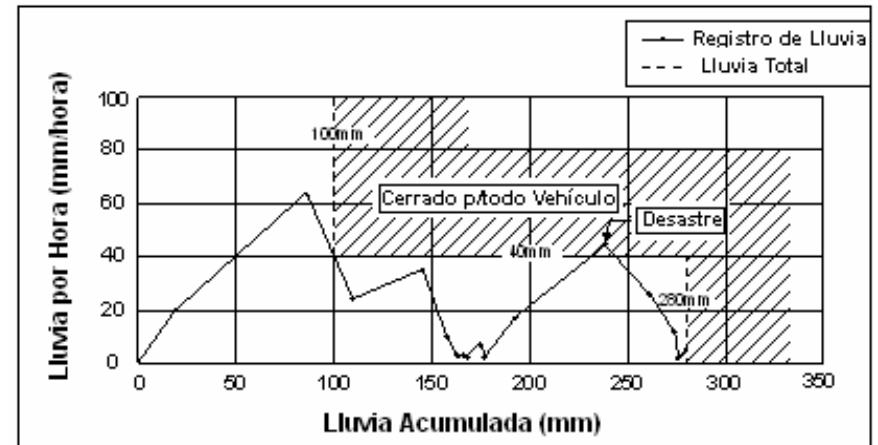


Figura A1-1.4 Control de Trenes Basado en la Precipitación por la Corporación de Autopistas del Japón

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA****(4) Instrumentos  
Ordenamiento**

El camino analizado es dividido en secciones que indican una condición de lluvia aproximadamente igual, e incluyen estaciones de observación de lluvia que se deben proporcionar a cada sección. Cuando la división es difícil, el distrito incluyendo el camino analizado es dividido en secciones, donde cada una tiene un área aproximada de 50 km<sup>2</sup>, con una estación de observación que debe operar dentro del área considerada.

**Selección de la ubicación**

La ubicación de la estación de observación a ser provista es seleccionada en el mapa de la siguiente manera:

- i) Ubicarla dónde la dirección del viento y la velocidad no muestra valor singular debido a la presencia de una topografía estrecha
- ii) Ubicarla sin una exposición excesiva, o con un escudo, contra el viento u otra condición singular de lluvia

La regla para la ubicación debe obedecer las siguientes condiciones:

- i) Contar con un terreno abierto con aproximadamente 10 m ancho o cuadrado, con un cambio limitado o localizado de flujo de aire.
- ii) Ninguna posibilidad de inundación
- iii) Conveniente para la observación e inspección de la patrulla
- iv) Ningún ataque de la vida salvaje, etc.

**Instrumentos**

Los instrumentos para la observación de la precipitación pluvial deben obedecer las siguientes reglas de autorización.

- i) Entrada

El diámetro normal de la boca de entrada para la medición de la precipitación pluvial es de 20 cm, y esta boca de entrada debe proporcionarse horizontalmente.

## ii) Letrero

El letrero que describe la ubicación, ID, nombre del instalador, año/mes/fecha de instalación, latitud, longitud, altitud, y nombre del personal encargado de la estación de observación, debe ser proporcionado cerca del instrumento instalado, además la estación debe contar con un cerco de protección alrededor de la ubicación.

## iii) Registro

Cuando se instala una estación de observación o ésta es contratada para un observatorio existente, el personal encargado para realizar la recolección de información de las precipitaciones pluviales, debe preparar el registro de tales precipitaciones adjuntando el mapa de ubicación correspondiente. El registro debería describir la ubicación de las estaciones de observación u observatorios y los datos para facilitar la construcción.

La Tabla A1-1.1 menciona alternativas o modos de efectuar la medición de la precipitación pluvial, comúnmente usados

**Tabla A1-1.1 Alternativas de medición a ser utilizadas para la Medición de Lluvia**

<b>Tipo</b>	<b>Observaciones</b>
Medición de lluvia manual	La lluvia es medida y su precipitación es registrada manualmente
Medición semi automática de lluvia	La lluvia se mide automáticamente y se graba usando un registrador gráfico
Medición automática de lluvia	La lluvia se mide automáticamente y el registro es grabado usando una unidad de registro de datos (almacenador de datos etc.).

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA****Personal de Observación**

Para la observación, la agencia encargada de las operaciones de recolección de datos de precipitaciones pluviales debe seleccionar al personal elegible que obedece las siguientes condiciones y contratar al mismo para este propósito:

- i) Personal que puede ser comprometido para que continuamente efectúe los registros, en momentos dados, durante un periodo largo de tiempo.
- ii) Personal que tiene el conocimiento necesario para manejar los instrumentos de auto-registro, cuando el observatorio está provisto con este tipo de instrumentos

La agencia a cargo de la observación y registro de precipitaciones pluviales debe desarrollar las directrices para que el personal seleccionado realice los registros y debe además distribuirlos.

Las directrices acerca de cómo efectuar las observaciones y registros deberían contener los siguientes temas:

- i) Objetivo y significado de la observación y registro de precipitaciones pluviales
- ii) Cómo usar los medios para la observación
- iii) Cómo ocuparse de los instrumentos de observación
- iv) Cautela para la aplicación de la observación y registro
- v) Estándares para las observaciones tal y como deben ser
- vi) Otros temas relacionados y necesarios

Las directivas para el personal de observación, deben contener los siguientes temas:

- vii) Cómo ocuparse del registro y observación y como informar los resultados de estas operaciones
- viii) El procedimiento para la asignación, relevos, nuevas designaciones o comisiones del personal encargado de estas tareas.

- ix) Almacenamiento y recambio de activos
- x) Otros temas necesarios

**Patrullaje de Control**

En orden de confirmar que la observación sea implementada sin fallas, el patrullaje se realiza entre estaciones de observación en un tiempo específico, revisando las condiciones de operación de los instrumentos. Se efectúan inspecciones periódicas al menos una vez al mes e inspecciones completas por lo menos una vez al año. Estas deberán ser realizadas revisando las condiciones de operación de los instrumentos y las condiciones de los lugares donde operan las estaciones de observación.

**Observación con pluviómetro de auto registro**

Durante las operaciones de registro pluviométrico con instrumentos de auto registro, ningún medio de auto registro es reemplazado ni registro de lectura es realizado.

**Llenado de Información**

Los datos de precipitación pluvial son llenados según el formulario especificado.

La asignación de trabajo debería ser establecida de antemano entre las personas relacionadas al tema, a fin de asegurar que las operaciones de llenado se desarrollen sin problemas.

**Verificación**

Antes de publicar los datos obtenidos, debe hacerse la comprobación completa de cada fase del llenado, asegurando la adecuación y calidad de los valores numéricos a ser publicados. Cualquier ambigüedad debe verificarse, aun si es que esta se encontró después de la comprobación. Cualquier error detectado debe corregirse según el procedimiento especificado.

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA****A1-2 ALERTA TEMPRANA EN TALUDES CON ALTO RIESGO****(1) Instrumentación**

Las amenazas o algún signo de que hay algo anómalo en un talud deben ser conocidos y registrados por la instrumentación y monitoreados sobre el talud, para proteger al tráfico vehicular de posibles desastres

El instrumento debe ser instalado en determinados taludes, sobre la base del tipo de desastre esperado.

Para el propósito de realizar el mantenimiento de carreteras, se requieren las de las acciones enunciadas más adelante para poder decidir la categoría de monitoreo en el talud. Las medidas deberán ser tomadas contra el alto riesgo de desastre de los taludes, los cuales son seleccionados mediante una inspección del talud en cuestión, tan pronto como sea posible. De todas formas, las medidas de prevención no podrán realizarse en todos los taludes de alto riesgo con la rapidez requerida. El Sistema de Alerta Temprana, que hace el mejor uso de los sistemas de monitoreo, deberá ser implementado en el talud para proteger al tráfico de los desastres, hasta la finalización de los trabajos de prevención. Estas acciones son:

- 1) Seleccionar taludes de alto riesgo mediante las Inspecciones de Talud
- 2) Seleccionar un talud, de entre los taludes de alto riesgo, para ser monitoreado, selección realizada sobre la base de niveles críticos e importancia de la carretera.
- 3) Decidir el método de control de talud, entre monitoreo automático o monitoreo manual. Si la carretera es muy importante o el acceso es difícil, se recomienda el monitoreo automático.

- 4) Decidir el tipo de instrumentos. La Tabla A1-2.1 podrá ser de utilidad para realizar una buena selección; de todas formas, la elección del instrumento puede ser realizada por ingenieros experimentados.

Es importante que todos los instrumentos, y en realidad todo el sistema de alarma, puedan advertir a los supervisores o a las oficinas de administración de carreteras tan pronto como lo descubran, el nivel de alarma correspondiente ante cualquier movimiento de talud, o señal registrada a través de un operador de monitoreo o a través de un sistema de información automático.

El sistema de información automático podría ser parte del sistema de medición y control automático, y procesará todos los trabajos monitoreados, tanto la recolección, almacenamiento y transferencia de datos automáticamente.

El sistema de medición automático debe planearse tomando en cuenta la condición de la deformación del talud, el objetivo de la medición, los ítems de medición, la frecuencia de medición, diseño y cantidad de instrumentos, el tipo de instrumento, el mantenimiento del instrumento y las condiciones del lugar. Básicamente el sistema consiste en un bloque de sensores, un registrador de datos, bloque de control, bloque procesador de datos, bloque transmisor, unidad de alarma, estabilizador de corriente y supresor de picos, además de una fuente de poder y UPS.

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

Tabla A1-2.1 Instrumentos para Alerta Temprana

Ítems	Instrumento	Notas	Desastre Aplicable
Detección de caída de roca	Detector de caída de roca	Para información directa de fallas actuales u ocurrencia de fallas	Caída de rocas Falla de masa rocosa Flujo de mazamorra.
Movimiento de la superficie del talud	Extensómetro de alambre Distanciómetro Electro óptico	Para alerta temprana basada en desplazamientos largos excediendo los estándares de criterios establecidos	Derrumbe Caída de rocas Falla de masa rocosa Deslizamiento Falla de terraplén
Comportamiento de la superficie del talud	Medidor de grietas Inclinómetro	Para recolectar información de cambios acelerados de los ítems medidos. (el criterio normal es estudiado y determinado para cada talud.)	Derrumbe Caída de rocas Falla de masa rocosa Deslizamiento Falla de terraplén Para estructura de carreteras.
Movimiento superficial	Inclinómetro de taladro Extensómetro de taladro	Para recolectar información de cambios acelerados de los ítems medidos. (el criterio normal es estudiado y determinado para cada talud.)	Deslizamiento
Nivel de agua superficial (Presión de los poros)	Medidor de nivel de agua Piezómetro	Para recolectar información de niveles de agua o presión en los poros (El criterio normal es estudiado y determinado para cada talud.)	Deslizamiento Derrumbe
Precipitación	Pluviómetro	Para el análisis de relación con otros resultados de medición Para el control de tráfico	Para todos los desastres

**(2) Criterio**

El régimen de lluvias, la geología y la densidad de vegetación de Bolivia son diferentes a las del Japón. Por tanto, no es seguro que un criterio normal pueda aplicarse en Bolivia. Es recomendable aumentar el monitoreo de los resultados, supervisando y estudiando el movimiento del suelo para desastres de talud, según se muestra en la Figure A1-1.1. Hasta que se hayan acumulado suficiente cantidad de datos, la Tabla A1-2.2 puede ser aplicada como un criterio inicial en Bolivia.

Al momento, la selección de los instrumentos a ser empleados, así como la ubicación de la estación de monitoreo serán decididos la opinión de un ingeniero geotécnico experimentado, que considerará lo siguiente:

- a) Nivel de riesgo
- b) Nivel de emergencia
- c) Importancia de la carretera
- d) Distancia desde la oficina de administración del mantenimiento de la carretera.

**Criterio Estándar basado en el Movimiento del Suelo**

Mediante un análisis cuidadoso de los resultados del monitoreo, podríamos saber cuan crítico es el talud.

La Figura III-1.5 muestra como ejemplo de monitoreo, una curva de predicción de deslizamiento, basada en la aplicación del extensómetro de alambre de actual uso en Japón. Como se muestra en la figura, el tiempo restante a la falla  $T_r$  es esperado determinando la velocidad de movimiento de la superficie del suelo  $\epsilon$ , usando la siguiente fórmula.

$$\log_{10} T_s = 2.3 - 0.9 \log_{10} \epsilon$$

**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

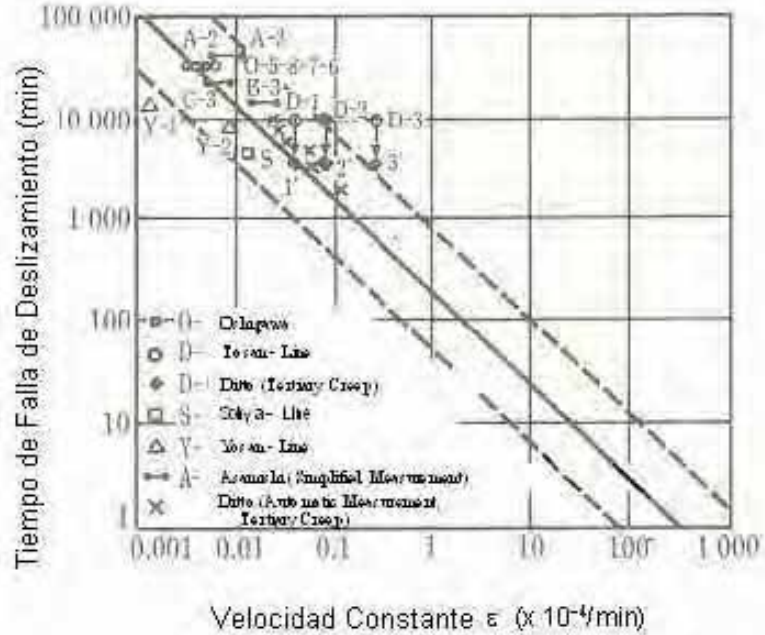


Figura A1-1.1 Tiempo de Falla de Talud – Velocidad de Desgarre o Separación (Extensómetro de Alambre)  
(Desgarre: conversión a un alambre de 10 m de largo)

Como resultado de lo anteriormente mencionado, se ha generado el siguiente criterio analítico sobre el extensómetro de alambre y vuelto común en el Japón.

Tabla A1-2.2 Ejemplo – Criterio Estándar de Alerta con el Extensómetro de Alambre

Criterio	Desplazamiento Diario (mm)	Desplazamiento Mensual (mm)
Estado urgente	$2 \times 10^1$ o más	$5 \times 10^2$ o más
Estado estable	$1 \times 10^0$ o más	$1 \times 10^1$ o más
Estado semi – estable	$1 \times 10^{-1}$ o más	$2 \times 10^0$ o más
Cambio Latente	$2 \times 10^{-2}$ o más	$5 \times 10^{-1}$ o más

Como se muestra en el ejemplo anterior, muchos datos fueron acumulados en el estudio de desastres de talud en el Japón. No sólo los datos del extensómetro de alambre, sino también los datos obtenidos con el inclinómetro, tiltmeter, y así sucesivamente acumulados y estudiados en términos de su relación con los desastres. Algún criterio estandarizado, basado en los resultados del monitoreo, ha sido establecido en las corporaciones de administración de carreteras o compañías de ferrocarriles en Japón

La Tabla A1-2.2 muestra el criterio estandarizado para desastres en carreteras, adoptado por El Comité de Estudios de Carreteras en Japón. Hay cuatro niveles de alerta basados en los resultados del monitoreo. Otras corporaciones emitieron un criterio diferente, pero ellos no pueden ser muy diferentes a los mostrados en la Tabla A1-2.3.



**APÉNDICE III-1 ALERTA TEMPRANA**

Tabla A1-2.3 Criterios Estándar (Medición de Lluvia Esperada)

Nivel de Alerta		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Acción		Inspección en sitio, Monitoreo frecuente	Llamada al Comité administrativo	Alerta preliminar, Medidas de emergencia	Nivel de peligro Evacuación
Extensómetro Barreno Extensómetro Medidor de distancias	Velocidad de desplazamiento de la superficie del tierra	>10 mm / 30días	5-50 mm / 5 días	10-100 mm /día	>100 mm /día
Inclinómetro	Velocidad y Desplazamiento de la superficie	>1 mm /10días	5-50 mm /5días	-	-
Medidor de inclinación	Velocidad de inclinación	10-50 segundos / 10días	-	-	-
Detector de caída de rocas	Detección de caída de rocas	Detección de cualquier caída de rocas	-	-	-

El monitoreo de la precipitación pluvial es más útil para áreas extensas, sin embargo desde el punto de vista económico, no es recomendable instalar un pluviómetro en un talud, debido a que los datos de lluvia pueden ser representativos para cierta área alrededor del mismo. El monitoreo de lluvia debería ser utilizado para el control del tráfico en áreas extensas.

El nivel de agua contenida en el suelo normalmente está muy relacionado con la precipitación pluvial. Teóricamente cuando el nivel de agua en el suelo es alto, el talud se pone inestable. Los niveles de agua de suelos encontrados en perforaciones en las que el deslizamiento comienza a ser activo, es definido como el nivel de agua crítico. La Figura A1-1.2 muestra como ejemplo una comparación entre el nivel del agua contenida en el suelo y el movimiento diario. El nivel crítico de agua se estima alrededor de NA-8 m en la figura.

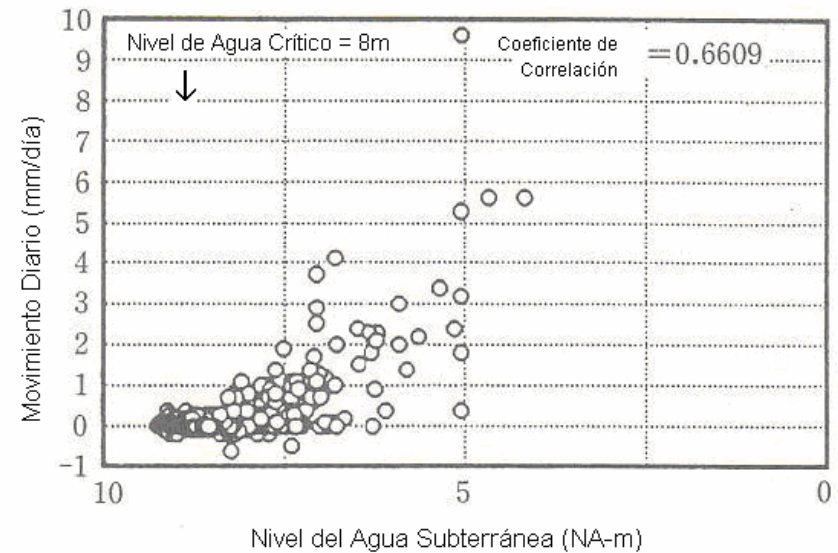


Figura A1-1.2 Comparación Típica entre el Nivel de Agua Contenida en el Suelo y el Movimiento Diario

## **APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

**(PARA REFERENCIA FUTURA)**

El contenido de este apéndice fue extraído de las siguientes publicaciones.

**JICA, Marzo 2002. Procedimiento III: Procedimiento para Alerta Temprana e Investigación de Sitio.  
El Estudio sobre Gestión de Desastres de Talud para Carreteras Federales en Malasia**

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

En este capítulo se introducen los instrumentos estándar sobre el sistema de alerta temprana y la investigación de campo. El principio específico y el procedimiento de cada método están descritos en ASTM, NB y documentos técnicos. Este capítulo describe principalmente las consideraciones para su implementación. Para el sistema de medición, una selección y el diseño de cada componente debe hacerse con la debida consideración de los aspectos evaluativos mencionados a continuación.

Tabla A2-0.1 Evaluación Estándar de Sistemas de Medición

Ítem de Evaluación	Estándar
Adaptabilidad	Libre ubicación del intervalo de medidas Valores de medición indicados a través de series de tiempo. Compatibilidad con el voltaje de la fuente de energía Compatibilización de exactitudes entre el equipo de medida y el sistema
Fiabilidad	Funcionamiento garantizado con protección para cada equipo contra descargas eléctricas indirectas y cambios de voltaje Función de almacenamiento auxiliar en caso de falla de energía.
Conveniencia	La adición de un sensor y de una estación local según lo requiera la situación, debe ser provista cuidando de mantener un estado presente de suministro de poder y un equipo de transmisión de datos La transmisión rápida del resultado de las mediciones
Resistencia al clima	Compatibilidad con particularidades climáticas, tales como áreas tropicales, etc. Impermeabilización superior y resistencia a la humedad Funcionamiento normal bajo las condiciones de temperatura esperadas

Facilidad de mantenimiento	Menor frecuencia de inspección Inspección a corto plazo
Economía	Sistema barato

Toda la variedad de instrumentos citados en este procedimiento están listados en la Tabla A2-0.2. El conveniente debería ser seleccionado por un ingeniero con experiencia, basado en la condición del sitio y/o condición de administración.

Tabla A2-0.2 Instrumentos para la Alerta Temprana

Tipo	Nombre del Instrumento
Fluctuación superficial	Extensómetro de alambre
	Medidor de inclinación (tipo tubo de agua)
	Medidor de inclinación (Electrónico)
	Superficie del lugar
	GPS
	Medición de humedad
	Medición de grietas (Manual)
	Medición de grietas (Automático)
	Detector de caída de rocas
Detector de derrumbe de talud	
Detector de derrumbe de terraplén	
Fluctuación subterránea	Inclinómetro
	Medición del esfuerzo de la tubería
	Extensómetro de taladro multi punto
	Inclinómetro in situ
Fluctuación de aguas contenidas en el suelo	Emisión acústica
	Depósito Regulador de Agua
Nuevos Métodos	Piezómetro
	Medidor de Desplazamiento tridimensional
	Sensor de fibra óptica

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-1 MEDIDAS DE FLUCTUACIÓN SUPERFICIAL****A2-1.1 Extensómetro de Alambre****(1) Instrumento**

El extensómetro de alambre se usa principalmente para entender los mecanismos del movimiento del deslizamiento. Si los deslizamientos se encuentran activos principalmente con grietas que aparecen en la superficie, el extensómetro del alambre se instala y se utiliza para observar y determinar el desarrollo de las grietas y los movimientos de tierra.

Como se muestra en la Figura A2-1.2, se instalan pilares (estacas) en ambos extremos del área analizada. El instrumento se coloca en uno de los extremos, mientras los alambres invar (alambre de níquel-cobre con coeficiente de expansión térmica bajo) se extiende hacia el otro. Este alambre, fijado a un pilar móvil, atraviesa el área analizada y se conecta al instrumento. Los alambres invar en el lado del pilar móvil son fijados, mientras que en el lado del instrumento son enrollados en un tambor. El tambor del extensómetro tiene forma magnetofónica en que una pluma magnetofónica se mueve paralela al eje de rotación del tambor y traza el gráfico del tiempo-desplazamiento. La exactitud real es aproximadamente de 1 mm, así que es difícil de descubrir cualquier actividad de deslizamiento latente. Además, este instrumento es casi insensible al movimiento en una dirección casi perpendicular a la dirección de alargamiento. Cuando el instrumento tiene que ser instalado en el lado del deslizamiento, es necesario traer el alambre invar tan cerca como sea posible en la dirección del movimiento.

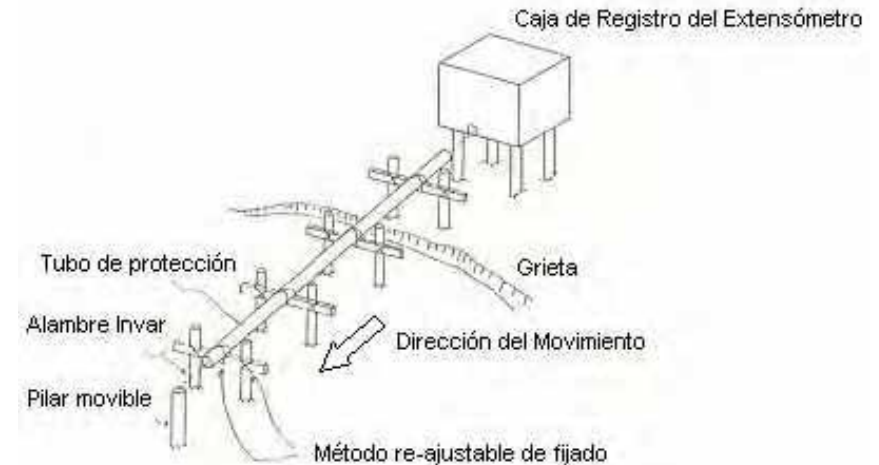


Figura A2-1.1 Diagrama Gráfico de Instalación del Extensómetro de Alambre

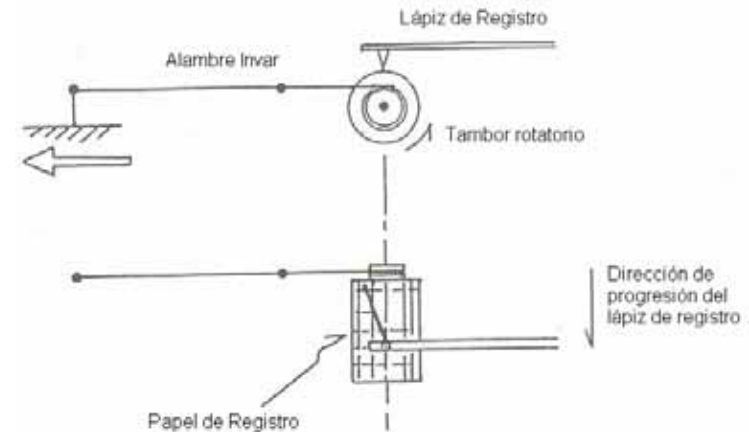


Figure A-1.2 Diagrama Explicando el Principio del Extensómetro de Alambre

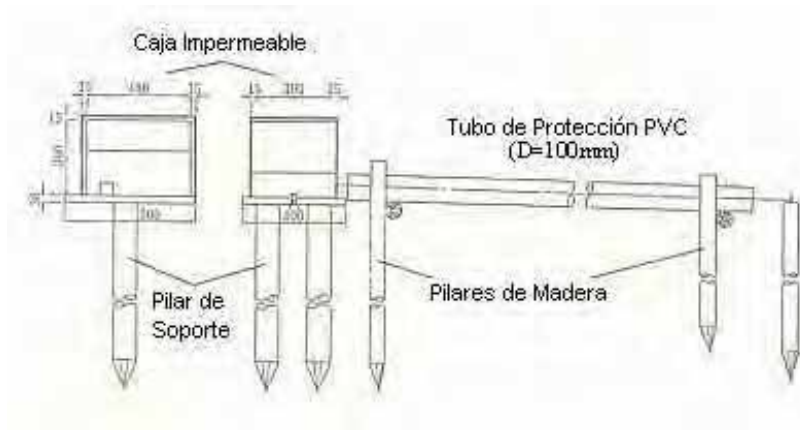
**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

Figura A2-1.3 Diagrama de Construcción Típico de la Caja que Cubre el Extensómetro de Alambre

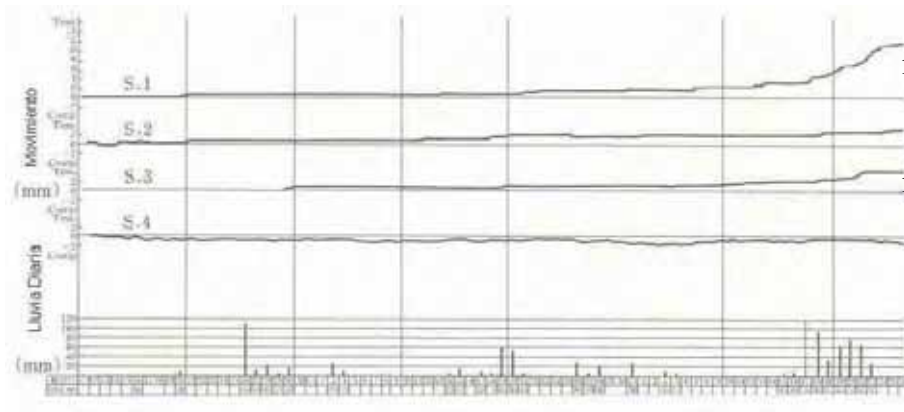


Figura A2-1.4 Resultado de Medición con un Extensómetro Instalado

**(2) Método de Instalación**

- i) La dirección para instalar el extensómetro de alambre debe estar acorde con la dirección del movimiento de deslizamiento tanto como sea posible. Según se muestra en (a) de la Figura A2-1.5, este instrumento generalmente se instala en ambos lados de una escarpa primaria. Los pilares no deben estar situados en lugares donde existan asentamientos.
- ii) La Figura A2-1.5, (b) muestra como se observa el movimiento relativo de una gran masa de bloque de tierra en ambos lados de la grieta en el área del deslizamiento. La instalación consecutiva de instrumentos como se muestra en (c), facilita la observación del movimiento absoluto del deslizamiento en conjunto, de la diferencia del movimiento de masa de bloque de suelo, y retraso del tiempo del movimiento entre bloques.
- iii) La Figura A2-1.5, (d) muestra la determinación del vector de movimiento, cuando la dirección de movimiento no es conocida.
- iv) Como el alambre invar está levemente torcido, un resorte de nivelación se coloca entre estos dos puntos. La revisión debe hacerse si la pendiente es bastante pronunciada, la altura del pilar de apoyo del tubo de protección del alambre invar es inestable, o la exuberancia de la vegetación en el lugar se presenta como estorbo para la observación. La distancia entre dos puntos debe ser de 10 m, o máximo 15 m.
- v) El tubo de protección del alambre invar se usa para prevenir el registro de valores anormales a través un escudo contra la luz del sol directa, viento, plantas animales, y otras influencias. Normalmente, se utiliza

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

cañería de PVC de 100 mm de diámetro. Después de la instalación de la tubería, la línea de nivelación debe reemplazarse por el alambre invar.

- vi) El extensómetro de barreno mostrado en la Figura A2-1.5 se usa para observar el movimiento en la posición de la superficie de deslizamiento, fijando el extremo del alambre invar al lecho de la roca en el fondo del barreno.
- vii) Los extensómetros podrían usarse para el monitoreo de la falla rocosa como se muestra en la Figura A2-1.5.



Figura A2-1.5 Instalación Típica del Extensómetro de Alambre

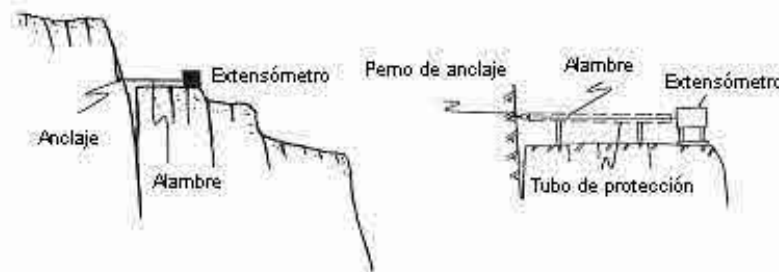


Figure A2-1.6 Monitoreo de Extensómetro de Alambre en Falla de Masa Roca

**(3) Medición, Mantenimiento, e Inspección**

- i) Al comienzo de la medición, la pluma de registro está posicionada en el punto de hora y fecha de inicio de medición, el nombre del lugar de ubicación y otros datos necesarios son incorporados en el papel de registro.
- ii) Cuando el tubo de protección del alambre invar está flexionado y tiene contacto con el alambre, el cambio diario de expansión/contracción puede ser registrado según la deformación que haya alcanzado el tubo de protección. En este caso, el tubo debe corregirse para mantener un espacio entre este y el alambre invar.
- iii) Cuando cualquier alargamiento súbito o repentino o ruidos discontinuos de expansión/contracción son registrados, estos pueden considerarse por causas como el arranque o desplazamiento del tubo, contacto de ramas con el alambre invar., después de una tormenta, y otras. El área alrededor del alambre invar debe verificarse, el tubo debe ser reparado y se deben remover los árboles de todo el rededor.
- iv) El caso de pérdidas de registros, plumas de grabación defectuosas, existencia de sobre golpes, el corte del alambre invar por fatiga del metal, o que la batería del reloj esté baja, etc., estos deben ser considerados. La inspección/mantenimiento regular debe ser efectuado al menos una vez por mes.

**(4) Llenado de Información y Criterio**

- i) Los datos resultados de la observación son llenados en el formulario de la curva del tiempo-movimiento, con estos datos, la lluvia diaria, y el nivel de agua superficial alrededor del punto de observación deben estar incluidos.
- ii) La determinación es hecha sobre la condición de deslizamiento, como ser el movimiento de deslizamiento de masa de suelo, la velocidad de movimiento, la relación

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

- mutua entre bloques de deslizamiento, y la dirección de movimiento, obtenida de la curva de tiempo – movimiento.
- iii) La averiguación es hecha dentro de la relación que existe entre la precipitación, nivel de agua en el suelo, etc. y la condición del movimiento para revisar el mecanismo de deslizamiento.
  - iv) Cuando el movimiento se acelera, con la inminente posibilidad de deslizamiento, el tiempo del derrumbe se predice.

dirección de la inclinación diaria. Es difícil determinar la escala de desastre y el patrón de cambio con sólo la observación de los resultados del medidor de inclinación. También deben tenerse en cuenta resultados de otras investigaciones para lograr un juicio global.

**A2-1.2 Medidor de Inclinación**

El medidor de inclinación se usa principalmente para determinar el cambio de inclinación de la superficie del suelo. Los sensores representativos usados en este inclinómetro son; de tubo de agua, acelerómetro tipo servo, transformador operacional, y del tipo de medida de tensión. El tipo tubo de agua se usa para la medición manual. Otros son eléctricos y se utilizan para la observación automática.

El lecho de fundación para el medidor de inclinación debería ser firme con la fundación de los pilares, así se evitan varios de los ruidos causados por los cambios de la capa de superficie debido al secado, humedecimiento, y escarcha así como el asentamiento de la tierra de la superficie bajo el peso del personal de observación y de especímenes de vida salvaje. (Figura A2-1.7)

Debería tomarse nota que el inclinómetro es sumamente sensible a deslizamientos con gran cantidad de cambio, excediendo el rango de las observaciones realizadas con mucha anterioridad. Para juzgar el cambio de inclinación se archivan los resultados de la observación; por la forma en cómo la inclinación acumulativa cambia en la dirección de la observación, por el diagrama de cambio de dirección de la inclinación, diagrama del cambio de inclinación diaria y el diagrama de cambio de

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

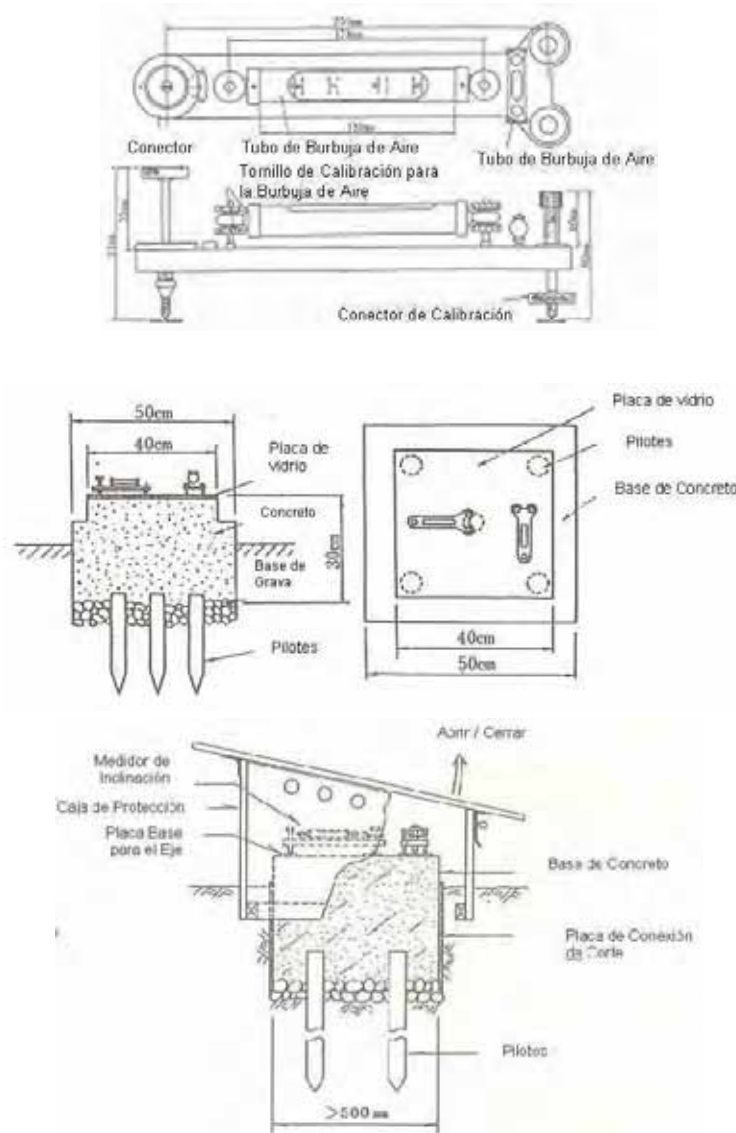


Figura A2-1.7 Instalación Típica de Medidores de Inclinación de Tubo de Agua

Los medidores de inclinación electrónicos son comunes para el monitoreo de la fluctuación de la superficie. Su método de instalación es similar al del medidor de inclinación manual. El típico medidor de inclinación electrónico se lo muestra en la Figura A2-1.8

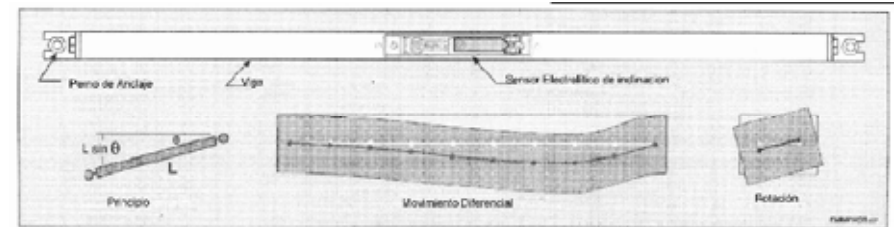


Figura A2-1.8 Medidor de Inclinación Electrónico



**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-1.3 Medición de la cantidad de cambio por estudio de campo**

La observación del punto-fijo es realizada en el talud usando instrumentos de recolección tales como una estación total, etc. Este método nos ayuda a la determinación del rango de cambio y proporción de cambio.

Para marcar los puntos fijos, es esencial afianzar los prismas reflexivos firmemente. Recientemente, una estación total que habilita la medida, sin usar el prisma reflexivo especializado, ha sido desarrollada; y se realizan esfuerzos para aplicar esta estación en puntos de observación de pendientes muy empinadas.

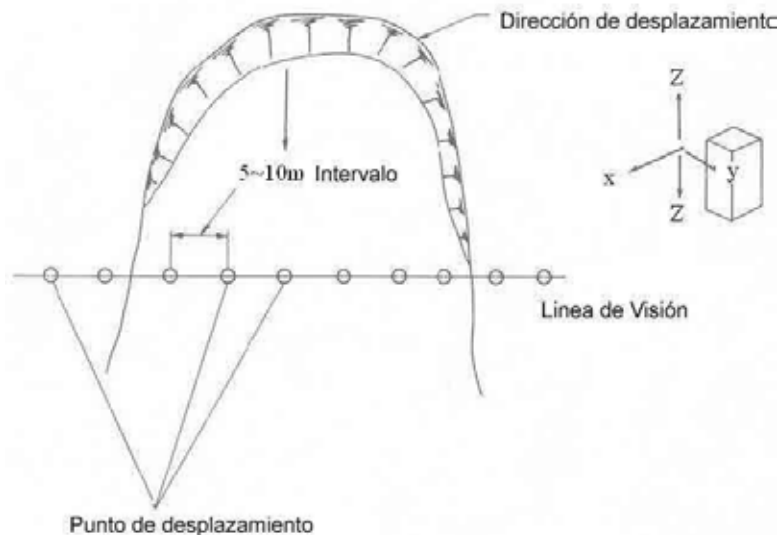


Figura A2-1.9 Vista de la Superficie de Estudio

**A2-1.4 GPS (Global Positioning System)**

Éste es un sistema de radio localización que usa satélites. Este método usa 24 satélites colocados a lo largo de una órbita de 20.000 Km. de la tierra y puede ser clasificado en los tipos según el método de utilización de proporción y los métodos de instalación/observación de receptores. El tipo estático, que se dice que es el que tiene menor error, se usa para áreas con deslizamientos.

La aplicabilidad a la observación de un talud está limitada, debido a la necesidad de tener una vista general, maquinaria de precisión, y un receptor costoso. El costo del equipo está bajando últimamente, y la utilidad de este se incrementará en el futuro, si la precisión de las medidas simplificadas se refuerzan a través de la implementación de un software.

La Figura A2-1.10 muestra un ejemplo típico del desplazamiento de un talud supervisado por un sistema que usa GPS. Este se llama de tipo real cinemático, incluyendo múltiples puntos receptores del GPS (puntos de medición), y un receptor de GPS (punto de referencia), situado en un punto que sea considerado inmóvil. Los datos de la observación de estos puntos se reúnen en un computador vía red, determinando y desplegando en tiempo real, relativos a un sistema de coordenadas tridimensionales (vector de línea base) entre cada punto de medición y el punto de referencia.

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

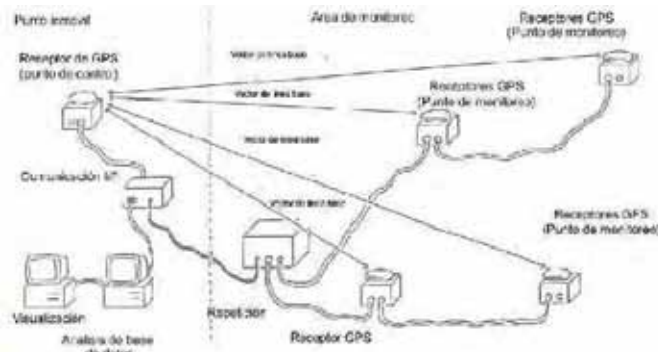


Figura A2-1.10 Sistema de Monitoreo Típico de Desplazamiento con GPS

**A2-1.5 Medición de Humedad**

La medición de humedad es comúnmente aplicada al monitoreo de la humedad estructural en construcciones o trabajos de ingeniería civil. La medición de humedad puede ser aplicada en el monitoreo de la humedad en rocas o en estructuras de medidas preventivas tales como muros de contención.

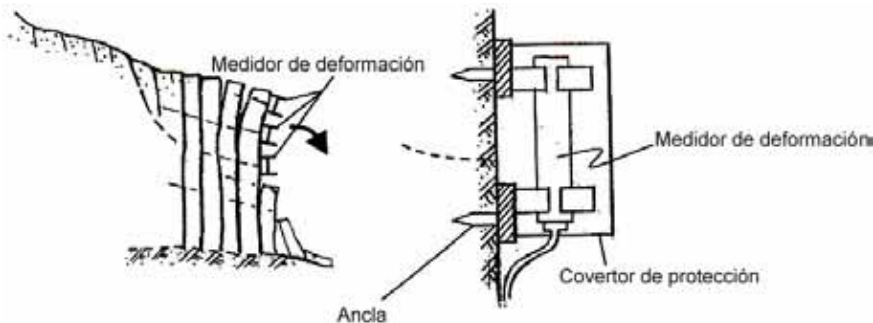


Figura A2-1.11 Ejemplo de Medición de Humedad en un Acantilado de Roca

**2.1.6 Medición de Grietas**

Para la medición de grietas se puede monitorear la rapidez con la cual una grieta se abre en una roca o estructuras de concreto. Varios tipos de medición de grietas son desarrollados como se muestra en las Figuras A2-1.12 y A2-1.13. La Figura A2-1.12 muestra una medición simple de grietas. La Figura A2-1.13 muestra tipos de medición automáticos.

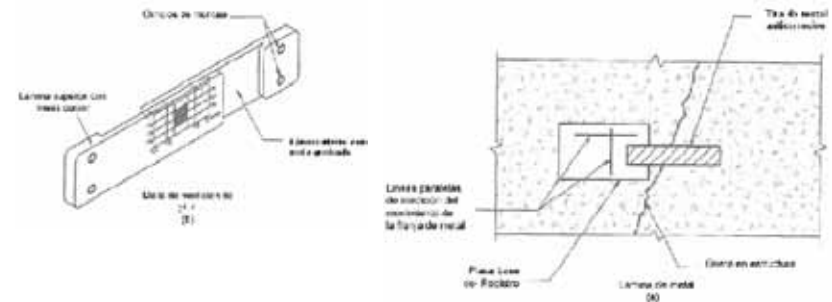


Figura A2-1.12 Medición de Grietas Manual (a) Medición de Grietas por Rejilla, (b) Tira de Metal

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

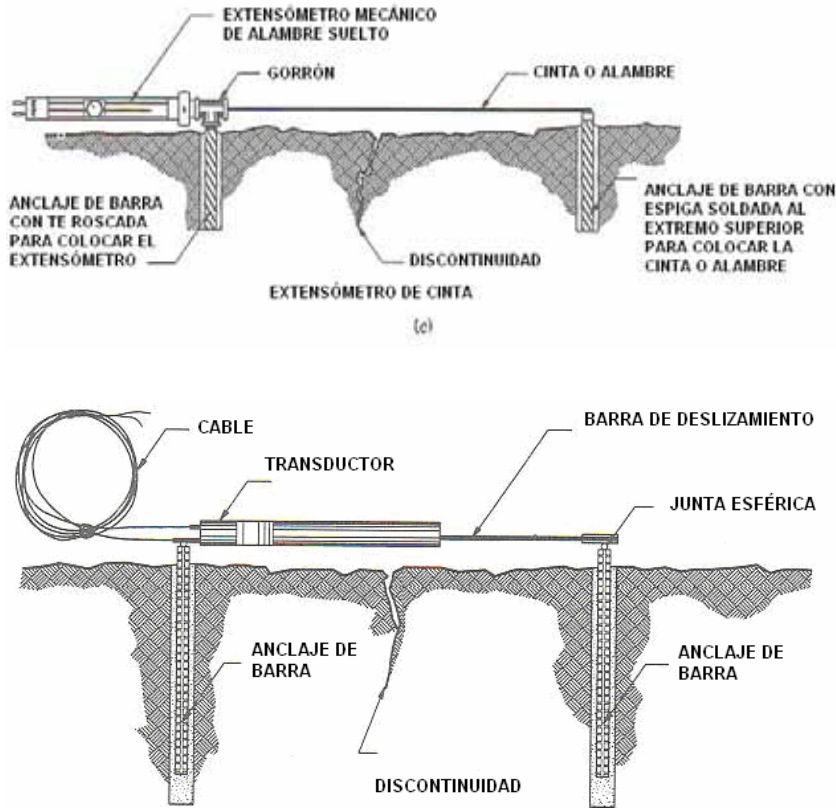


Figura A2-1.13 Medición Automática de Grietas  
(a) Extensómetro de Cinta (d) Medición de Grietas Electrónica

**2.1.7 Detector de Caída de Rocas**

Han sido desarrollados varios tipos de detectores de caída de roca. Tres tipos de detectores son comunes en las vías férreas de Japón, como se muestra en las Figuras A2-1.14 a A2-1.16.

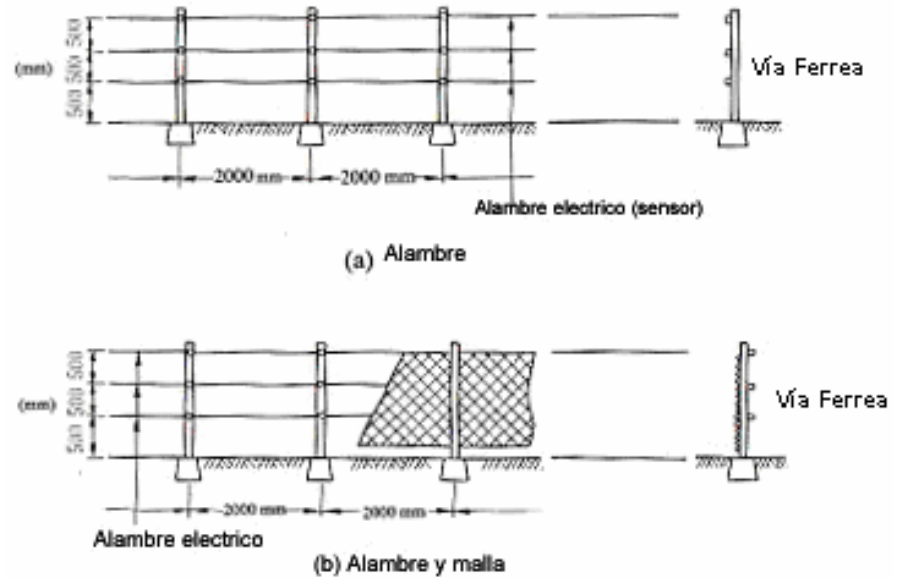


Figura A2-1.14 Ejemplo de Detector de Caída de Rocas (Vías Férreas Japón)

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

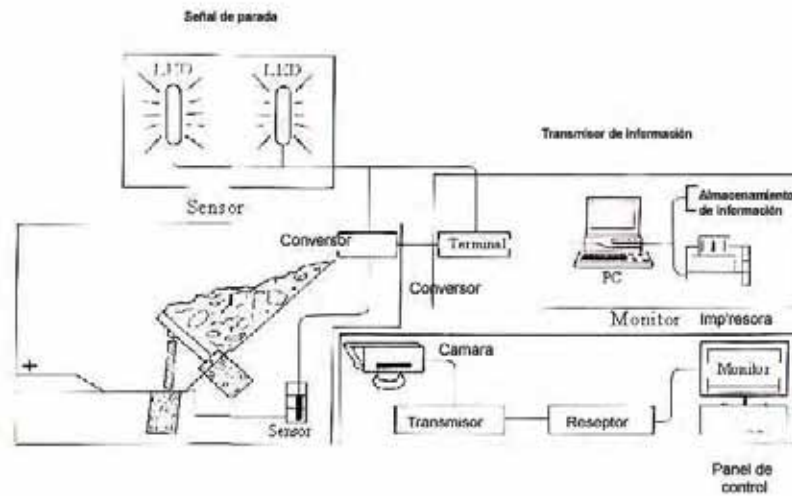


Figura A2-1.15 Ejemplo de Detector de Derrumbe de Talud (Vías Férreas Japón)

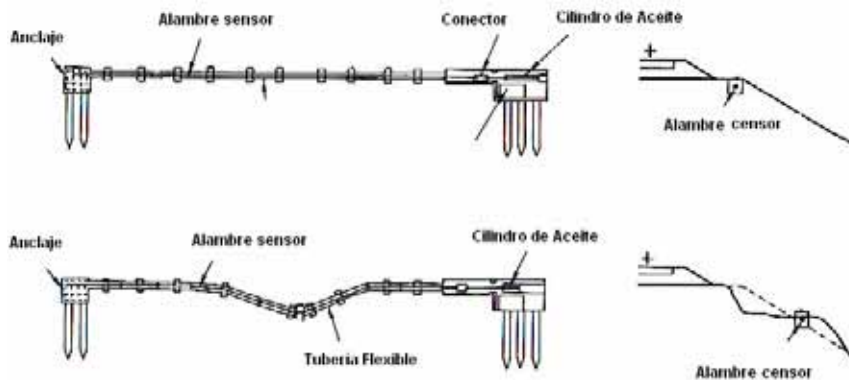
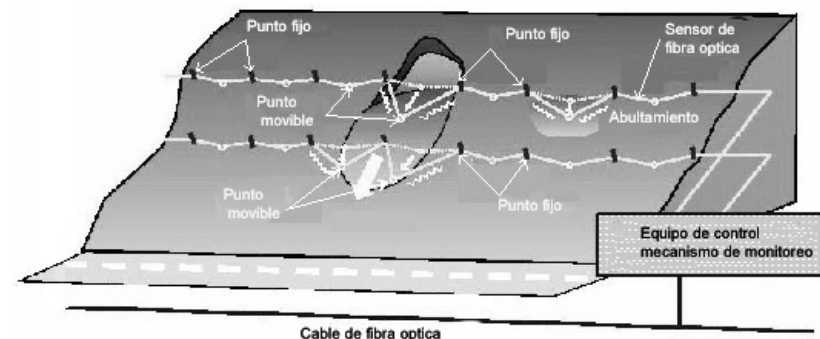


Figura A2-1.16 Ejemplo Detector de Derrumbe de Terraplén

**A2-1.8 Censor de Fibra-óptica (Nueva Tecnología)**

En el caso del censored de fibra-óptica, el propio censored funciona también como una unidad de transmisión, asegurando características apropiadas a la observación del talud de carretera, tales medidas sobre un área extensa, medidas en tiempo real, durabilidad superior, y la alta resistencia que este instrumento tiene. Inicialmente, la fibra-óptica como censored, utiliza la naturaleza, en la cual la pérdida de la transmisión ocurre cuando se flexa, principalmente detectando la deformación del talud e identificando la ubicación. Recientemente, los estudios son más activos tratándose de aplicar la tecnología de medir las tensiones con fibra-óptica, usando la esparción de luz Raman o la grilla de monitoreo de Bragg.

El uso del censored que cubre el área del alambre, se utiliza principalmente para monitorear continuamente el talud a lo largo de la carretera o área de observación dinámica en grandes deslizamientos. El sensor también se puede utilizar para monitoreos localizados, tales como medición de barreno y control de medidas preventivas. Se espera que la fibra óptica, superior en durabilidad, posibilite mediciones en tiempos más



largos que los sensores existentes.

Figura A2-1.17 Modelo de Monitoreo con Fibra Óptica

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-2 MEDIDAS PARA MEDIR FLUCTUACIONES POR DEBAJO LA SUPERFICIE****A2-2.1 Inclinómetro****(1) Instrumento**

Hay disponibles dos clases de inclinómetros tipo barreno, de tipo estacionario y de inserción. Esta sección describe al inclinómetro de sonda (tipo inserción) como un instrumento estándar de monitoreo.

En el inclinómetro de sonda, una guía delicada de tubería se inserta y se fija en un barreno y su ángulo de inclinación se mide continuamente insertando una probeta con un sensor interno, en la tubería. De este modo, este tipo de inclinómetro se utiliza para determinar la ubicación de la superficie de deslizamiento y el desplazamiento de la masa de suelo deslizante. Como se muestra en la Figura A2-2.2, el diagrama de la desviación acumulada de la cañería guía es preparada para un desplazamiento horizontal de 50 centímetros de longitud de sonda. Entonces, del cambio secular producido después de instalada la cañería guía, se estiman la ubicación de la superficie de deslizamiento, el desplazamiento y la velocidad del movimiento. Los inclinómetros de sonda pueden mantener la medición por el tiempo que la tubería de procedimiento permanezca normal.

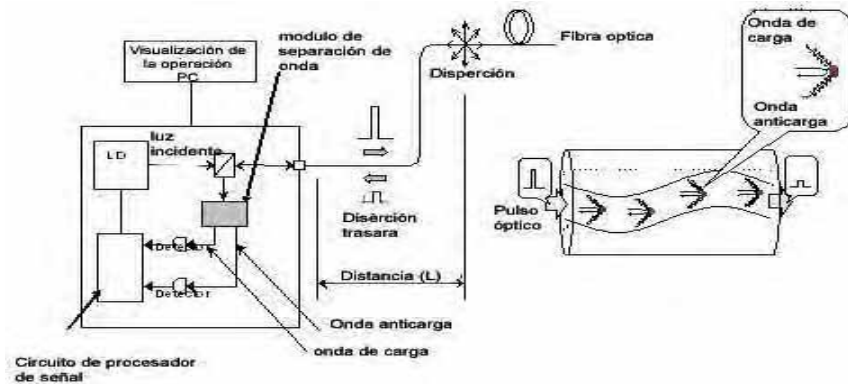


Figura A2-1.18 Principio de Sensor de Fibra Óptica

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

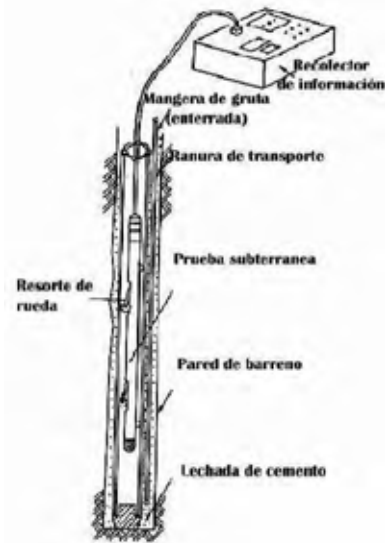


Figura A2-2.1 Diagrama de Medición Gráfica del Inclínómetro de Sonda

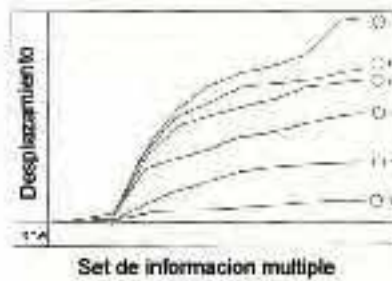


Figura A2-2.3 Diagrama Analítico Típico del Resultado de Medición de un Inclínómetro de Sonda

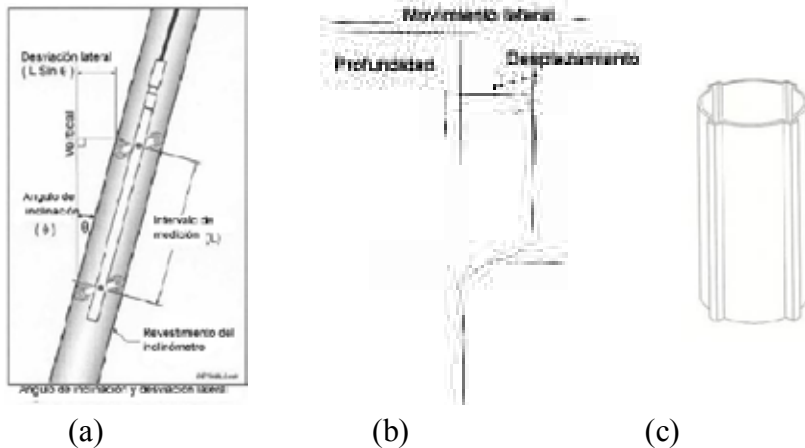


Figura A2-2.2 (a) Principios de Medición, (b) Diagrama de Detección, and (c) Tubería Procedimiento de la Sonda del Inclínómetro

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****(2) Método de Instalación**

- i) El barreno debe penetrar el lecho rocoso por debajo de la superficie de deslizamiento.
- ii) Es esencial taladrar verticalmente y directamente con flexión mínima. Poniendo recta la tubería guía, se puede minimizar el error de medición y registro de ruido que ocurre cuando acciones repetidas se realizan en la misma posición haciendo que una alta precisión de medida sea difícil.
- iii) Cuando la tubería guía se instala, la dirección de los ejes de medición debe estar de acuerdo con la dirección del movimiento del deslizamiento. Ninguna torsión debe aplicarse a la cañería en un esfuerzo por ajustar la dirección de la tubería guía durante la lechada. Durante la inserción de la cañería guía, no forzar la inserción mientras exista fuerza boyante resistente. En cambio, antes de la lechada, el extremo más bajo de la tubería guía, debe ser fijado al lecho de la roca. Un plan debería aplicarse y funcionar para permitir que la cañería pueda extenderse hacia arriba en condición recta y bajo la fuerza boyante de la lechada.
- iv) Proceder con la lechada del orificio entre el barreno y la cañería guía usando mezcla de cemento. La manguera de la lechada debe insertarse, junto con la cañería guía, junto al extremo más bajo del barreno, y la lechada debe hacerse desde el fondo de la excavación, así cuando se descargue la misma, la mezcla será descargada en el lado externo. Una lechada insuficiente ocasiona una tubería guía inestable, resultando registros con ruido.
- v) En la superficie del terreno, la cañería guía debería ser protegida de daño artificial o daño de la vida silvestres con

un tubo de protección o un recipiente subterráneo, después de haberse colocado la base de hormigón.

**(3) Medición, Mantenimiento, e Inspección**

- i) La medición debe empezar por lo menos en una semana o diez días después de la lechada, es decir, después de que la lechada asiente.
- ii) La longitud de la sonda es más de 50 cm, para que el torcimiento progresivo del orificio pueda hacer un pasaje para la sonda. Mientras el desplazamiento sea considerable (excediendo los 5 a 10 cm), una sonda de prueba se baja primero al orificio para prevenir su bloqueo.
- iii) Para la medición, se conectan la sonda, el cable, y el madero, con la sonda dentro de la ranura a lo largo de la guía hasta el fondo del orificio. Entonces, la fuente de alimentación de energía se enciende y la sonda se deja durante 20 a 30 minutos. Esto es necesario para prevenir un flujo ascendente de temperatura de valores registrados que ocurren debido al cambio de temperatura de la sonda durante la medición, porque existe una diferencia de temperatura entre la superficie y la parte inferior sobre la superficie de terreno.
- iv) Cada una de las marcas de profundidad marcadas en el cable se ponen en cero, cerca la boca del orificio la medición se realiza cada vez. En cada marca, se debe realizar la medición en los puntos más profundos. Cuando el valor de la medida actual difiere excesivamente del anterior, se debe realizar un chequeo para verificar si existe agua en el conector o si ha ocurrido algún corte o choque en la sonda.

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

- v) La sonda se levanta cada 50 cm exactamente, y se realiza la medición de cada profundidad midiendo la marca de la profundidad con la marca cero. Cuando se obtiene la información de esta manera en la superficie del terreno, la dirección de la sonda se invierte y la sonda se inserta al fondo del agujero. Cuando la lectura de medición del instrumento se pone estable, la medición ya se realizó.
- vi) La misma sonda debe usarse para todas las mediciones. Deberá la sonda anterior cambiarse si existiese alguna falla, el resultado de la medición debe revisarse cuidadosamente. Subsecuentemente la nueva sonda, si es que llego a cambiarse, debe ser utilizada constantemente.
- vii) El censor en la sonda es muy sensible y susceptible a la vibración y cortes. Durante el transporte, el censor debe tener un estuche de protección y manejó, pues esta hecho de cristal.
- viii) La sonda y los instrumentos deben revisarse dos y cuatro veces al año para asegurarnos la exactitud deseada en sus mediciones.
- ix) El conector del cable siempre debe guardarse limpio y seco. Un embalaje defectuoso puede deteriorar el conector.
- x) El cable debe ser manejado con cuidado para prevenir cualquier tipo de torsión. Desde que el cable es utilizado por algún tiempo, la longitud debe verificarse una vez al año.

**(4) Llenado de Datos y Criterio**

- i) De los datos de la observación, debe prepararse el registro de la medición y cálculo, mapa de distribución de desplazamiento con vectores X y Y para cada fecha, mapa del desplazamiento seguro, y un diagrama de contraste. El mapa de contraste debe incluir la fecha, precipitación

diaria, y niveles de agua subterránea alrededor de punto de estudio. Si es necesario debe prepararse un diagrama del vector que indica la dirección del desplazamiento en profundidades específicas, para determinar el movimiento del deslizamiento.

- ii) La posición de la superficie de deslizamiento es determinada, tomando en cuenta la desviación y el desplazamiento, del mapa de distribución de deslizamiento.
- iii) El tiempo de actividad del deslizamiento es determinado por el cambio secular del deslizamiento.
- iv) Se verifica el mapa de distribución del vector por la dirección de la desviación para ver si hay cualquier torcedura anormal de la cañería y si existe alguna desviación en la dirección del deslizamiento por profundidad.
- v) La profundidad en la que los cambios de dirección no deben identificarse fácilmente como la superficie de deslizamiento. El criterio se debe realizar después de la consideración global, con relación a los resultados de las muestras del sondeo, varios resultados de investigación in situ, lluvia, nivel de aguas subterránea y condiciones de movimiento.

**A2-2.2 Extensómetro de Barreno Multipunto**

El extensómetro de barreno multipunto determina el comportamiento de la masa del suelo en un deslizamiento a través de la medición directa de la extensión del alambre. Este alambre esta localizado a diferentes profundidades por debajo de la superficie de suelo y dirigido al punto superficial de la lechada.



**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

Este instrumento nos permite determinar la superficie del deslizamiento y el movimiento del mismo.

Este instrumento es recomendado para deslizamientos con grandes movimientos de tierra. La construcción es simple, sin embargo la instalación de este instrumento en el barreno es un poco complicada, solo requiere tiempo y cuidado.

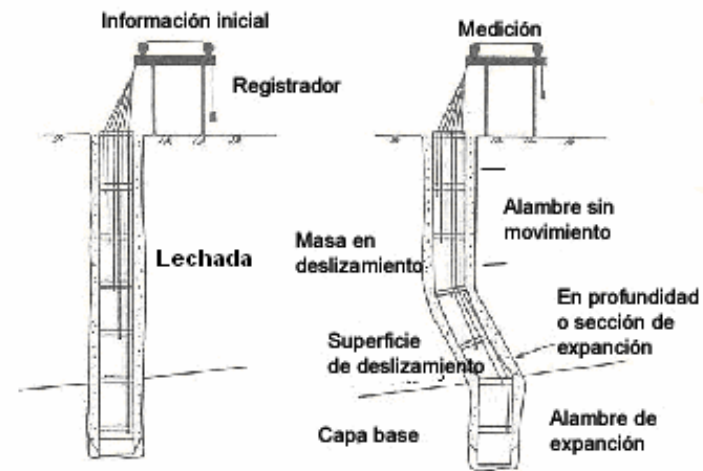


Figura A2-2.4 Concepto del Extensómetro de Barreno

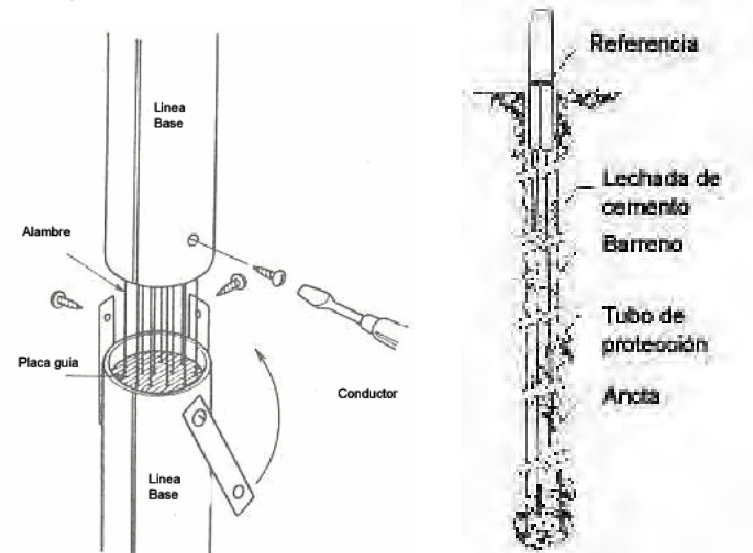


Figura A2-2.5 Diagrama de Conexión Detallada del Extensómetro del Barreno Multipunto

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-2.3 Inclinómetro in situ**

Convencionalmente, el inclinómetro in situ se ha usado para observar la condición de cambio alrededor de la superficie del deslizamiento, cuando la ubicación alrededor de la superficie de deslizamiento es vanamente confirmada. Recientemente, un inclinómetro económico y de alto rendimiento se pone en aplicación práctica. En ciertos casos, los inclinómetros pueden colocarse para confirmar el deslizamiento superficial.

Cuando se compara con el tipo de inserción, el tipo estacionario es ventajoso en aquellos casos donde es difícil la instalación repetida con alta exactitud, ya que puede eliminarse y que puede combinarse con mediciones automáticas o de control remoto y alarmas.

Debido a que el cable pasa a través de la cañería procedimiento o la tubería de PVC, el número de sensores que pueden instalarse por el orificio tiene un máximo de 12 a 16 para el tipo de cañería de procedimiento y 24 a 28 para la tubería de PVC dependiendo del tipo. Por lo menos uno de los sensores a ser instalados debe colocarse en el lecho rocoso.

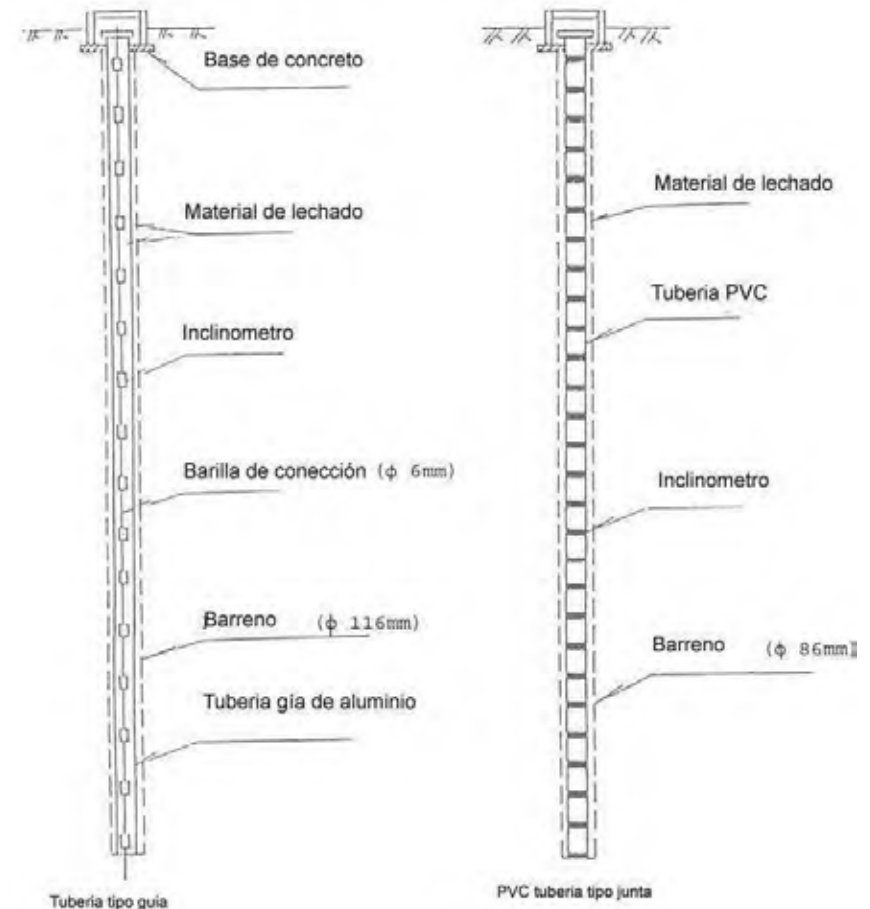


Figura A2-2.6 Instalación Típica de Inclinómetro in situ

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA**

**A2-2.4 Método de la EA (Emisión Acústica)**

En el caso de un talud de masa rocosa, la tensión hasta cierto punto del derrumbe es pequeña y es difícil la medición convencional del desplazamiento, para detectar cualquier fenómeno anormal con anticipación. La EA (Emisión Acústica) esta basada en el hecho que la falla ya está en camino incluso en un nivel sumamente pequeño, incluso antes de que se desarrolle cualquier fractura o se haga visible alguna grieta. Este método usa la onda de EA soltada cuando la energía de tensión es liberada durante la falla para la predicción de falla de masa rocosa.

Debido a que las mediciones de EA amplifican una onda de débil de EA, se genera la onda en el curso de cualquier progreso de falla, debe prestarse la atención debida a los tipos de censor, instrumentos de medición y los métodos de la instalación.

La Figura A2-2.7 muestra una observación típica de talud de masa rocosa según el método EA. Sin embargo no hay muchos ejemplos para aplicar este método en la supervisión de la estabilidad de masa rocosa. Para promover aplicación positiva en los estudios de campo, existen muchas actividades a realizar, como ser la acumulación de información de mediciones in situ, revisión de métodos racionales, etc.

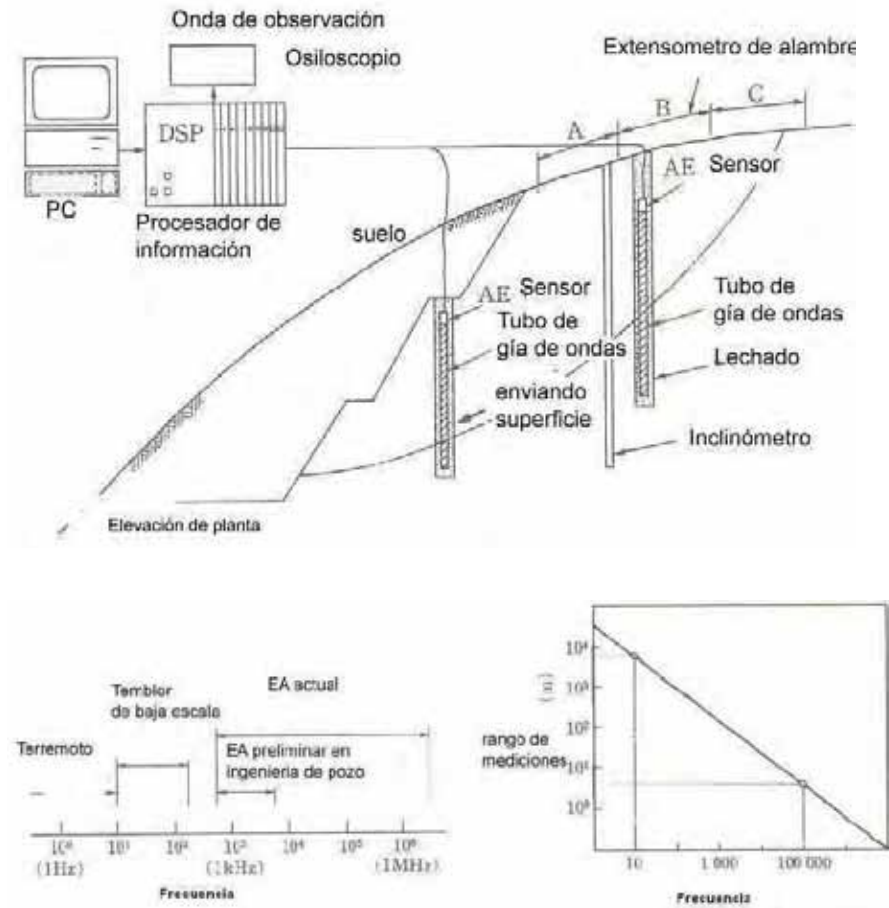


Figura A2-2.7 Medición de EA en el Talud

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-3 MEDIDAS DE FLUCTUACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA (PIEZÓMETRO Y DEPÓSITO REGULADOR)****A2-3.1 Instrumentos**

El agua subterránea en deslizamientos está en forma de cualquier agua subterránea no limitada de la superficie del terreno y agua subterránea limitada que interviene en las capas superiores. Los datos de agua subterránea son necesarios para el análisis de la presión hidráulica de poro en la superficie del deslizamiento.

La estructura geológica e hidráulica se asume de los resultados de la investigación de campo, apuntando al nivel de agua superficial relacionada con la sección de deslizamiento. Entonces, el depósito regulador de agua o el piezómetro se mantiene en la posición y profundidad apropiada para confirmar el potencial de agua subterránea en la superficie de deslizamiento.

La presión hidráulica del poro en la superficie de deslizamiento es la suma del agua subterránea y la presión hidráulica de poro. En el caso del piezómetro, la profundidad de la instalación es difícil de determinar cuando la superficie de deslizamiento es profunda y la medición se hace imposible, para algunos deslizamientos. Por estas razones la presión hidrostática medida con el depósito regulador de agua puede usar a menudo en lugar de la presión hidráulica de poro.

El depósito regulador de agua y el piezómetro están disponibles en varios tipos que dependen de los principios de medición y el sensor y método de recopilación de datos. El mercado del instrumento es progresivo, con la competición de desarrollo por lo que se refiere a la funcionalidad, fiabilidad a largo plazo, y costos. Por consiguiente, la selección del instrumento debe

hacerse según el objetivo de la investigación y aplicabilidad en el campo. Por ejemplo, mediciones simples con barreno son

suficientes para la observación del orificio de aguas subterráneas. Es esencial tener un sentido para desarrollar un plan apropiado al objetivo. Para el modelo, teniendo un sensor de presión hidráulica, es necesario seleccionar el sensor con el rango de la medida apropiado y sensibilidad, mientras está considerado el rango de cambio esperado del nivel de agua.

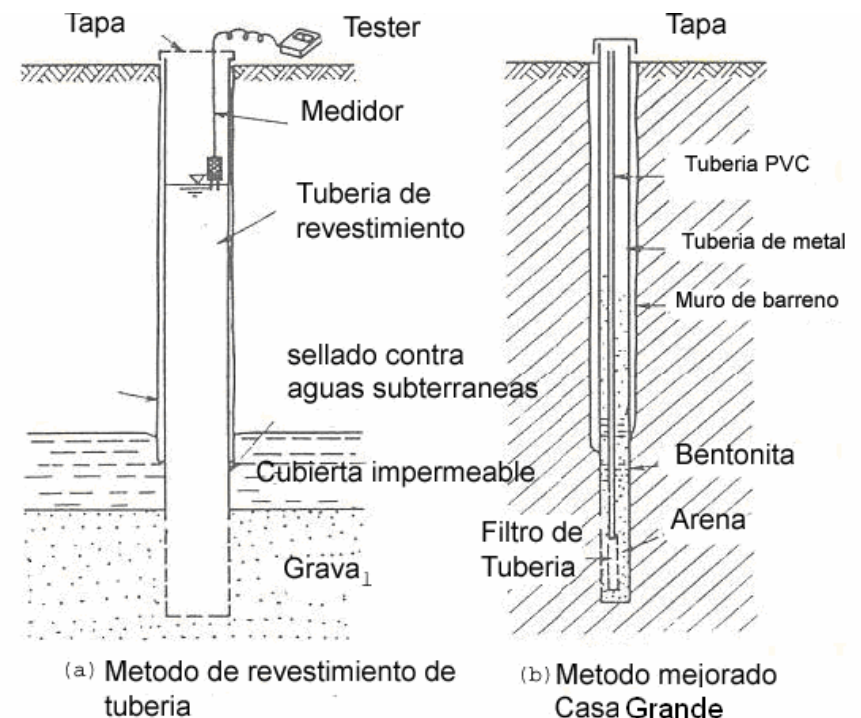


Figura A2-3.1 Piezómetro Típico

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-3.2 Método de Instalación**

- i) Este instrumento se instala en un barreno vertical a la superficie del deslizamiento. La profundidad a la zona de agua superficial involucrada se identifica de la observación del centro perforación, otras muestras y a través del registrador eléctrico.
- ii) Cuando el instrumento se instala, es esencial aislarlo del agua subterránea, la cual será medida. El método de la instalación varía más o menos dependiendo del depósito regulador de agua, etc. Lo que es común a estos casos es realizar el sellado eficazmente para que la presión del agua subterránea del terreno sea medida correctamente.
- iii) El tipo de depósito regulador de agua consiste en una pantalla de protección del orificio de la porción de cañería, la cual esta de cara a la zona de aguas subterráneas. Ningún orificio se taladra en otra porción. El hueco entre la pared del barreno y el orificio de la cañería de protección esta relleno de arena para la sección de pantalla. Al final de la cima y la base de la sección se realiza un sellado con bolas de bentonita. La sección sin agujeros es recubierta con lechada de cemento.
- iv) En caso del piezómetro hidráulico, se infiltra bien agua aireada dentro del filtro poroso del censor para limpiar el aire del filtro. Mientras el instrumento se inserta en el barreno, debe guardarse sumergido en agua.
- v) Después de la instalación, se debe verificar que la instalación sea correcta.
- vi) El depósito regulador de agua y la unidad de registro en la superficie del terreno, deben protegerse de daño

artificial o daño realizado por animales del lugar con un tubo de protección o una cubeta subterránea después de haber colocado el hormigón de la base.

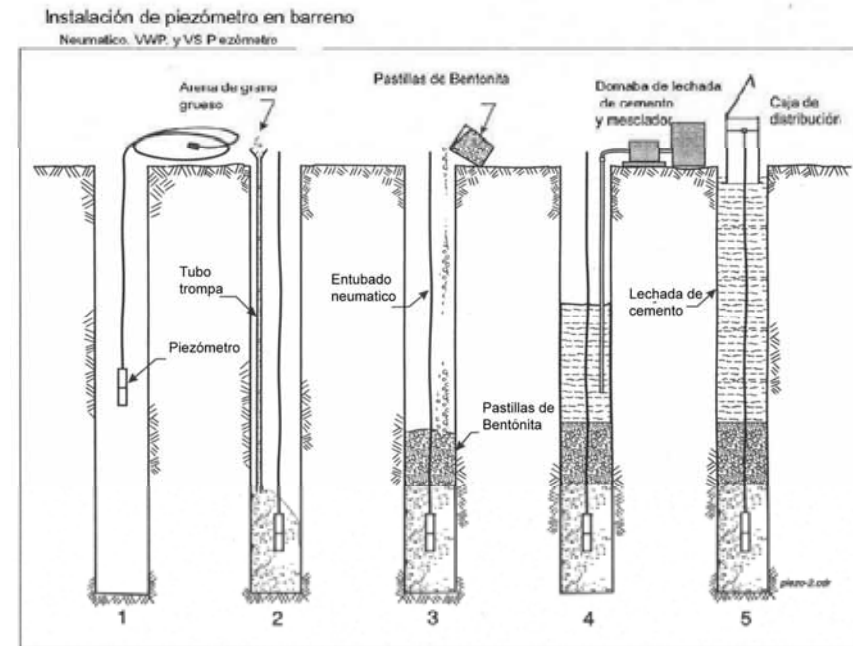


Figura A2-3.2 Procedimiento de instalación del Piezómetro

**APÉNDICE III-2 INSTRUMENTACIÓN PARA ALERTA TEMPRANA****A2-3.3 Medidas, Mantenimiento e Inspección**

- i) La medición y el mantenimiento se hacen según el método apropiado de cada instrumento. Si el instrumento tiene un circuito eléctrico, es necesario el mantenimiento e inspección para confirmar la impermeabilización. Deben hacerse revisiones para daño u obstrucción de cañerías y rotura del cable. También debería hacerse el ajuste a cero.
- ii) Juzgar si el resultado de las medidas indican un valor anormal o falla del censor, como la ruptura de la cañería de conexión debido al deslizamiento, el funcionamiento defectuoso debido a problemas eléctricos, mezcla de burbujas aéreas en el momento de la instalación, debe hacerse con la debida consideración del nivel de agua y condición de lluvia en el lugar.

**A2-3.4 Llenado de Información y Criterio**

- i) Los datos de la observación se llenan en el formulario de curvas de nivel de tiempo – agua subterránea o curva de tiempo – presión hidráulica de poro.
- ii) El nivel de agua al inicio y al final del deslizamiento, niveles máximos y mínimos y el niveles constantes de agua, son llenados y comparados con la lluvia y el cambio del terreno, renovando la relación entre nivel de agua y deslizamiento.

**APÉNDICE III-3 RESULTADOS DEL MONITOREO DEL  
PLUVIÓMETRO  
RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y DESASTRES**

**APÉNDICE III-3 RESULTADOS DEL MONITOREO DEL PLUVIÓMETRO**

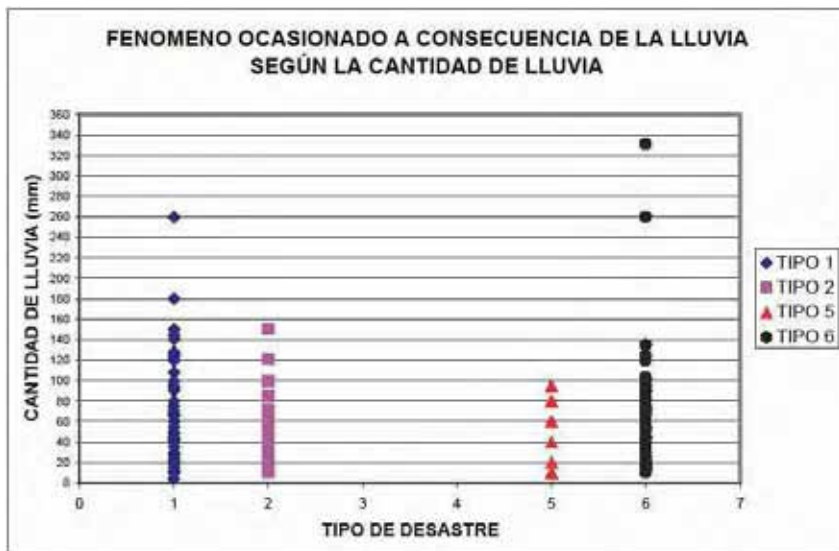


Figura A3-1 Tipo de Desastre – Acumulación de Lluvias

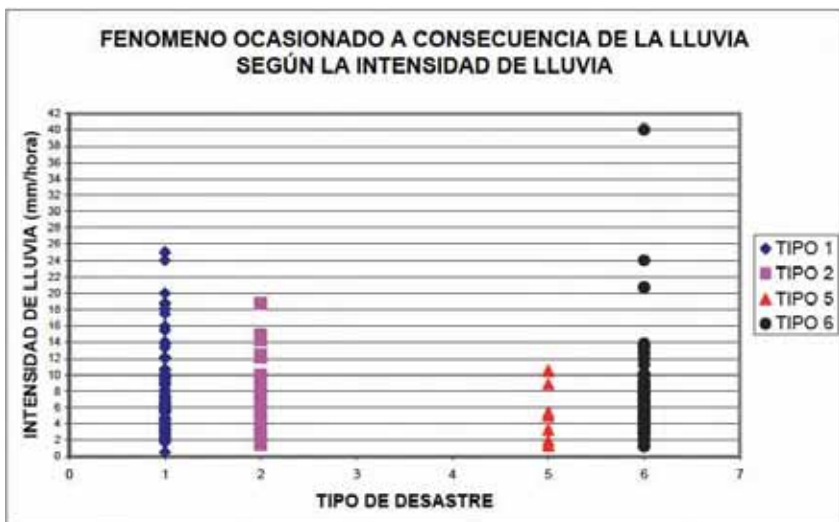


Figura A3-2 Tipo de Desastre – Intensidad de Lluvia

Las figuras de la izquierda muestran la relación entre desastres y caídas de lluvias que fueron obtenidas por las Micro-empresas utilizando los pluviómetros sencillos. En total 19 pluviómetros sencillos fueron instalados a lo largo de la ruta 3 desde Caranavi a Quiquibey y fueron monitoreados desde agosto de 2006 hasta abril de 2007. Los gráficos usan las mediciones de lluvia más cercanas a cada desastre. Los tipos de desastre están basados en la figura mostrada en la página I-2 en el Procedimiento I.

La figura superior muestra la relación entre el tipo de desastre y la acumulación de lluvias y la figura inferior muestra la relación entre el tipo de desastre y la intensidad de lluvias.

Ambas figuras muestran que los desastres ocurren en menos lluvia. La razón puede ser;

1. Como el desastre ha sido registrado por las Micro-empresas quienes no son expertas en desastres de carreteras, todos los tipos de desastres, hasta los pequeños fenómenos fueron registrados.
2. En Bolivia, el acontecimiento de desastres puede no ser afectado por la acumulación de lluvias o la intensidad de estas, pero si por el período de duración de lluvias.

La caída de lluvias monitoreada por las Micro-empresas, usando pluviómetros sencillos debe continuar, y los datos deberán ser acumulados para un análisis futuro.

(Junio 2007)



**MANUAL DE GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE DESASTRES EN CARRETERAS**

**PROCEDIMIENTO IV**  
**RESPUESTA A EMERGENCIA**

**ABC**  
**JICA**

**CONTENIDO**

**PROCEDIMIENTO IV RESPUESTA A EMERGENCIA**

**1 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ORGANIZACIÓN EN EMERGENCIA**

**2 INSPECCIÓN DE EMERGENCIA**

**3 MEDIDAS DE EMERGENCIA**

**4 RESTABLECIMIENTO TEMPORAL**

**5 NOTICIA PÚBLICA**

**6 REGISTRO DE DESASTRES**

**APÉNDICE IV-1 FORMULARIO DE REGISTRO DE DESASTRES**

**LÍNEAS GENERALES**

Este es un procedimiento para poder responder adecuadamente a las emergencias durante y después del desastre.

Cuando el desastre ocurre, principalmente la primera información podría llegar a la policía, y la policía informa a la Oficina Regional de la ABC.

La Oficina Regional de la ABC establecerá la organización de emergencia encabezada por el Jefe Regional, y enviará al Supervisor para recolectar la información detallada cuanto antes. Si el Supervisor no pudiera llegar al punto inmediatamente, solicitará a la microempresa realizar la observación, elaborar un informe y comunicar al Supervisor.

Toda la información será concentrada en la Oficina Regional de la ABC, el Jefe de la Oficina Regional tomará la responsabilidad de todas las acciones hechas por la ABC, el Supervisor y la microempresa.

El objetivo de la medida de emergencia y la restablecimiento temporal y mantener el flujo de tráfico seguro cuanto antes. Sin embargo, si es difícil mantener la seguridad de la carretera, el tráfico será controlado.



Figura 0.1 Flujo para la Respuesta a Emergencias

**1 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ORGANIZACIÓN EN EMERGENCIA**

Cuando ocurre un desastre en una carretera, la transmisión de la información deberá ser activada como se muestra en la Figura 1.1.

**Recolección de Información de Desastre**

La persona que encontraría un desastre puede ser un conductor, habitantes o Micro-empresas. Toda la información de desastres recolectada por los conductores o habitantes es concentrada a la policía mediante una llamada al 110 o a un puesto de peaje. Y toda la información de desastres recolectada por una Micro-empresa será concentrada a la oficina regional de la AC por el Supervisor.

**Papel de las Oficinas Regionales de la ABC en Transmisión de Información**

Usualmente, las Oficinas Regionales de la ABC reciben la información del desastre mediante la policía o el Supervisor. Una vez que una Oficina Regional de la ABC recibe la información, deberá establecer la organización en emergencia dirigida por el gerente general tan pronto como se reciba la información del desastre.

Toda la información sobre desastres de carreteras será centralizada al jefe regional de la oficina regional de la ABC. En comunicación interna, la ABC estará de acuerdo con la organización de emergencia colocada anteriormente. El personal de la ABC en la oficina regional que reciba la primera información llamará al Supervisor de la sección para que se dirija al desastre, así como al jefe regional.

El jefe regional hará un informe a la gerencia de conservación vial de la Oficina Central de la ABC sucesivamente.

En la temporada de desastre (llueven la temporada), la organización de emergencia tendrá que ser puesta para el desastre.

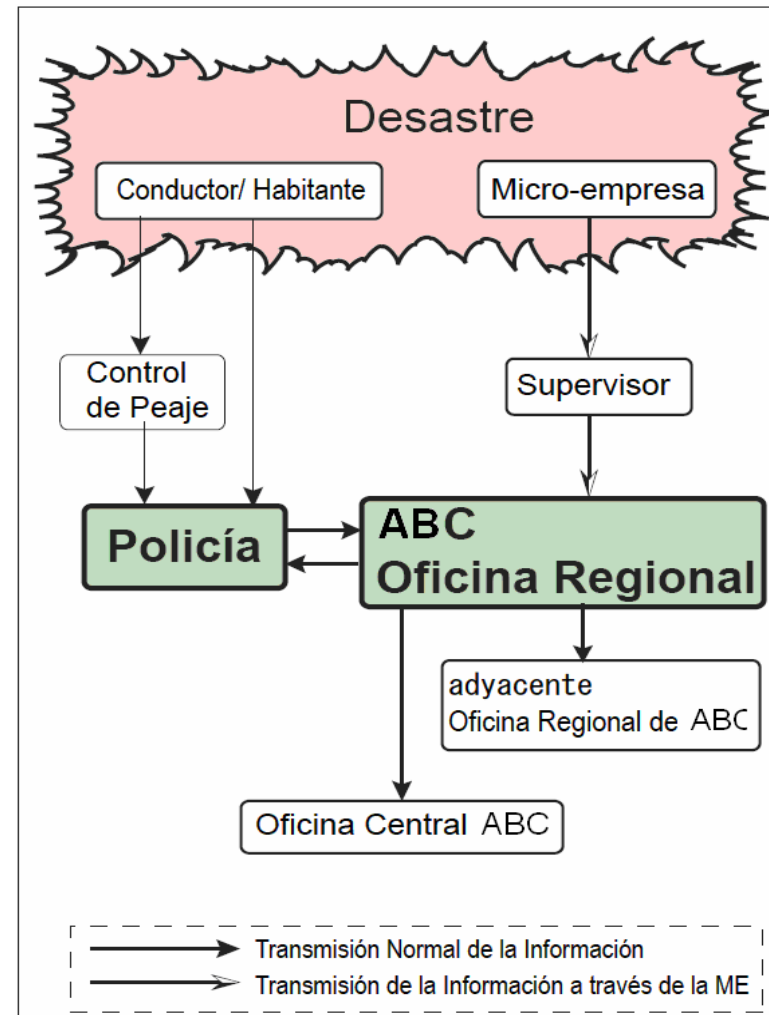
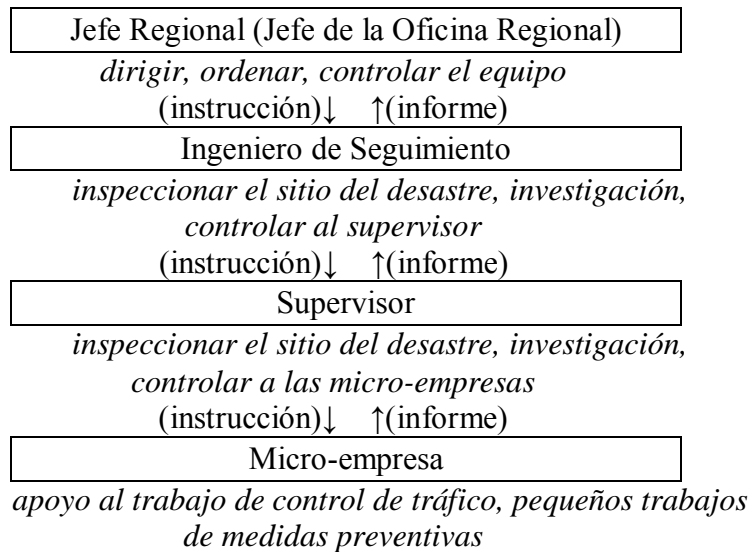


Figura 1.1 Diagrama de Flujo de la Información del Desastre

**1 TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN Y ORGANIZACIÓN EN EMERGENCIA**

El Jefe Regional que reciba la información del desastre en su jurisdicción deberá designar a un ingeniero de seguimiento para que sea el ingeniero encargado del desastre.

En caso de que el Jefe Regional esté ausente, deberá designar un Jefe Regional suplente, el mismo que designara a un ingeniero de seguimiento como ingeniero encargado del.

En emergencia, la Oficina Central de la ABC recibirá los informes de la Oficina Regional.

**2 INSPECCIÓN DE EMERGENCIA**

Cuando la Oficina Regional recibe la primera información del desastre, deberá solicitar al Supervisor a cargo del tramo, un trabajo de inspección al sitio del desastre lo más pronto posible.

Si al Supervisor le toma mucho tiempo el llegar al sitio, deberá solicitar a la Microempresa en el tramo la observación del sitio.

La Microempresa deberá informar la condición del sitio al Supervisor a cargo.

El Supervisor deberá informar la condición del sitio al Ingeniero de seguimiento a cargo.

Los ítems del reporte deberán ser como sigue.

Micro-empresa

- a. Existencia del desastre
- b. Ubicación del desastre
- c. Estado de la superficie de la carretera (¿cubierta con escombros?, ¿derrumbe de la carretera?, ¿cavidades en la carretera?, ¿fracturas en la carretera o los alrededores?)
- d. Posibilidad de paso (¿suspensión total?, ¿una vía cerrada?, ¿insignificante?)
- e. ¿Existencia de vehículos involucrados o víctimas?  
Estado de los alrededores (¿continuación de un pequeño derrumbe o pequeña caída de rocas?, ¿progresión de las cavidades en la carretera?, ¿progresión del ensanchamiento de las fracturas?)

Supervisor

- a. Existencia del desastre
- b. Tiempo de Ocurrencia del Desastre
- c. Ubicación del desastre
- d. Estado de la superficie de la carretera (¿cubierta con escombros?, ¿derrumbe de la carretera?, ¿cavidades en la carretera?, ¿fracturas en la carretera o los alrededores?)
- e. Posibilidad de paso (¿suspensión total?, ¿una vía cerrada?, ¿insignificante?)
- f. ¿Existencia de vehículos involucrados o víctimas?
- g. ¿Existencia de instalaciones implicadas?
- h. Tipo de desastre (¿derrumbe?. ¿Caída de rocas?, ¿falla de masa rocosa?, ¿deslizamiento de movimiento lento?, ¿flujo de escombros?, ¿falla del terraplén?)
- i. Necesario el control de tráfico en el tramo
- j. Estimación del periodo de control de tráfico (¿menos de un día?, ¿De 1 día a 1 semana?, ¿más de una semana?, ¿más de un mes?)
- k. Estado de los alrededores (¿continuación de un pequeño derrumbe o pequeña caída de rocas?, ¿progresión de las cavidades en la carretera?, ¿progresión del ensanchamiento de las fracturas?)
- l. Tipo de trabajos de medidas de prevención

## 2 INSPECCIÓN DE EMERGENCIA

En caso de que se presenten una de las siguientes circunstancias, se deberá cerrar todo el tráfico o una de las vías.

### Talud por encima del terraplén

- Derrumbe en la superficie del talud
- Bloqueo por escombros de derrumbe alcanza la vereda o la berma de la carretera
- Continuación de un pequeño derrumbe o caída de rocas

### Talud por debajo del terraplén

- La falla del terraplén o el hundimiento de la carretera alcanza solo la berma, una vía de tráfico deberá ser cerrada.
- La falla del terraplén o el hundimiento de la carretera alcanza las líneas divisorias, cerrar la carretera.
- El hundimiento de la superficie de la carretera es uniforme, y la forma del terraplén se mantiene; la velocidad de tráfico deberá ser controlada.
- El terraplén detrás de estructuras como ser muros de contención está asentado, abrir la carretera con trabajos temporales como ser recubrimiento metálico luego de cerrar la carretera por un corto tiempo.
- La carretera está desapareciendo, cerrar la misma.

### 3 MEDIDAS DE EMERGENCIA

Las medidas de emergencia significan trabajos livianos, que realizan el Supervisor y las Microempresas en el área afectada por el desastre. Las medidas de emergencia por lo general incluyen control de tráfico y trabajos de medidas preventivas. Los trabajos que se realizan en estas instancias se limitan a ser trabajos menores por ejemplo:

- Recojo de caída de rocas pequeñas
- Limpieza de la carretera
- Colocación de señalización

El control de tráfico será ejecutado a fin de guardar la seguridad de peatones y vehículos. Si la carretera está en el peligro de ser eliminada o no ser capaz de ser usada debido al desastre, el supervisor tomará la medida de cerrar la carretera. Además, a fin de evitar accidentes, la micro-empresa puede cerrar la carretera como una medida de emergencia.

#### **Ejemplo de formas de controlar el tráfico**

- a. controlar el tráfico con dispositivos de seguridad
  - cerrar con barricadas en forma de A y cuerdas
  - cerrar con conos de seguridad
  - cerrar con tableros de señalización
- b. controlar el tráfico sin dispositivos de seguridad
  - usar materiales que atraigan la atención de los conductores
  - colocar postes o banderas rojas en los puntos peligrosos

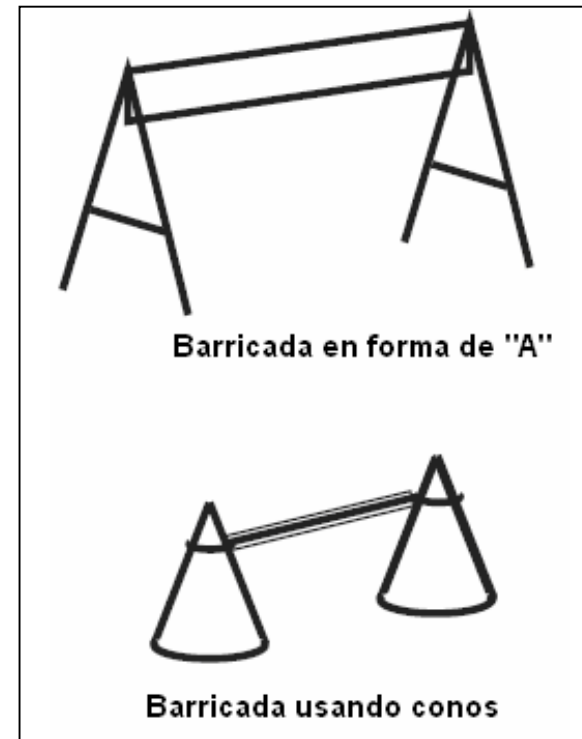


Figura 3.1 Ejemplo de Barricadas



**4 RESTABLECIMIENTO TEMPORAL**

Cuando la carretera ha sufrido un desastre, el trabajo de restablecimiento temporal será ejecutado a fin de mantener el buen funcionamiento de la carretera.

El restablecimiento temporal será ejecutado eficazmente con el análisis de información que fuera recolectada en la inspección de emergencia.

Las acciones para el restablecimiento temporal son clasificadas en tres niveles dependiendo de la magnitud del desastre, pequeña, mediana y gran escala.

En este punto la ABC ya debería contar con un plan o diseño para reparar el desastre, en Bolivia los desastres en su mayoría ocurren en regiones de cordillera y así que si en algún caso se plantea un desvío en la ruta se hará muy difícil ya que la topografía no nos lo permite y el único procedimiento será el cierre de la carretera hasta que los trabajos de restablecimiento hayan sido concluidos o se hayan finalizado los trabajos de construcción si es que el desastre fue de gran magnitud.

Dependiendo del tamaño de desastre el ingeniero de seguimiento se relacionará con el desastre (tomando decisiones o posibles soluciones), en el caso de que el desastre sea de gran magnitud la ABC y la Oficina Regional deberá encargarse de realizar las medidas preventivas, construcción o contrato de alguna empresa consultora que se encargue del diseño y construcción de los trabajos de restablecimiento.

**Desastre a Pequeña Escala**

Cuando la magnitud del desastre es equivalente a pocas horas o un día de cierre de la carretera, el siguiente procedimiento debe ser ejecutado para rehabilitar el área afectada inmediatamente.

- 1) El Supervisor solicitará a la Oficina Regional la autorización de la movilización de los trabajadores y maquinaria necesarios para la rehabilitación del área afectada.
- 2) El supervisor ejecutará el diseño de emergencia / trabajos temporales contra el desastre.
- 3) El Supervisor solicitará la aprobación del diseño de los trabajos de rehabilitación a la Oficina Regional y a la Unidad de Gestión de Riesgos para ser ejecutado por el contratista inmediatamente.
- 4) El Supervisor organizará la ejecución de los trabajos de emergencia según la magnitud del desastre con la empresa de mantenimiento.
- 5) El contratista ejecutará todos los trabajos de emergencia necesarios para la rehabilitación del área, como el retiro de material de derrumbe, escombros o rocas caídas, limpieza y rehabilitación de la superficie de la carretera y drenajes, la construcción de medidas preventivas temporales, basadas en el diseño aprobado.
- 6) El Supervisor y el contratista deben quedarse en el sitio del desastre todo el tiempo necesario mientras los trabajos de emergencia se llevan a cabo.
- 7) Una vez que los trabajos de rehabilitación han sido terminados y el estado del desastre ha sido desactivado, el Supervisor comunicará a los puntos de peaje, policía caminera, autoridades locales y usuarios que el estado de emergencia ha terminado y la carretera está abierta nuevamente.

**4 RESTABLECIMIENTO TEMPORAL****Desastre a Mediana Escala**

Cuando el desastre produce el cierre temporal de la carretera por un período de más de un día a un mes, la unidad de gestión de riesgos de la ABC debe realizar y aprobar el diseño del trabajo de rehabilitación para la apertura de la carretera inmediatamente por el Supervisor.

- 1) El Supervisor identificará un camino alternativo y comunicará la apertura del mismo a la Oficina Regional de la ABC mientras continúa la emergencia.
- 2) El Supervisor solicitará la autorización para la movilización de trabajadores y maquinaria al tramo de la carretera en emergencia en coordinación con la empresa contratista responsable del mantenimiento de este tramo.
- 3) El Supervisor en coordinación con el fiscal de mantenimiento, diseñará los trabajos de rehabilitación de emergencia y solicitará su aprobación a la Oficina Regional y a la Unidad de Gestión de Riesgos de la ABC.
- 4) La Unidad de Gestión de Riesgos de la ABC aprobará el diseño de los trabajos de rehabilitación y manejará los recursos necesarios para la ejecución del trabajo y coordinación con la Oficina Regional y la GCV de la ABC.
- 5) El Supervisor en coordinación con la empresa de mantenimiento será el responsable de la ejecución de los trabajos de rehabilitación inmediatamente.
- 6) Una vez que los trabajos de rehabilitación han sido terminados y el estado de desastre ha sido desactivado, el Supervisor comunicará a los puntos de peaje, policía caminera, autoridades locales y usuarios que el estado de emergencia ha terminado y la carretera está abierta nuevamente.

**Desastre a Gran Escala**

Cuando los desastres producen el cierre temporal de la carretera por un período mayor a un mes, debido a la falla de un tramo de la estructura principal como ser un puente, el Supervisor identificará y comunicará la apertura de una vía alternativa para el tránsito de vehículos mientras exista período de emergencia.

- 1) El Supervisor identificará una vía alternativa y comunicará la apertura del mismo a la Oficina Regional de la ABC mientras continúa la emergencia.
- 2) El Supervisor mantendrá y supervisará la vía alternativa mientras se lleva a cabo el periodo de emergencia.
- 3) El Supervisor en coordinación con el Fiscal de mantenimiento y el Jefe Regional comunicará a la Unidad de Gestión de Riesgos y a la GCV de la ABC, la posición y la magnitud del desastre.
- 4) La Unidad de Gestión de Riesgos, y la GCV de la ABC, coordinarán con la Prefectura del Departamento y otras instituciones de emergencia las medidas necesarias y la dirección de recursos para rehabilitar el tramo carretero.
- 5) La Unidad de Gestión de Riesgos de la ABC diseñará y aprobará los trabajos de rehabilitación, o contratará a un Asesor especialista para el diseño del trabajo.
- 6) La ABC en coordinación con la Oficina Regional, contratará una empresa especialista, o la empresa responsable del mantenimiento para la ejecución de los trabajos de rehabilitación en la ruta afectada.
- 7) Una vez que los trabajos de rehabilitación han sido terminados y el estado de desastre ha sido desactivado, el Supervisor se comunicará con los puntos de peaje, policía caminera, autoridades locales y usuarios que el estado de emergencia ha terminado y la carretera está abierto nuevamente.

## 5 NOTICIA PÚBLICA

El control de tráfico que resulta de la red de distribución física de bloques de desastres, y causa una pérdida de economía en el país. La información del control de tráfico será publicada a fin de impedir que muchos vehículos estén implicados en el control de tráfico.

El método más realista y eficaz\* de la publicación del control de tráfico debe utilizar los puestos de peaje que se extienden en las carreteras en el país.

Un tablero de información que contiene la misma información a través del país es puesto en cada puesto de peaje, ya que los movimientos de vehículos son rápidos.

Como la información será extendida puntualmente después del incidente, será establecido el nuevo sistema que transmite la información a todos los puestos de peaje en el país. La Figura IV-5.1 muestra el flujo de la comunicación de información de las oficinas regionales de la ABC a los puestos de peaje. Una materia importante en la figura es la existencia del centro de operación, que colecciona toda la información de las oficinas regionales de la ABC y envía la información a todos los puestos de peaje.

La Figura IV-5.2 muestra el ejemplo del tablero de información fijado en los puestos de peaje.

\*

*Existen varios métodos de publicar información de control de tráfico. La utilización de los medios de comunicación como radio y televisión es una manera, pero la información puede transmitirse muy rápido y muchos chóferes podrían perder dicha información. Otro modo de publicar la información es enviar la información a los usuarios como ser a la asociación de camioneros, asociación de compañía de buses. Pero éste no es el mejor camino, porque sólo un limitado número de chóferes podría tener acceso a la información y muchos otros no podrían.*

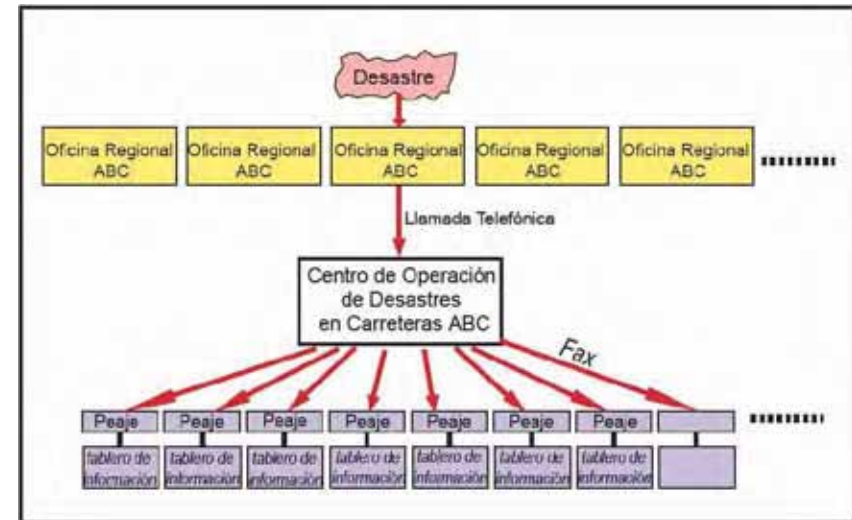


Figura IV-5.1 Flujo de Comunicación de Información a Puestos de Peaje

TABLERO DE INFORMACIÓN DE LAS CARRETERAS NACIONALES								
ACTUALIZADO A LAS 10:30/17 Febrero 2007								
Ruta	Sección		Causa	Periodo				Condición
	desde	hasta		desde fecha	hora	hasta fecha	hora	
4	Quimona	Paso	inundación	13 / 02	15:30	20 / 02	estimado	cerrado a todos los vehículos
23	Puyuyo	Vacas	deslizamiento	14 / 02	7:00	05 / 03	estimado	cerrado a todos los vehículos
7	Pojo	Comarapa	deslizamiento	14 / 02	13:30		desconocido	cerrado a todos los vehículos
4	Guánima	Comercocha	deslizamiento	15 / 02	23:15	17 / 02	0:00 estimado	cerrado a camioneros mayores a 40 años
16	Alto Madidi	Guarayos	obras de mantenimiento	17 / 02	7:00	17 / 02	18:00	cerrado a todos los vehículos
3	Quiquibey	Yucumo	deslizamiento	17 / 02	9:30		desconocido	cerrado a todos los vehículos

Figura IV-5.2 Ejemplo de Tablero de Información que Anuncia Secciones de Control de Tráfico en el País

**6 REGISTRO DE DESASTRES**

Después de todo este proceso y una vez que el desastre han sido manejado, será usado el Formulario de Registro de Desastres, en la cual se explicará la Ubicación del desastre, hora, fecha, magnitud, condición de la carretera, daño etc.

Los formularios registrados serán guardados en la oficina regional de la ABC responsable y en la oficina central de la ABC, y prácticamente serán usados para el análisis de desastres y el plan de medidas de prevención de desastre de acuerdo con el Manual basado en otro manual, Manual del Libro Mayor de Desastres.

**APÉNDICE IV-1 FORMULARIO DE REGISTRO DE DESASTRES**

**APÉNDICE IV-1 FORMULARIO DE REGISTRO DE DESASTRES**

Este formulario no es preparado en este manual.  
El detalle de este formulario es mostrado en el Manual del Libro Mayor de Desastres.

**APÉNDICE IV-1 FORMULARIO DE REGISTRO DE DESASTRES**

HOJA DE INSPECCIÓN DE DESASTRES		ABC / JICA	
Ruta N°	Sección :	Inspeccionado por :	
Progresivas	km - km	Fecha de Inspección : (dd/mm/aa)	
Cordenadas	lati. long.	Revisado por :	
Lado del Camino	Derecho <input type="checkbox"/> Izquierdo <input type="checkbox"/>	Fecha de Revisión : (dd/mm/aa)	
<b>Condición del Desastre</b>			
SOCIAL	Ocurrencia (dd/mm/aa)	Hora:	
	Reporte (dd/mm/aa)	Hora:	
	Reportado por:	Chofer <input type="checkbox"/> Residentes <input type="checkbox"/> ME <input type="checkbox"/> Supervisor <input type="checkbox"/> Policía <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> No identificado <input type="checkbox"/> Otros :	
TIPO DE DESASTRE	Vehículos Involucrados	Número:	Tipo: Daños causados:
	Personas involucradas	Número:	Condición:
	Sección Típica :	0 1 <input type="checkbox"/> 0 2 <input type="checkbox"/> 0 3 <input type="checkbox"/> 0 4 <input type="checkbox"/>	
CLIMA	TIPO DE DESASTRE	Tipo 1 <input type="checkbox"/> Tipo 2 <input type="checkbox"/> Tipo 3 <input type="checkbox"/> Tipo 4 <input type="checkbox"/> Tipo 5 <input type="checkbox"/> Tipo 6 <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
	Repetitivo en esa ubicación :	Repetitivo <input type="checkbox"/> Nuevo <input type="checkbox"/>	
	Dimensión del Desastre :		
CAUSA	Cuando el desastre ocurre :	Lluvia <input type="checkbox"/> Lluvia Fuerte <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> No claro <input type="checkbox"/>	
	Estado del clima 48 horas antes del desastre:	Lluvia <input type="checkbox"/> Lluvia Fuerte <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> No claro <input type="checkbox"/>	
	Condición Meteorológica:	Húmeda <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/>	
<b>Condición de la Carretera</b>			
SUPERFICIE DE LA CARRETERA	Causa del Desastre :	Lluvia <input type="checkbox"/> Terremoto <input type="checkbox"/> Actividad Humana <input type="checkbox"/> Erosión por Río <input type="checkbox"/> No clara <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
	Tipo de Pavimento:	Asfalto <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Empedrado <input type="checkbox"/> Ripio <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Otros:	
DRENAJE EXISTENTE	Drenajes :	Longitudinal <input type="checkbox"/> Tipo cascada <input type="checkbox"/> Transversal <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
	Condiciones :	Buena <input type="checkbox"/> Necesita limpieza <input type="checkbox"/> Necesita reparación <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Otros:	
MEDIDAS DE PREVENCIÓN EXISTENTES	Medidas :	Gaviones <input type="checkbox"/> Muro de Concreto <input type="checkbox"/> Pernos de Roca <input type="checkbox"/> Clavos de Roca <input type="checkbox"/> Enmallado <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
	Cantidad :		
TALUD	Tipo de Talud :	Natural <input type="checkbox"/> Corte <input type="checkbox"/> Corte + Natural <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Relleno <input type="checkbox"/>	
	Cobertura del Talud	Descubierto <input type="checkbox"/> Pasto <input type="checkbox"/> Arbustos <input type="checkbox"/> Árboles <input type="checkbox"/> Mortero lanzado <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Otros:	
	Material del Talud:	Roca dura <input type="checkbox"/> Roca blanda <input type="checkbox"/> Roca meteorizada <input type="checkbox"/> Sedimento <input type="checkbox"/> Coluvios <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
<b>Propuesta</b>			
Medidas Preventivas Propuestas		Periodo de Desviación Temporal :	
Item	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Costo (Bs.)
			Costo Total (Bs.)
Comentarios:			
<b>ACTIVIDADES ACTUALES</b>			
Periodo de Perturbación	Intransitabilidad: desde / / hasta / / Fecha de reapertura: / /		
Medidas Preventivas			

HOJA INSPECCION DE DESASTRES (FOTOGRAFIA) ABC / JICA			
Ruta N° :	Progresivas:	Lado del Camino :	Fecha:
<b>Fotografías</b>			