



FACULTAD DE POSTGRADO

**MEDIDAS DE MITIGACION PARA ZONAS EN RIESGO DE
DESLIZAMIENTOS**

SUSTENTADO POR:

**DENIS YOVANNY MORALES ZELAYA
MARIO ROBERTO REYES LÓPEZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TITULO DE MASTER EN
ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

TEGUCIGALPA, M.D.C. HONDURAS, C.A.

JULIO, 2013

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

JOSÉ LÉSTER LÓPEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON ANTONIO BREVE REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JEFFREY LANSDALE

**MEDIDAS DE MITIGACION PARA ZONAS EN RIESGO DE
DESLIZAMIENTOS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN ADMINISTRACION DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO
ALEXANDER CABRERA**

**ASESOR TEMÁTICO
ARY AVILA**

**MIEMBROS DE LA TERNA:
JUAN SOLANO
JOSE MEJIA
JESUS ARGUETA**



FACULTAD DE POSTGRADO

MEDIDAS DE MITIGACION PARA ZONAS EN RIESGO DE DESLIZAMIENTOS

AUTORES:

DENIS YOVANNY MORALES ZELAYA

MARIO ROBERTO REYES LOPEZ

RESUMEN:

La tesis sobre *Medidas de Mitigación para Zonas en Riesgo de Deslizamientos*, pretende dar continuidad a los proyectos ejecutados por JICA en el año de 2002, mediante la implementación de un sistema de alerta temprana, orientado a dar solución a todos aquellos pobladores que viven actualmente en las 21 zonas de deslizamiento del Municipio del Distrito Central, las cuales fueron identificadas como zonas vulnerables a los deslizamientos de acuerdo al el estudio presentado por JICA.

En las 21 zonas categorizadas como zonas vulnerables a deslizamiento, se logró realizar evaluaciones técnicas, con el objetivo de priorizar cuál de ellas presentaban mayor nivel de vulnerabilidad a los deslizamientos, siendo la Canaán, La Cabaña, Flor No.1, La Obrera, La Guillen y la Ulloa, las colonias que presentaron los niveles más alto en la calificación de alerta de deslizamientos.

En las 6 zonas priorizadas se plantea implementar la instrumentación de Pluviómetros, Piezómetros e Inclinómetros, los cuales registraran constantemente las condiciones

físicas de la zona, actuando con un sistema de alerta temprana, en el caso que se deba realizar una evacuación de los pobladores, logrando salvaguardar sus vidas.

Paralelamente a los trabajos de instrumentación, también se plantea realizar obras civiles construcción de cunetas, las cuales ayuden a la canalización de las aguas lluvias, logrando mitigar la inestabilidad del suelo, producida a la infiltración de las aguas lluvias.



FACULTAD DE POSTGRADO

MEDIDAS DE MITIGACION PARA ZONAS EN RIESGO DE DESLIZAMIENTOS

AUTORES:

DENIS YOVANNY MORALES ZELAYA

MARIO ROBERTO REYES LOPEZ

ABSTRACT:

The thesis of Mitigation Measures for Glissade Risk Zones pretends to give continuity to the projects executed by JICA during the year 2002, through the implementation of an early alert system. This system is oriented to give solutions to the inhabitants who currently live in the 21 areas of glissade in the Central District. These zones were identified as vulnerable zones of glissade according to the study presented by JICA.

In the 21 zones categorized as vulnerable glissade zones, technical evaluations were achieved. The purpose, to priorities which one of them had the highest level of glissade vulnerability, this one being Canaán, la Cabaña, Flor No. 1, La Obrera, La Guillen and La Ulloa. These hills presented the highest levels of calcification for the glissade alert.

In the 6 prioritized zones, there is a proposal to implement the Rain gauges, Piezometer, and Inclinometer instrumentation. These instruments constantly register the physical conditions of the zones, acting as an early alert system, in case an evacuation is needed for the inhabitants, managing to save their lives.

Parallel to the instrumentation work, there is also a proposal for civil work constructions of ditches, which will help funnel the rain waters, managing to mitigate the ground instability caused by the fluvial infiltrations.

INDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5 VARIABLES DE ESTUDIO.....	6
1.6 JUSTIFICACIÓN	6
CAPITULO II. MARCO TEORICO	9
2.1 RIESGOS DE DESASTRES NATURALES Y ZONAS DE RIESGO	9
2.1.1 RIESGO DE DESASTRES NATURALES	9
2.1.2 DESLIZAMIENTOS	11
2.1.3 ZONAS DE RIESGO EN HONDURAS.....	18
2.2 INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR PARA UN MONITOREO DE ALERTA TEMPRANA EN ZONAS DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO	20
2.2.1 PLUVIÓMETRO.....	20
2.2.2 PIEZÓMETRO	22
2.2.3 INCLINOMETRO	24
2.3 OBRAS CIVILES A REALIZAR PARA MEJORAR LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS.....	26

2.3.1 CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS	26
2.3.2 INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS	26
CAPITULO III. METODOLOGIA	27
3.1 ENFOQUE Y MÉTODOS	27
3.1.1 ENFOQUE	27
3.1.2 MÉTODO	27
3.2 DISEÑO.....	28
3.2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	28
3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	29
CAPITULO IV. ANALISIS Y RESULTADOS	31
4.1 RESULTADOS ENCONTRADOS POR BLOQUE DE DESLIZAMIENTO	31
4.2 RESULTADOS DE LA FACTIBILIDAD DE INSTRUMENTAR	36
4.3 ANALISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES ENCONTRADAS EN LAS ZONAS DE DESLIZAMIENTOS	48
4.4 ANALISIS PARA LA PRIORIZACION DE ZONAS, DE ACUERDO A LOS PRINCIPALES FACTORES A EVALUAR EN LAS 21 ZONAS DE DESLIZAMIENTO	51
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
CAPITULO VI. APLICABILIDAD.....	59
6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA	59
6.2 INTRODUCCIÓN	59
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	59
6.3.1 COTIZACION Y ADQUISICION DEL EQUIPO	60

6.3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	60
6.3.3 REFRACCION SISMICA ASTM D5777	60
6.3.4 PERFORACION DE SONDEOS A ROTACION CON RECUPERACION DE TESTIGOS...61	61
6.3.5 ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO.....	61
6.3.6 ANALISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL.....	62
6.3.7 INSTRUMENTACION.....	62
6.3.8 MECANISMOS DE RECOLECCION DE DATOS	63
6.4 PRESUPUESTO	64
6.4.1 BLOQUES A INSTRUMENTAR	64
6.4.2 LISTADO DE INSTRUMENTOS A UTILIZAR PARA MONITOREO E INTERFACE.....	66
6.4.3 COSTOS DE INSTRUMENTACION EN BLOQUE DE DESLIZAMIENTOS PRIORIZADOS71	
6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	75
6.6 FLUJUGRAMA DE MONITOREO	76
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS.....	82

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 INTRODUCCION

Este proyecto de tesis pretende dar continuidad a los proyectos ejecutados por JICA en el año de 2002, mediante la implementación de un sistema de alerta temprana, orientado a todos aquellos pobladores que viven actualmente en las 21 zonas de deslizamiento en el Municipio del Distrito Central, las cuales fueron identificadas como zonas vulnerables de acuerdo al el estudio presentado por JICA.

De las 21 zonas categorizadas como zonas vulnerables a deslizamiento, se logró priorizar 6 de ellas, mediante evaluaciones técnicas, las cuales presentaron un mayor nivel de vulnerabilidad a los deslizamientos, lo cual deja en riesgo la vida de los habitantes de dichas zonas.

En el capítulo I, se plantea definir el alcance de la investigación.

En el capítulo II, se plantea el marco teórico, el cual sustenta la investigación.

En el capítulo III, se plantea la metodología a utilizar en la investigación.

En el capítulo IV, se describen los análisis y resultados obtenidos.

En el capítulo V, se plantean las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En el capítulo VI, se describe la aplicabilidad de la investigación.

El presente aporte significa una ayuda al Gobierno de Honduras y en especial a la Alcaldía Municipal del Distrito Central, brindando una solución práctica a implementar en las zonas altamente vulnerables a los deslizamientos de suelo, logrando salvaguardar la vida de los pobladores, que cada día exponen sus vidas por vivir en estas zonas.

También se lograra poseer una adecuada canalización de las aguas lluvias, el cual generara una mayor estabilidad del suelo, sirviendo como medida de mitigación para los deslizamientos de suelo.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los indicadores de riesgo de desastres y gestión de riesgos del BID permitirá a los países evaluar mejor el riesgo que afrontan los países en casos de desastre, y sirven como una guía útil para emprender acciones políticas y gubernamentales que tengan como propósito reducir las pérdidas humanas y los daños en infraestructura, así como las pérdidas financieras y económicas causadas por terremotos, inundaciones y otros fenómenos naturales (BID, 2013).

El Índice de Prevalencia de Vulnerabilidad (IPV) evalúa las condiciones predominantes de vulnerabilidad en un país determinado mediante la medición de la exposición a las actividades humanas y económicas en las zonas propensas a los desastres, así como la capacidad de absorber los impactos de los desastres. Según el IPV, Nicaragua, Honduras y Jamaica mostraron los niveles más altos de vulnerabilidad, mientras que México, Argentina y Chile exhiben los niveles más bajos (Geoinstituto Iberoamericano, 2010).

Los Riesgos de deslizamientos se pueden analizar en el contexto de la vertiente o del talud afectado y también se les debe considerar como un producto geomorfológico o ambiental de procesos dinámicos relacionados con la evolución del paisaje. En la primera aproximación los deslizamientos de tierras tienen lugar cuando se desarrolla un balance desfavorable entre la resistencia de los materiales geológicos en los que están excavadas las vertientes naturales y las fuerzas gravitatorias que tienden a desplazarlas ladera abajo (Montero, 2003).

Los deslizamientos o derrumbes son caídas de grandes masas de tierra, piedras y escombros, que arrastran o aplastan lo que encuentren a su paso. Estos pueden ser

causados por las lluvias intensas y de larga duración, que aumentan la cantidad de agua en el suelo y la deforestación, el mal manejo de las cuencas de agua y la construcción de caminos y carreteras en lugares inadecuados (COPECO, 2011).

La mayoría de los deslizamientos ocurridos en Tegucigalpa por el huracán Mitch, fueron flujos de escombros relativamente superficiales; sin embargo, el deslizamiento que más afectó a la población fue el profundo hundimiento/flujo de tierra que se originó debajo de la cima del Cerro El Berrinche, este deslizamiento de tierra, con un volumen de aproximadamente seis millones de metros cúbicos, represó al Río Choluteca, lo que ocasionó que detrás de la presa quedaran estancadas las aguas residuales... Dos deslizamientos de roca y escombros ocasionados por la erosión de las riberas de los ríos al paso de la crecida causaron la destrucción de viviendas en el Barrio Miramesi y Nueva Esperanza, en el Río Choluteca y el Río Guacerique, respectivamente (Harp Castañeda y Held).

En Tegucigalpa y zonas aledañas las fuertes lluvias asociadas con deslizamientos de tierra e inundaciones afectan severamente a la población en lo económico y a la vez es un atentado contra sus vidas. Los deslizamientos de tierra son el principal problema en Tegucigalpa. Debido al alto costo de la tierra en Tegucigalpa y alrededores la gente pobre se ve en la necesidad de vivir en las zonas más vulnerables especialmente las que están propensas a deslizamientos debido al incremento de las lluvias en los últimos años los deslizamientos se han vuelto cada vez más frecuentes afectando las casas de las familias pobres (JICA, 2002).

El objetivo del Proyecto Mitigación de Desastres Naturales es contribuir mediante la dotación de obras de infraestructura estructural y no estructural a la mitigación de daños causados en barrios y colonias de alto riesgo del Municipio del Distrito Central para salvaguardar vidas humanas (SEFIN, 2011).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Enunciado del Problema

Catorce años después de la tormenta tropical y huracán Mitch, la capital de Honduras sigue mostrando las fracturas que dejó a su paso este desastre natural, el más potente en los últimos años y del cual el Distrito Central no ha podido recuperarse.

Las huellas del Mitch siguen latentes en la capital y sus ciudadanos siempre marcan la historia de Tegucigalpa con un antes y después del devastador huracán. La ciudad es totalmente vulnerable y hasta la fecha los expertos japoneses junto con algunos Gobernantes son los únicos interesados en el problema.

De acuerdo a los estudios presentados en el 2002 por JICA, ubica a 138 barrios y colonias en alarma, de los cuales 31 representan un riesgo extremo para sus habitantes, en 86 de ellos deben prohibirse las obras de construcción y en 21 de ellos se pueden realizar obras de mitigación las que ayuden a salvaguardar la vida de los pobladores, de zonas propensas a deslizamientos.

1.3.2 Planteamiento del problema

Tegucigalpa actualmente cuenta con 21 zonas con problemas de deslizamientos de suelo, según el último estudio de la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa, JICA, en donde 26,500 viviendas están en riesgo de deslizamientos con cada tormenta por muy leve que sea.

Razón por lo cual existe una necesidad de tomar acciones urgentes para mitigar el riesgo de deslizamiento mediante la instalación de equipo de monitoreo de suelo, el cual sirva de alerta temprana en caso que se necesite realizar una evacuación, como también se pretende realizar la construcción de obras estructurales de canalización de aguas.

1.3.3 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son las zonas en riesgo de deslizamiento que presentan una mayor necesidad de instrumentación?
2. ¿Qué tipo de instrumentación se deberá utilizar para un monitoreo de alerta temprana en zonas de riesgo de deslizamiento?
3. ¿Qué tipo de obras estructurales se requieren para una efectiva canalización del agua lluvia?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo General

Contribuir a la mitigación de riesgos en zonas vulnerables por deslizamientos de suelo, mediante la construcción de obras estructurales e implementación de un plan genérico que funcione como una alerta temprana, logrando salvaguardar la vida de los pobladores.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Priorizar mediante análisis técnicos, los bloques de deslizamientos que por sus características físicas y grado de afectación a la población se puedan instrumentar.
- ✓ Identificar la cantidad y tipo de instrumentos para monitorear el desplazamiento, la medición de la fluctuación del agua subterránea (nivel freático) y la cantidad de lluvia.
- ✓ Identificar los tipos de obra civil a realizar para mejorar la canalización de las aguas lluvias.

1.5 VARIABLES DE ESTUDIO



- Variables Negativas
- Variables Positivas

1.6 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a los estudios presentados en el 2002 por JICA, ubica a 21 barrios y colonias, en las cuales se pueden realizar obras de mitigación, ayudando a salvaguardar las vidas de los pobladores que viven zonas propensas a deslizamientos suelo.

A continuación se tabla en la cual 21 enumeran las 21 zonas de riesgo deslizamiento de acuerdo al estudio presentado por JICA:

Tabla 1. Zonas de deslizamientos en donde se pueden realizar obras de mitigación

1	Col. Canaán
2	Col. Bambú
3	Bo. El Bosque
4	Col. Buena Vista
5	Col. Campo Cielo
6	Bo. San Martín
7	Col. Flor 1
8	Col. Zapote Norte
9	Col. Zapote Centro
10	Col. Villa Unión
11	Col. Brasilia

12	Col. Centro América
13	Col. Nueva Esperanza
14	Col. Las Torres Este
15	Col. Las Torres Oeste
16	Col. La Obrera
17	Col. La Ulloa
18	Col. El Dorado
19	Col. Suazo Córdoba
20	Col. Roble Oeste
21	Col. Guillen

Según JICA (2002), Todas estas zonas que son vulnerables a los deslizamientos las cuales podrían poseer 4 factores condicionantes y desencadenantes los cuales se describen a continuación:

- I. Corrimiento de los detritos de talud por erosión del pie del talud.
- II. Desprendimiento de bloques y cantos rodados.
- III. Caudales con fuerte energía durante precipitación.
- IV. Inundación.

A lo anterior hay que agregarle que hay construcciones habitacionales sin cimentación adecuada, sobre terrenos inestables con altas pendientes y que no cuenta con canalización de las aguas entre otros factores condicionantes o por estar cerca de las mismas.

Las personas que viven en barrios y colonias de deslizamiento deben de estar en alerta permanente, debido a que estas zonas están son vulnerables a lluvias fuertes.

Se trata de mejorar la calidad de vida de las personas para que éstas residan en lugares dignos y sin miedo a perder sus pertenencias, porque para muchos capitalinos una simple lluvia puede ser la diferencia entre la vida y la muerte ante los desastres naturales que demuestran la vulnerabilidad de la capital.

Miles de capitalinos viven bajo la amenaza de los desastres naturales que han terminado con valiosas vidas y provocado grandes pérdidas económicas en el Distrito Central, es por ello que la Corporación Municipal está priorizando en la prevención y mitigación en las zonas más vulnerables.

El proyecto de implementación de obras de mitigación a zonas habitables en riesgo de deslizamiento, genera una inversión millonaria, pero Alcaldía Municipal como el Gobierno Central, están en la obligación de velar por la seguridad de los pobladores, generándoles las condiciones apropiadas para que desempeñen sus actividades diarias sin ningún temor.

Con la creación de estos proyectos se pretende generara una gran cantidad de empleos, los cuales a su vez ayudaran a mitigar el gran desempleo que existe en Honduras, generando una estabilidad en los pobladores tanto física como económica.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 RIESGOS DE DESASTRES NATURALES Y ZONAS DE RIESGO

2.1.1 Riesgos de desastres naturales

Los riesgos naturales son fenómenos físicos de origen atmosférico o hidrológico que se pueden producir de una forma lenta o rápida, y afectar un territorio a escala nacional, regional o global, y vienen definidos por la presencia de determinados procesos. Según (Soto, 2009) para poder realizarla la evaluación de los riesgos hay que tener en cuenta tres parámetros fundamentales:

- Las características, del proceso natural.
- La superficie afectada por el proceso natural.
- La repercusión en las actividades de la población.

Los desastres naturales ocurren en todo el planeta, pero en algunos países provocan más daños que en otros. Así lo reflejan diversos informes sobre el impacto de las catástrofes causadas por la naturaleza y el ser humano. Los más pobres se llevan a menudo la peor parte, pero algunos países desarrollados, como España, sufren diversos condicionantes que los colocan en una situación de riesgo alto. Por si fuera poco, el cambio climático incrementará en el futuro el grado de riesgo en todas estas zonas (Fundacion EROSKI, 2010).

Las condiciones de controlar la naturaleza son demasiado pocas, a menos que se controle parcialmente por medio de sistemas para poder alertar a la población en momentos difíciles. Sin embargo, haga lo que se haga, el desastre natural surgirá, con un plan de evacuación efectivo, no se perdería una cantidad elevada de seres humanos. Por lo tanto, la única forma de poder reducir las posibilidades del surgimiento de un desastre natural es actuar sobre la vulnerabilidad. Si no se actúa sobre las causas de la vulnerabilidad, los esfuerzos realizados por parte de la población tendrán un éxito bastante limitado (PPARIS, 2008).

Según (Rinamed, 2013) los riesgos naturales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Meteorológicos/climáticos**
 - Temporales de viento
 - Olas de aire frío o de calor
 - Tornados y huracanes
 - Granizo
 - Nevadas extraordinarias
 - Tempestades eléctricas.

- **Geofísico**
 - Terremotos
 - Volcanes
 - Subsidiencias
 - Deslizamientos de terreno
 - Caída de piedras
 - Aludes
 - Los relacionados con problemas costeros, esencialmente hundimiento de la costa y erosión

- **Biológicos**
 - Plagas
 - Pestes
 - Epidemias

2.1.2 Deslizamientos

Se producen cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno.

A continuación se detallan los factores principales que contribuyan a la formación de este tipo de procesos:

A. Clima

El clima de acuerdo con las características que presenta puede favorecer la inestabilidad del subsuelo al aportar una suficiente cantidad de agua. Ello debido a la presión que ejerce el líquido en los poros y fisuras del suelo. Así mismo, las lluvias y la formación de corrientes de agua por la superficie (escorrentía superficial) favorecen los procesos de erosión. Las altas precipitaciones en combinación con el tipo de suelo en algunos casos material muy alterado fomenta la formación y aceleración de los deslizamientos ya que un suelo arcilloso se satura por la cantidad de agua recibida, se hace más pesado y unido con el grado de pendiente existente, se puede deslizar.

A continuación se describen algunos ejemplos de deslizamiento a nivel internacional causados por el clima:

- ✓ Las lluvias torrenciales ocasionados por el Huracán Mitch en Octubre de 1998, ocasionaron cientos deslizamientos de tierra en la Ciudad de Tegucigalpa y Comayagüela, los cuales cobraron más de 9,000 vidas y provocó el desplazamiento de 3 millones de personas. (Harp Castañeda y Held).

- ✓ El deslave de un cerro en el centro de Costa Rica causó la muerte de al menos 20 personas mientras que cientos en todo el país fueron reubicados temporalmente en albergues por las intensas lluvias. El derrumbe, provocado

por las lluvias que han caído en gran parte del país esta semana, arrasó viviendas en San Antonio Escazú, ubicada en la zona occidental del área metropolitana de la capital, San José (Peru21.pe, 2010).

B. Topografía

Los deslizamientos ocurren con mayor frecuencia en terrenos de pendientes pronunciadas y desprovistas de vegetación.

A continuación se describe ejemplo de deslizamiento a nivel internacional causados una topografía inclinada:

.

- ✓ Los deslaves de tierra provocados obligaron a desalojar a más gente en el sur de Italia: en la noche al martes los habitantes de Maierato tuvieron que abandonar el pueblo situado en la región de Calabria, Italia.

Según medios italianos, 2.300 personas tuvieron que ser alojadas de forma provisional en edificios y escuelas de la policía en una instalación deportiva en la cercana Vibo Valentía. Se teme que las fuertes lluvias provoquen nuevos aludes en la región afectada. “La montaña simplemente se vino abajo, fue un espectáculo apocalíptico”, describía la situación el alcalde Sergio Rizzo (CCS, 2010).

C. Geología

Aporta un número de parámetros importantes para comprender la inestabilidad de las laderas.

▪ Litología

Los tipos de rocas y la calidad de los suelos determinan en muchos casos la facilidad con que la superficie se degrada por la acción de los factores externos entre los cuales tenemos (meteorización, intemperismo, etc.)

- **Estructuras**

Determinan zonas de debilidad (fallas, diaclasas y plegamientos), y la colocación de los materiales en posición favorable a la inestabilidad (estratos).

- **Sismicidad**

Las vibraciones provocadas por sismos pueden ser lo suficientemente fuertes como para generar deslizamientos de diversa magnitud, afectando extensas áreas.

- **Vulcanismo**

Es un elemento disparador de fenómenos de inestabilidad, tanto por la propia actividad volcánica (sismos volcánicos y deformación del aparato volcánico), como por la acumulación progresiva de materiales fragmentarios (cenizas, bloques, etc.) que por sus características físicas favorecen la inestabilidad de los terrenos en áreas aledañas al aparato volcánico.

A continuación se describe ejemplo de deslizamiento a nivel internacional causados problemas geológicos:

- ✓ En El Salvador, cerca de mil quinientas personas perdieron la vida por el seísmo, algunas por la destrucción de edificios, pero la mayor parte por los grandes deslizamientos de terrenos...La sorpresa del equipo de investigación fue descubrir una falla a la que bautizaron como Zona de Falla de El Salvador, que jamás había sido descrita con anterioridad. El terremoto de 2001 lo generó esa falla, que se desplaza igual que la famosa de San Andrés, moviéndose de este a oeste. El sísmo se produjo cuando se movió de repente un trozo de la falla que va desde el lago Ilopango (de origen volcánico) y el volcán San Vicente (Universidad Complutense de Madrid, 2001).

D. Factores Antrópicos (actividad del hombre)

Todos los fenómenos descritos anteriormente forman parte del natural equilibrio geológico y que puede romperse con la actividad constructiva y destructiva del hombre. De esta manera, el ser humano contribuye a provocar o acelerar estos fenómenos (*Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)*).

Los deslizamientos suelen ser repentinos y violentos, pueden activarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, suelos saturados por fuertes precipitaciones o por el crecimiento de aguas subterráneas y por el socavamiento de los ríos. Un temblor de suelos saturados causado por un terremoto crea condiciones sumamente peligrosas. A pesar de que los deslizamientos se localizan en áreas relativamente pequeñas, pueden ser especialmente peligrosos por la frecuencia con que ocurren. Las distintas clases de deslizamientos son:

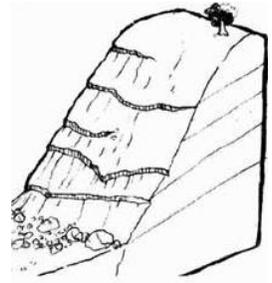
- ***El desprendimiento de rocas*** que se caracteriza por la caída libre de rocas desde un acantilado. Estas generalmente se acumulan en la base del acantilado formando una pendiente, lo que impone una amenaza adicional.
- ***Los derrumbes y las avalanchas***, que son el desplazamiento de una sobrecarga debido a una falla de corte. Si el desplazamiento ocurre en material superficial sin deformación total, se le llama hundimiento.
- ***Los flujos y las dispersiones laterales***, que ocurren en material reciente no consolidado donde la capa freática es poco profunda. A pesar de estar asociados con topografías suaves, estos fenómenos de licuefacción pueden llegar a grandes distancias de su origen.

A continuación se describe ejemplo de deslizamiento a nivel internacional causados problemas antropicos:

- ✓ En Colombia, excavación profunda para cimentación de edificio provoco que viviendas aledañas sufrieran grandes hundimientos, lo cual puso en riesgo la vida de los pobladores afectados, actualmente la empresa encargada de la cimentación para la construcción de edificio están realizando las medidas pertinentes para solucionar la problemática. (RCN, 2011)

Existen seis tipos principales de deslizamientos:

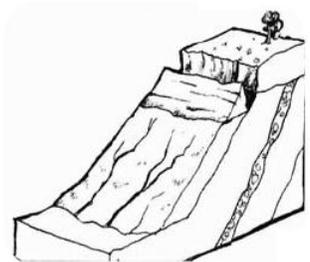
1. **Caída:** Estos movimientos ocurren cuando el material rocoso de cualquier tamaño se desprende de una ladera bastante inclinada y su recorrido se realiza en gran parte a través del aire, saltando o rodando, dependiendo de la inclinación de la ladera, a pesar que las partículas son pequeñas logran alcanzar gran velocidad.



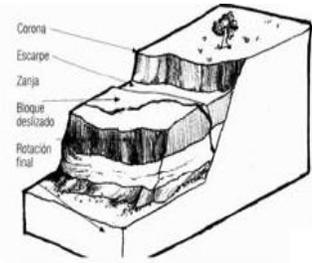
2. **Volcamiento:** Este tipo de movimiento está compuesto por una lenta inclinación de rocas duras (competentes, frágiles) arriba de rocas blandas (incompetentes, dúctiles) y el vuelco rápido de las rocas inclinadas.



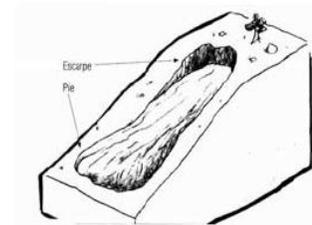
3. **Deslizamientos traslacionales:** En este tipo de deslizamientos la masa de terreno se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o suavemente ondulada, con pequeños movimientos de rotación. Los deslizamientos traslacionales están controlados por las fracturas de las rocas y la resistencia de los materiales. Cuando este tipo de deslizamiento ocurre en rocas es muy lento. En suelos, acelera con la lluvia y puede ser muy rápido.



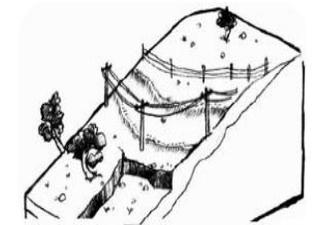
4. Extensiones laterales: El movimiento consiste en una extensión lateral controlada por fracturas. Puede ocurrir en rocas con diferente resistencia o bien sobre suelos. Cuando se produce en rocas, se desarrolla con lentitud; cuando se produce en suelos, puede ser considerablemente rápido durante terremotos y representar, en estos casos, una alta amenaza.



5. Flujos: Estos movimientos se producen en rocas, escombros y suelos; en los últimos dos casos están relacionados con una saturación de agua, principalmente en los períodos de lluvia intensa. El movimiento generalmente es muy rápido y por eso es muy peligroso.



6. Reptación: Es la deformación que sufre la masa de suelo o roca, como consecuencia de movimientos muy lentos por acción de la gravedad. Se suele manifestar en la curvatura de las rocas y troncos de los árboles, el corrimiento de carreteras y líneas férreas y la aparición de grietas.



Dependiendo de la velocidad, los deslizamientos se pueden clasificar en: rápidos y lentos.

- **Deslizamientos lentos,** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tan lento que no se percibe. Este tipo de deslizamiento genera unos pocos centímetros de material al año. Se identifican por medio de una serie de características marcadas en el terreno.
- **Deslizamientos rápidos,** Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tal que la caída de todo el material puede darse en pocos minutos o

segundos. Son frecuentes durante las épocas de lluvias o actividades sísmicas intensas. Como son difíciles de identificar, ocasionan importantes pérdidas materiales y personales.

A continuación se muestra tabla, la cual describe algunos desastres a nivel mundial, ocasiones por deslizamientos.

Tabla 2. Lugares donde han ocurrido desastres por deslizamiento

Año	Localización	Tipo	No. de Muertes
1786	Sichuan (China)	Terremoto, muro deslizado	100,000
1786	Calabria (Italia)	Terremoto	50,000
1920	Gansu (China)	Terremoto, invierno severo	100,000
1949	Tadzhikistan	Deslizamiento causado por Terremoto	20,000
1963	Vaiont (Italia)	Deslizamiento en lago dañado	2,000
1970	Huascarán (Perú)	Deslizamiento de Suelo	18,000
1985	Armero (Colombia)	Deslizamiento por activación Volcánica	20,000
2013	China	Deslizamiento de tierra	50

Tabla 3. Elementos Clave de la Gestión de Riesgo

Etapas pre-desastre				Etapas pos-desastre	
Determinación del riesgo	Mitigación	Transferencia del riesgo	Preparación	Respuesta frente a emergencias	Rehabilitación y reconstrucción
Evaluación del peligro (frecuencia, magnitud y ubicación)	Tareas de mitigación física/ Estructural	Seguro y reaseguro de infraestructura pública y bienes privados	Sistemas de aviso Temprano y sistemas de comunicación	Ayuda humanitaria	Rehabilitación y reconstrucción de infraestructura crítica dañada
Análisis de vulnerabilidad (población y bienes expuestos)	Planificación de utilización del suelo y códigos de edificación	Instrumentos del mercado financiero (bonos de catástrofe y fondos indexados de acuerdo con el	Planificación de contingencias (empresas de servicios domésticos y servicios públicos)	Limpieza, reparaciones temporarias y restauración de servicios	Gestión presupuestaria y macroeconómica (estabilización y protección de gastos de seguridad social)

Análisis del riesgo (en función del peligro y la vulnerabilidad)	Incentivos económicos para promover acciones a favor de la mitigación	Privatización de servicios públicos con normas de seguridad (electricidad, agua y transportes)	Redes de agentes de respuesta en caso de emergencias (nacionales y locales)	Evaluación de los daños	Reactivación de los sectores afectados (exportaciones, turismo, agricultura)
Control y pronóstico del peligro (SIG, trazado de mapas y construcción de escenarios)	Educación, capacitación v concienciación sobre riesgos y prevención	Fondos para Calamidades (a nivel nacional o local)	Instalaciones de refugio y planes de evacuación	Mobilización de recursos para la recuperación (públicas, multilaterales y del seguro)	Incorporación de componentes de mitigación de desastres en las actividades de reconstrucción

Los elementos clave de la gestión del riesgo descritos anteriormente están divididos en dos etapas: pre-desastre y pos-desastre. La Tabla # 3 divide los elementos clave de la gestión del riesgo de desastres en dos etapas: las acciones necesarias en la etapa pre-desastre y las necesarias en la etapa pos-desastre.

La etapa pre-desastre incluye la identificación del riesgo, la mitigación del riesgo, la transferencia del riesgo y la preparación; la etapa pos-desastre se ocupa de tender la emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción. Un programa integral de gestión del riesgo da respuesta a todos esos elementos (BID, 2000)

2.1.3 Zonas de riesgo en Honduras

Las lluvias torrenciales ocasionadas por el huracán Mitch ocasionaron cientos de deslizamientos de tierra en las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela, así como en áreas pobladas aledañas. La mayoría de los deslizamientos ocurridos fueron flujos de escombros relativamente superficiales; sin embargo, el deslizamiento que más afectó a la población fue el profundo hundimiento/flujo de tierra que se originó debajo de la cima del Cerro El Berrinche.

Este deslizamiento de tierra destruyó totalmente la Colonia Soto, así como partes de las cercanas Colonias Catorce de Febrero y El Porvenir. Este deslizamiento de tierra, con un volumen de aproximadamente seis millones de metros cúbicos,

represó al Río Choluteca, lo que ocasionó que detrás de la presa quedaran estancadas las aguas residuales.

Un hundimiento/flujo de tierra más pequeño, con un volumen de aproximadamente 400,000 m³ ocasionó la destrucción de varias viviendas de la Colonia El Reparto. Dos deslizamientos de roca y escombros ocasionados por la erosión de las riberas de los ríos al paso de la crecida causaron la destrucción de viviendas en el Barrio Miramesi y Nueva Esperanza, en el Río Choluteca y el Río Guacerique, respectivamente.

Antes del Mitch, en Tegucigalpa no se hablaba de zonas de riesgo, tampoco de deslizamientos, hundimientos y otras clasificaciones que llevan ahora las colonias y barrios de la ciudad. El Mitch dejó lugares dañados que nunca fueron restaurados por las autoridades, por ejemplo, el antiguo edificio que ocupaba la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE, el gimnasio Rubén Callejas Valentine y la antigua Penitenciaría Nacional de Tegucigalpa. En Comayagüela nunca se restauró la Primera Avenida ni el antiguo edificio del Ministerio del Trabajo.

Como parte del apoyo para la restauración del territorio hondureño dañado por el desastre que dejó el Huracán Mitch en 1998, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) en el 2002, entregó al Gobierno de Honduras un plan maestro, donde se detallan las principales zonas de riesgo de la capital, con su respectiva población y nivel de vulnerabilidad de acuerdo a los desastres que predominan en su suelo.

El informe divide a la capital en cuatro niveles de riesgo de acuerdo a la incidencia de desastres naturales en cada sector.

El estudio ubica a 138 barrios y colonias en alarma, de los cuales 31 representan un riesgo extremo para sus habitantes, en 86 de ellos deben prohibirse las obras de construcción y en 21 de ellos cualquier edificación que pretenda crearse debe ser supervisada por un ingeniero.

2.2 INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR PARA UN MONITOREO DE ALERTA TEMPRANA EN ZONAS DE RIESGO DE DESLIZAMIENTO

2.2.1 Pluviómetro

La instalación de pluviómetros en las zonas en riesgo de deslizamientos, ayudara como una alerta temprana, avisando a la población con suficiente tiempo anticipado para una reacción adecuada, en caso de que un fenómeno natural de proporciones tales, pueda causarles daños personales y materiales.

Un pluviómetro es un instrumento que mide la cantidad de agua precipitada de un determinado lugar. La unidad de medida es en milímetros (mm). Una precipitación de 5mm indica que si toda el agua de la lluvia se acumulará en un terreno plano sin escurrirse ni evaporarse, la altura de la capa de agua seria de 5mm. Los milímetros (mm) son equivalentes a los litros por metros cuadrados (IPEM56, 2008).

El Pluviómetro también es una estación para registro de variables meteorológicas sobre el estado del clima como:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad y Dirección del viento
- Cantidad de lluvia y el acumulado en días

(Dr. Tupak Obando R, 2009)

El número de pluviómetros que se necesitará depende de las condiciones locales. Por ejemplo, las áreas montañosas requerirán más pluviómetros que las áreas llanas. El mínimo número de pluviómetros a instalar es tres y el máximo número depende de los recursos con que se cuente. Los pluviómetros se pueden comprar o construir; esto dependerá de los recursos con los que cuente la comunidad (OEA, 2001).

A continuación se describen algunos ejemplos de utilización de pluviómetros a nivel internacional:

- ✓ La Secretaría de Seguridad de Ecuador, entregó pluviómetros a los comités barriales de las zonas vulnerables a derrumbes, deslizamientos e inundaciones; si sobrepasan los 2 mm se activan alertas, la instalación de cinco pluviómetros permitió disminuir el riesgo en zonas como el Panecillo, Cinco de Junio y Guápulo. En estos sectores, donde antes se registraban deslizamientos, la alerta que emiten los mismos moradores, a través de este aparato, disminuyó el riesgo de emergencias. Después de la implementación de la instrumentación, las lluvias no han generado inconvenientes (Explored, 2013).
- ✓ Finalmente, una estación en Santa Cruz, Bolivia estará operando por un corto periodo, para evaluar las características de la corriente de chorro a niveles bajos en esta región durante un fuerte evento cálido en el Pacífico del Este. Para estimar la lluvia en forma más precisa, decidimos establecer una red de aproximadamente 200 pluviómetros en la región con mayor probabilidad de ser afectada por fuertes lluvias. (National Severe Storms Laboratory, 1998)
- ✓ La expansión urbana de Medellín, Colombia se ha desarrollado hacia las partes medias y altas de las cuencas de las quebradas afluentes al río Medellín. Este crecimiento acelerado ha conllevado la configuración de barrios en zonas inestables o en terrenos inundables, después de realizar análisis los resultados del estudio destacaron la carencia de mecanismos de monitoreo directo de dichos procesos naturales y antrópicos...Con este fin se instalaron en 2001 35 pluviógrafos y 60 pluviómetros en diferentes instituciones educativas ubicadas en la zona a analizar, para que fueran ellos quien monitoree la zona, alertando a los pobladores en caso de posibles amenazas de desastre (Lopez Mejia y Hermelin, 2002).

2.2.2 Piezómetro

La instalación de Piezómetros en las zonas en riesgo de deslizamientos, ayudara como una alerta temprana, avisando a la población con suficiente tiempo de anticipación para una reacción adecuada, en caso de que un fenómeno natural de proporciones tales, pueda causarles daños personales y materiales.

Los piezómetros son especialmente diseñados para medir la presión de poros (presión poral) del agua en rellenos y excavaciones. Son muy importantes en las investigaciones y evaluaciones de estabilidad de taludes, presas y diques (Geoinstruments, 2013).

Los piezómetros tienen las siguientes aplicaciones:

- Monitorización de la presión del agua, para determinación de coeficientes de seguridad en terrenos rellenos o excavaciones;
- Monitorización de la presión del agua para evaluación de la estabilidad de contrafuertes o terraplenes;
- Monitorización de sistemas de drenaje en excavaciones;
- Monitorización de sistemas de mejora del suelo, como por ejemplo drenajes verticales;
- Monitorización de la presión del agua en diques.

(Damasco Penna Ingenieria Geotecnica, 2013)

Los principales tipos de piezómetros disponibles como medidas de monitoreo de alerta temprana son: hidráulicos, neumático, cuerda vibrante, resistencia eléctrica y casa grande (Saldarriaga, 1995).

A continuación se describen algunos ejemplos de utilización de piezómetros a nivel internacional:

- ✓ En México es práctica común la instalación de piezómetros debido a su bajo costo y sencilla instalación. La instalación de piezómetros eléctricos utilizando la técnica con grout se ha realizado desde hace más de 13 años, con resultados satisfactorios en Canadá y Estados Unidos...Los resultados hasta hoy obtenidos con esta estación experimental muestran que es factible implementar su utilización en proyectos geotécnicos en los que se requiera conocer la distribución de presiones de poro del subsuelo de manera rápida, precisa y a largo plazo (Galvan Choquet y Cruz, 2010).
- ✓ Para la construcción de los túneles gemelos mineros y 4 estaciones de la línea 4 del metro de Caracas Venezuela, se procedió a instalar piezómetros, los cuales permiten verificar la eficiencia de los sistemas de bombeo instalados perimetralmente a las trincheras, para excavar las mismas con fondo seco y evitar que las maquinarias se hundan o peguen. Hasta la fecha se han instalado cuarenta piezómetros (Centene Pulido y Brescia, 2004).
- ✓ Para medir la presión del agua en el subsuelo bajo la losa de fondo de la estación de Mexicaltzingo en la Ciudad de México, se instalarán dos piezómetros de cuerda vibrante, colocados 50m y 104m respectivamente de la cabecera del andén oriente a poniente y 50cm. por debajo del nivel de la losa de fondo (UNAM, 2012).
- ✓ Con el fin de poder hacer un mejor monitoreo de los cambios de nivel freático, se han instalaron 4 piezometros, en el proyecto “Construcción de tanque de retención Tunjuelo Medio y Obras Anexas”, en la Ciudad de Bogotá, Colombia, con la finalidad de medir de manera más precisa las deformaciones, esfuerzo,

y presiones de agua que puedan afectar a la subestructura (G&U Instrumentación, 2010).

2.2.3 Inclinómetro

La instalación de inclinómetros en las zonas en riesgo de deslizamientos, ayudara como una alerta temprana, avisando a la población con suficiente tiempo de anticipación para una reacción adecuada, en caso de que un fenómeno natural de proporciones tales, pueda causarles daños personales y materiales.

Los sistemas de inclinómetros se utilizan para medir los movimientos laterales del suelo o de cualquier estructura. Resultan útiles para determinar la profundidad, dirección, magnitud, e incluso la velocidad del movimiento. Las mediciones del movimiento registrado se utilizan para asegurar que las deflexiones se encuentren dentro de lo establecido por el diseño. Se puede continuar con el monitoreo para establecer cualquier efecto a largo plazo, una vez que se haya terminado la obra (Ambher, 2013).

Según (Damasco Penna Ingeniería Geotécnica, 2013), las principales aplicaciones de los inclinómetros consisten en:

- Monitorización de taludes (inestables) para determinación de zonas de movimientos, y establecer parámetros indicativos sobre la constancia y aceleración de los movimientos.
- Monitorización de paredes de diafragma para visualizar si las deflexiones están dentro de los límites esperados.
- Monitorización de diques y presas.
- Monitorización de efectos resultado de tareas de excavación de túneles.
- Monitorización de la presión de agua en diques y presas.

A continuación se describen algunos ejemplos de utilización de inclinómetros a nivel internacional:

- ✓ En la estación de Mexicaltzingo en la Ciudad de México, para llevar un monitoreo de las condiciones de la estación desde antes de su construcción hasta el final de la misma y puesta en operación, se instalaron inclinómetros, con los que se monitorean las condiciones del suelo y comportamiento de la estación, y tener una alerta temprano en caso que se presenten anomalías (UNAM, 2012).
- ✓ Con el fin de determinar y medir con exactitud los desplazamientos horizontales y las deformaciones angulares del terreno, se han instalado 4 inclinómetros en terreno y tres inclinómetros en pantalla, en el proyecto “Construcción de tanque de retención Tunjuelo Medio y Obras Anexas”, en la Ciudad de Bogotá, Colombia con la finalidad de medir de manera más precisa las deformaciones, esfuerzo, y presiones de agua que puedan afectar a la subestructura (G&U Instrumentacion, 2010).
- ✓ En San José Costa Rica, se decidió llevar a cabo el “Estudio de Vulnerabilidad del Acueducto Osori” con el fin de determinar la magnitud, la probabilidad de ocurrencia y los posibles efectos de cada uno de los fenómenos naturales que pudieran afectar la zona de interés, por lo cual se decidió instalar inclinómetros, que indicarían la estabilidad de las laderas con una precisión de centésimas de milímetros de movimientos en la estabilidad del suelo, provocando futuros deslizamientos (Castillo, 2011).

2.3 OBRA CIVILES A REALIZAR PARA MEJORAR LA CANALIZACIÓN DE LAS AGUAS.

2.3.1 Construcción de Cunetas

Con la construcción de cunetas en las zonas en riesgo de deslizamientos, se pretende mejorar la canalización de las aguas lluvias, logrando evitar la infiltración de fluido a lo largo de todo el terreno afecto.

A continuación se describen algunos ejemplos de lugares donde tomaron la decisión de construir cunetas para mejorar la canalización de las aguas:

- ✓ El gobierno de Argentina suscribió con la Nación los convenios que garantizan el financiamiento de 58 obras de infraestructura urbana en distintas localidades de la provincia...el funcionario provincial explicó que las obras de construcción de 50 cuerdas de cordón cuneta de hormigón armado ayudara a poseer una mejor canalización de las aguas (FMcerrito, 2012).
- ✓ El Salvador, a través de la construcción de superficie de concreto hidráulico, cordón cuneta, muros de contención y obras de drenaje y tratamiento en la base de la carretera, ayudara a mejorar las condiciones físicas de la zona (ZONAF, 2012).

2.3.2 Instalación de Tuberías para conducción de aguas

Las tuberías domésticas más habituales son las de cobre y las de PVC. Las primeras se emplean, sobre todo, para el abastecimiento, mientras que las segundas se reservan para la evacuación de aguas residuales. Sin embargo, ambas tienen características muy similares: son ligeras, aguantan bien el paso del tiempo y su coste no es elevado. Apenas se diferencian en el modo de unión y en la resistencia a los ciclos de dilatación. (Fundacion EROSKI, 2010).

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE Y METODOS

3.1.1 Enfoque

En la presente investigación es necesario, el estudio de factores cualitativos como las condiciones de riesgo, grado o probabilidad del mismo así como las posibles acciones o reacciones de los pobladores de las zonas de riesgo afín de lograr un perfil de del proyecto que abarque todos los elementos que rodean un monitoreo de riesgos ante los deslizamientos en la capital de la república, de igual forma un es indispensable conocer datos numéricos como los costos de implementación de sistemas de monitoreo, es por eso que un enfoque mixto es decir tanto cualitativo como cuantitativo es el que consideramos más acertado para la investigación.

Al aplicar en la presente investigación un enfoque mixto la información será más completa. Mediante el enfoque cualitativo se pretende afinar ideas mediante la investigación, exploración y análisis de conceptos, mientras que con el enfoque cuantitativo pretendemos obtener cifras que nos determinen en términos numéricos la factibilidad del proyecto.

3.1.2 Método

En pro de esta investigación se seguirá un procedimiento riguroso, formulado de manera lógica para la adquisición del conocimiento, el método que se aplicara tiene como propósito cumplir con los objetivos planteados o dar una respuesta concreta al problema identificado, el método científico orientara la presente investigación a través de un orden lógico el cual dará como resultado la veracidad de los enunciados de la investigación.

3.2 Diseño

La precisión, la profundidad así como también el éxito de los resultados de la investigación dependen de la elección adecuada del diseño de investigación. Cada tipo de diseño posee características particulares por lo que cada uno es diferente a cualquier otro. La eficacia de cada uno de ellos depende de si se ajusta realmente a la investigación que se esté realizando. El diseño que más se ajusta a la presente investigación es el no experimental longitudinal, Es el diseño de investigación que recolecta datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

3.2.1 Población y Muestra

La investigación se realizará en el Distrito Central de Francisco Morazán, la población y muestra serán 21 zonas identificadas como propensas a deslizamientos de suelo, en la cuales existen un total de 26,500 viviendas, de las cuales seleccionaremos las que más probabilidades tienen de ocurrencia.

3.3 Técnicas e instrumentos aplicados

La técnica se fundamentara en la observación de la zona, en donde se llenara una ficha técnica de las características encontradas (**ver anexo 1 – Levantamiento de campo**), entrevista a expertos y la investigación bibliográfica de donde se obtendrá información de fuentes secundarias como textos, libros, revistas, periódicos o documentos en general, analizando de la mejor forma la información que estas fuentes puedan brindar.

Mediante la observación se pretende obtener información primaria muy valiosa para la toma de decisiones y de esta forma priorizar las zonas de mayor vulnerabilidad a los deslizamientos.

Los instrumentos para documentar y fortalecer la presente investigación serán: cámaras fotográficas, registro de las observaciones y cualquier otro que se considere necesario para una mejor recolección de información.

El juicio de los expertos es muy importante para la presente investigación por lo que se considera de mucho valor tomarla en consideración en pro de una mejor respuesta a los objetivos planteados.

Con las anteriores técnicas e instrumentos, se pretende recopilar información suficiente para diseñar una propuesta de mitigación de riesgo en zonas de deslizamientos, a través de la implementación de instrumentos de alerta temprana.

La elección de zonas a instrumentar se hará de acuerdo al resultado obtenido del análisis cualitativo de los riesgos.

Cuadro 4. Niveles de Riesgo

Calificación	Necesidad de instrumentar	Color Distintivo
Cuatro a cinco condiciones	Alta	Rojo
Dos a tres condiciones	Media	Amarillo
Una de las condiciones	Baja	Verde
Ninguna de las condiciones	Nula	

3.4 Fuentes de información

Primaria mediante la observación de las zonas de deslizamiento identificadas y secundaria ya que nos apoyaremos en información previamente documentada.

CAPITULO IV. ANALISIS Y RESULTADOS

4.1 Resultados encontrados por bloque de deslizamiento

Durante el recorrido por los barrios y colonias, que conforman los 21 bloques de deslizamientos, se reconocieron 5 mecanismos principales de deslizamiento o factores condicionantes y desencadenantes los cuales mostramos a continuación:

- I. Corrimiento de los detritos de talud por erosión del pie del talud.
- II. Reptación de suelos residuales por saturación.
- III. Desprendimiento de Bloques y cantos rodados.
- IV. Caudales con fuerte energía durante precipitación.
- V. Inundación.

A lo anterior hay que agregarle que hay construcciones habitacionales sin cimentación adecuada, sobre terrenos inestables con altas pendientes y que no cuenta con canalización de las aguas entre otros factores condicionantes o por estar cerca de las mismas.

A continuación se muestra un resumen de la situación general o mecanismo de falla de los 21 bloques de deslizamientos basados en los 5 mecanismos principales de deslizamiento.

Tabla No 5. Situación general de los bloques de deslizamiento de tierra

No.	Bloque de Deslizamiento	Nombre de los barrios y colonias		Situación Actual
1	Canaán	1	Colonia Canaán	Reptación de suelos por saturación.
		2	Colonia Canaán (colegio)	Asentamientos diferenciales debido a inadecuada cimentación
		3	Barrio el Rincón	Reptación de suelos por saturación
		4	Col. José Simón Azcona	Corrimiento de detritos por socavación al pie de la Pendiente

No.	Bloque de Deslizamiento	Nombre de los barrios y colonias		Situación Actual
2	Bambú	5	Barrio La Cabaña	Corrimiento de detritos por socavación al pie de la pendiente y escorrentía
		6	Barrio La Cabaña Pilas	Escorrentía con fuerte energía sin canalización
		7	Barrio la Plazuela	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		8	Barrio Guanacaste	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		9	Barrio La Ronda	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
3	El Bosque	10	Barrio el Bosque	Escorrentía con fuerte energía sin canalización
		11	Barrio El Bosque Mirador	Desprendimiento de Rocas
		12	Barrio El Bosque Sendero Cumbre	Escorrentía con fuerte energía sin canalización
		13	Barrio El Bosque Corredero	Escorrentía con fuerte energía sin canalización
		14	Barrio Buenos Aires	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		15	El Edén 2	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la Pendiente, asentamientos diferenciales.
4	Buena Vista	16	Barrio Buena Vista	Desprendimiento de Rocas, construcciones en laderas.
		17	Barrio El Chile	Inundación y erosión por socavación.
		18	Barrio La Concordia	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		19	Barrio Miramesi	Desprendimiento de Rocas, construcción en laderas.
5	Campo Cielo	20	Col. Campo Cielo	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la Pendiente, construcciones mal cimentadas
		21	Col. Flor No. 2	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada.

No.	Bloque de Deslizamiento	Nombre de los barrios y colonias		Situación Actual
		22	Col. San Martin	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes
		23	Col. El Pastel	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes
6	San Martin	24	Col. San Martin	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes
		25	Col. Las Ayestas	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		26	Col. Los Profesores	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		27	Col. San Cristóbal	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
7	Flor 1	28	Col. Flor No. 1	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la pendiente, reptación por saturación puntual.
		29	Colonia 3 De Mayo	Asentamientos diferenciales debido a inadecuada cimentación
		30	Col. Zapote Norte	Desprendimiento de Rocas, inundación
		31	Col Las Ayestas	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada, Inundación.
		32	Col. Flor No 2	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		33	Col. San Martin	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada
		34	Col. Independencia	Desprendimiento de rocas, Construcciones en laderas.
8	Zapote Centro	35	Col. Zapote centro	Desprendimiento de rocas, Inundación.
		36	Col. Independencia	Desprendimiento de rocas , Construcciones en laderas
9	Zapote Norte	37	Col. Zapote Norte	Desprendimiento de rocas, Construcciones en laderas
		38	Col. Villa Unión	Escorrentía con fuerte agua sin canalización, erosión.
		39	Col. Flor No 1	Corrimiento de Detritos por socavación al Pie de la Pendiente

No.	Bloque de Deslizamiento	Nombre de los barrios y colonias		Situación actual
10	Villa Unión	40	Col. Villa Unión	Escorrentía con fuerte energía sin canalización, Erosión, construcción en laderas.
11	Brasilia	41	Col. Brasilia	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, reptación de suelos por saturación.
		42	Col. Rosa Linda	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, reptación de suelos por saturación.
		43	Col. Buenas Nuevas	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, reptación de suelos por saturación.
		44	Col. El Carrizal No. 1	Vulnerabilidad por encontrarse bajo el nivel de zona amenazada, Inundación.
		45	Barrio Bella Vista	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, reptación de suelos por saturación.
		46	Col. San Juan del Norte	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, reptación de suelos por saturación.
12	Centroamérica	47	Residencial Centroamérica	Desprendimiento de Rocas
		48	Col. Monte Carmelo	Desprendimiento de Rocas
		49	Col. 21 de Febrero	Desprendimiento de Rocas
		50	Col. Vegas del Country	Inundación y erosión por socavación
13	Nueva Esperanza	51	Col Nueva Esperanza	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, desprendimiento de Rocas.
		52	Col Nueva Esperanza	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, desprendimiento de Rocas.
		53	Col. Altos de La Primavera	Construcciones ubicadas en taludes o pendientes, Desprendimiento de Rocas.

No.	Bloque de Deslizamiento	Nombre de los barrios y colonias		Situación general
		54	Col. República de Venezuela	Inundación, Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes
14	Las Torres Este	55	Col. Las Torres	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes
15	Las Torres Oeste	56	Col. Las Torres	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, Desprendimiento de Rocas.
		57	Residencial Francisco Morazán	Construcciones ubicadas en taludes o zonas con altas pendientes, Desprendimiento de Rocas.
16	La Obrera	58	La Obrera	Corrimiento de Suelos por Socavación al Pie de la Pendiente.
17	La Ulloa	59	La Ulloa	Corrimiento de Suelos de gran espesor debido a antiguos deslizamientos.
18	El Dorado	60	El Dorado	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la Pendiente
19	Suazo Córdoba	61	Suazo Córdoba	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la Pendiente
20	Roble Oeste	62	Roble Oeste	Reptación de suelos Residuales por saturación, estabilizado.
21	Guillen	63	Col. Guillen	Corrimiento de Detritos por Socavación al Pie de la Pendiente

A pesar que los mecanismos de falla sean muy similares en las diferentes áreas de los diferentes barrios y colonias que conforman los bloques de deslizamiento, las actividades y estructuras para la estabilización no lo son, pues estas dependen de la estratigrafía del lugar (espesores de estratos, alternancia de materiales de distinta competencia, rango de pendiente y contactos entre capas o fracturamiento secundario por donde puede haber flujos de agua y saturación), los cuales son factores condicionantes que deben ser obtenidos con pruebas de laboratorio, sondeos exploratorios y muestreos de las características del suelo y de la roca presentes para realizar modelaciones con programas computacionales de estabilización de laderas para realizar el análisis de estabilidad global

4.2 Resultados de la factibilidad de instrumentar

A continuación se muestra los condicionantes que sirvieron para realizar la priorización de los Bloques de Deslizamientos a Instrumentar.

Tabla No 6. Análisis de la instrumentación de los bloques de deslizamientos

No	Bloque de deslizamiento	Barrios y colonias	Análisis
1	Canaán	Colonia Canaán	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El número de familias que habitan en la zona de deslizamiento es alta, lo que generaría una gran inversión para la municipalidad en caso de realizar una reubicación. • Para realizar medidas de mitigación estructural, se deben conocer algunos parámetros del comportamiento del bloque de deslizamiento, por lo que con la instrumentación se pretende obtener dicha información necesaria para realizar los diseños para la estabilización del suelo.
		Barrio el Rincón	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Se pueden construir obras de Protección, contención o control de flujos para estabilizar el área sin la necesidad de Instrumentación.
		Col. José Simón Azcona	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden construir obras de Protección, contención o control de flujos para estabilizar el área sin la necesidad de Instrumentación.

2	Bambú	Barrio La Cabaña	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El área para re urbanizar luego de la estabilización es considerablemente alta. • Para realizar medidas de mitigación estructural, se deben conocer algunos parámetros del comportamiento del bloque de deslizamiento, por lo que con la instrumentación se pretende obtener dicha información necesaria para realizar los diseños para la estabilización del suelo.
		Barrio la Plazuela	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Desde el punto de vista de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis.
		Barrio Guanacaste	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Desde el punto de vista de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis.
		Barrio La Ronda	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Desde el punto de vista de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis.
3	El Bosque	Barrio el Bosque	<ul style="list-style-type: none"> • Se observaron desprendimiento de bloques. • Es necesario realizar obras de control de escorrentías. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las

			condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Barrio Buenos Aires	<ul style="list-style-type: none"> • Se observaron desprendimiento de bloques. • Es necesario realizar obras de control de escorrentías. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		El Edén 2	<ul style="list-style-type: none"> • El tramo Afectado está incluido en la zona de bloque de la Cabaña.
4	Buena Vista	Barrio Buena Vista	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Barrio El Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.
		Barrio La Concordia	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.
		Barrio Miramesi	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.

5	Campo Cielo	Col. Campo Cielo	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • Esta zona está catalogada como media amenaza de movimiento de ladera • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Col. Flor No. 2	<ul style="list-style-type: none"> • Esta zona está catalogada como media amenaza de movimiento de ladera • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Col. San Martin	<ul style="list-style-type: none"> • Esta zona está catalogada como media amenaza de movimiento de ladera • Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Col. El Pastel	<ul style="list-style-type: none"> • Esta zona está catalogada como media amenaza de movimiento de ladera • Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
6	San Martin	Col. Las Ayestas	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.

		Col. Los Profesores	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Col. San Cristóbal	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
7	Flor 1	Col. Flor No. 1	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El número de familias que habitan en la zona de deslizamiento es alta, lo que generaría una gran inversión para la municipalidad en caso de realizar una reubicación. • Para realizar medidas de mitigación estructural, se deben conocer algunos parámetros del comportamiento del bloque de deslizamiento, por lo que con la instrumentación se pretende obtener dicha información necesaria para realizar los diseños para la estabilización del suelo. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento.
		Colonia 3 De Mayo	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.

		Col. Zapote Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • Esta zona está catalogada como Alta Susceptibilidad de Movimiento de Ladera. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
		Col. Independencia	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • Esta zona está catalogada como Alta Susceptibilidad de Movimiento de Ladera. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
8	Zapote Centro	Col. Zapote centro	<ul style="list-style-type: none"> • Existe desprendimiento de rocas. • Esta zona está catalogada como Alta Susceptibilidad de Movimiento de Ladera. • A pesar de la importancia del realizar un monitoreo, este bloque de deslizamiento no presenta las condiciones adecuadas para instalar instrumentos de monitoreo de movimientos de masas.
9	Zapote Norte	Col. Zapote Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en Alta Susceptibilidad de Movimiento de Ladera. • No Existen las condiciones para instalar instrumentos debido a que los movimientos o escorrentías son muy dinámicos por encontrarse en un corredero de invierno lo que no garantizaría el funcionamiento de los equipos de instrumentación.
10	Villa Unión	Col. Villa Unión	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en Alta Susceptibilidad de Movimiento de Ladera. • No Existen las condiciones para instalar instrumentos debido a que los movimientos o escorrentías son muy

			<p>dinámicos por encontrarse en un corredero de invierno lo que no garantizaría el funcionamiento de los equipos de instrumentación.</p>
11	Brasilia	Col. Brasilia	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento. • A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global y diseñar las obras para control de movimiento y para el control de desprendimientos.
		Col. Buenas Nuevas	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento. • A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global y diseñar las obras para control de movimiento y para el control de desprendimientos.
		Col. El Carrizal No. 1	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.
		Barrio Bella Vista	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento. • A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global.

		Col. San Juan del Norte	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento. • A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global y diseñar las obras para control de movimiento y para el control de desprendimientos.
12	Centroamérica	Residencial Centroamérica	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada.
		Col. Monte Carmelo	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada.
		Col. 21 de Febrero	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada.
		Col. Vegas del Country	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.

13	Nueva Esperanza	Col Nueva Esperanza	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada. • Existe construcciones con mala o ninguna cimentación ubicadas en zonas con grandes pendientes con importante erosión basal que no serán evaluadas con instrumentos.
		Col. Altos de La Primavera	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada. • Existe construcciones con mala o ninguna cimentación ubicadas en zonas con grandes pendientes con importante erosión basal que no serán evaluadas con instrumentos.
		Col. República de Venezuela	<ul style="list-style-type: none"> • Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos. • Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación.
14	Las Torres Este	Col. Las Torres	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada. • Existe construcciones con mala o ninguna cimentación ubicadas en zonas con grandes pendientes con importante erosión basal que no

			serán evaluadas con instrumentos.
15	Las Torres Oeste	Residencial Francisco Morazán	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario realizar obras de control para evitar desprendimientos de rocas. • Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativas de toda el área afectada. • Existe construcciones con mala o ninguna cimentación ubicadas en zonas con grandes pendientes con importante erosión basal que no serán evaluadas con instrumentos.
16	La Obrera	La Obrera	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El número de familias que habitan en la zona de deslizamiento es alta, lo que generaría una gran inversión para la municipalidad en caso de realizar una reubicación. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento.
17	La Ulloa	La Ulloa	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El número de familias que habitan en la zona de deslizamiento es alta, lo que generaría una gran inversión para la municipalidad en caso de realizar una reubicación. • La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento.

18	El Dorado	El Dorado	<ul style="list-style-type: none"> • Es evidente la necesidad de construir muros de contención en las áreas donde se realizaron trabajos mecanizados al pie del talud (en el límite entre esta colonia de El Dorado y Los Pinos) • Las actividades de instrumentación no ofrecerán mas información que la obtenida en un levantamiento superficial por un especialista.
19	Suazo Córdoba	Suazo Córdoba	<ul style="list-style-type: none"> • Es evidente la necesidad de construir muros de contención en las áreas donde se realizaron trabajos mecanizados al pie del talud (en el límite entre esta colonia de El Dorado y Los Pinos) • Las actividades de instrumentación no ofrecerán mas información que la obtenida en un levantamiento superficial por un especialista.
20	Roble Oeste	Roble Oeste	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilizada
21	Guillen	Col. Guillen	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta. • El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto. • Existen las condiciones para instalar instrumentos. • El número de familias que habitan en la zona de deslizamiento es alta, lo que generaría una gran inversión para la municipalidad en caso de realizar una reubicación.

A continuación un resumen general de las condiciones encontradas en las zonas de deslizamiento:

Tabla No. 7 Resumen de las condiciones encontradas en las zonas de deslizamiento.

No	Condición
1	Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta.
2	El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto.
3	Existen las condiciones para instalar instrumentos
4	Inversión de reubicación menor a la Instrumentación.
5	La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento.
6	Se pueden construir obras de Protección, contención o control de flujos para estabilizar el área sin la necesidad de Instrumentación.
7	El área para re urbanizar luego de la estabilización es considerablemente alta.
8	Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos.
9	Desde el punto de vista de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis.
10	Se observaron desprendimiento de bloques.
11	Es necesario realizar obras de control de escorrentías.
12	Existe desprendimiento de rocas, bloques y/o laderas.
13	Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación
14	Esta zona está catalogada como Media amenaza de Movimiento de Ladera
15	Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente
16	Amenaza de inundación.

17	No Existen las condiciones para instalar instrumentos debido a que los movimientos o escorrentías son muy dinámicos por encontrarse en un corredero de invierno lo que no garantizaría el funcionamiento de los equipos de instrumentación.
18	Zona de peligro de acuerdo al mapa de deslizamientos..
19	A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global y diseñar las obras para control de movimiento y para el control de desprendimientos.
20	Es necesario realizar obras de control para evitar Desprendimientos de rocas.
21	Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativos de toda el área afectada.
22	Existen construcciones muy cerca de los taludes subverticales con importante erosión basal.
23	Las actividades de instrumentación no ofrecerán más información que la obtenida en un levantamiento superficial por un especialista.
24	Estabilizada

4.3 Análisis Cualitativo de los riesgos de acuerdo a las condiciones encontradas en las zonas de deslizamientos

Probabilidad de ocurrencia del Riesgo

Definición	Probabilidad
Improbable	0.1
Relativamente Probable	0.3
Probable	0.5
Muy Probable	0.7
Certeza	0.9

Probabilidad de Impacto

Definición	Impacto
Muy Alto	0.8
Alto	0.4
Medio	0.2
Bajo	0.1
Casi Nulo	0.05

Matriz de Probabilidad e Impacto

		AMENAZAS				OPORTUNIDAD					
PROBABILIDAD	0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.045
	0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.035
	0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025
	0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.015
	0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.005
		0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05
		IMPACTO									

Simbología de los niveles de riesgo

	Alto
	Medio
	Bajo

Tabla No. 8 Evaluación Cualitativa de las condiciones encontradas en las zonas de deslizamiento.

No	Condición	Prob.	Impac.	Result.
1	Percepción de afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona de riesgo es alta.	0.7	0.8	0.56
2	El mapa de Multi-Amenaza se observa en un Riesgo de Deslizamiento Alto.	0.4	0.7	0.28
3	Existen las condiciones para instalar instrumentos	0.7	0.8	0.56
4	Inversión de reubicación menor a la Instrumentación.	0.7	0.8	0.56
5	La información obtenida de los mecanismos de falla en un punto se puede correlacionar para toda el área del movimiento.	0.5	0.4	0.20
6	Se pueden construir obras de Protección, contención o control de flujos para estabilizar el área sin la necesidad de Instrumentación.	0.7	0.4	0.28
7	El área para re urbanizar luego de la estabilización es considerablemente alta.	0.3	0.4	0.12
8	Su amenaza o vulnerabilidad está regida por la cercanía a zonas de riesgo por lo que su instrumentación no ofrecería los resultados requeridos.	0.5	0.4	0.20
9	Desde el punto de vista de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis.	0.5	0.1	0.05
10	Se observaron desprendimiento de bloques.	0.7	0.2	0.14
11	Es necesario realizar obras de control de escorrentías.	0.3	0.2	0.06
12	Existe desprendimiento de rocas, bloques y/o laderas.	0.9	0.8	0.72

13	Para control de inundaciones o controles de flujo es necesario realizar otro tipo de análisis e instrumentación	0.5	0.4	0.20
14	Esta zona está catalogada como Media amenaza de Movimiento de Ladera	0.7	0.4	0.28
15	Presentan casa de habitación mal cimentadas ubicadas en altas pendiente	0.7	0.4	0.28
16	Amenaza de inundación.	0.3	0.8	0.24
17	No Existen las condiciones para instalar instrumentos debido a que los movimientos o escorrentías son muy dinámicos por encontrarse en un corredero de invierno lo que no garantizaría el funcionamiento de los equipos de instrumentación.	0.3	0.8	0.24
18	Zona de peligro de acuerdo al mapa de deslizamientos.	0.7	0.8	0.56
19	A pesar de la necesidad de realizar un monitoreo es más importante realizar un análisis de estabilidad global y diseñar las obras para control de movimiento y para el control de desprendimientos.	0.7	0.2	0.14
20	Es necesario realizar obras de control para evitar Desprendimientos de rocas.	0.7	0.1	0.07
21	Esta zona no presenta las condiciones adecuadas para la instrumentación o los datos que esta actividad ofrece no son representativos de toda el área afectada.	0.5	0.4	0.20
22	Existen construcciones muy cerca de los taludes subverticales con importante erosión basal.	0.5	0.4	0.20
23	Las actividades de instrumentación no ofrecerán más información que la obtenida en un levantamiento superficial por un especialista.	0.3	0.8	0.24
24	Estabilizada	0.1	0.8	0.08

De acuerdo al análisis cualitativo de riesgos, los factores principales a evaluar en las 21 zonas de deslizamientos fueron 5:

1. Afectación directa e indirecta de los habitantes en la zona sea alta.
2. Condiciones para instalar instrumentos.
3. Inversión de reubicación menor a la instrumentación.
4. Existe desprendimiento de rocas, bloques y/o laderas.
5. Zona de peligro en el Mapa de Deslizamiento.

4.4 Análisis para la priorización de zonas, de acuerdo a los principales factores a evaluar en las 21 zonas de deslizamiento

Cuadro 9. Niveles para la priorización de zonas.

Calificación	Necesidad de instrumentar	Color Distintivo
Cuatro a cinco condiciones	Alta	Rojo
Dos a tres condiciones	Media	Amarillo
Una de las condiciones	Baja	Verde
Ninguna de las condiciones	Nula	

A continuación se presenta la calificación de cada una de las zonas de acuerdo a las cinco condiciones y a los niveles de necesidad de instrumentación planteados en la Tabla 8-Evaluación Cualitativa de las condiciones encontradas en las zonas de deslizamiento.

Tabla 10. Medición del nivel de riesgo por zona de deslizamiento.

No	Bloque de deslizamiento	Barrios y colonias	Afectación directa e indirecta a habitantes es alta	Peligro alto en Mapa de deslizamientos	Condiciones para instrumentar	Costos de reubicación altos	Desprendimiento de materiales como rocas, tierra, bloques y/o laderas	Calificación
1	Canaán	Colonia Canaán	X	X	X	X	X	
		Barrio el Rincón	X	X				
		Col. José Simón Azcona						
2	Bambú	Barrio La Cabaña	X	X	X	X		
		Barrio la Plazuela						
		Barrio Guanacaste						
		Barrio La Ronda						
3	El Bosque	Barrio el Bosque					X	

		Barrio Buenos Aires					X	
		El Edén 2						
4	Buena Vista	Barrio Buena Vista					X	
		Barrio El Chile						
		Barrio La Concordia						
		Barrio Miramesi					X	
5	Campo Cielo	Col. Campo Cielo					X	
		Col. Flor No. 2						
		Col. San Martin					X	
		Col. El Pastel					X	
6	San Martin	Col. Las Ayestas						

		Col. Los Profesores						
		Col. San Cristóbal						
7	Flor 1	Col. Flor No. 1	X	X	X	X		
		Colonia 3 De Mayo						
		Col. Zapote Norte					X	
		Col. Independencia					X	
8	Zapote Centro	Col. Zapote centro					X	
9	Zapote Norte	Col. Villa Unión	X	X				
10	Villa Unión	Col. Villa Unión	X	X				
11	Brasilia	Col. Brasilia	X					
		Col. Buenas Nuevas	X					
		Col. El Carrizal No. 1						
		Barrio Bella Vista	X					
		Col. San Juan del Norte	X					
12	Centroamérica	Residencial Centroamérica						

		Col. Monte Carmelo						
		Col. 21 de Febrero						
		Col. Vegas del Country						
13	Nueva Esperanza	Col Nueva Esperanza						
		Col. Altos de La Primavera						
		Col. República de Venezuela						
14	Las Torres Este	Col. Las Torres						
15	Las Torres Oeste	Residencial Francisco Morazán						
16	La Obrera	La Obrera	X	X	X	X		
17	La Ulloa	La Ulloa	X	X	X	X		
18	El Dorado	El Dorado						
19	Suazo Córdoba	Suazo Córdoba						
20	Roble Oeste	Roble Oeste						
21	Guillen	Col. Guillen	X	X	X	X		

A continuación se detallan las zonas de deslizamiento de acuerdo al nivel de riesgo y necesidad de instrumentar.

Cuadro 11. Resumen de resultados

No.	Colonia / Barrio	Calificación
1	Col. Canaán	
2	Col. Guillen	
3	Col. Flor No. 1	
4	Col. La Obrera	
5	Col. La Ulloa	
6	Barrio La Cabaña	
7	Col. Zapote Norte	
8	Col. Villa Unión	
9	Barrio el Bosque	
10	Barrio Buena Vista	
11	Col. Campo Cielo	
12	Col. Zapote Centro	
13	Col. Brasilia	
14	Col. Centro América	
15	Col. Nueva Esperanza	
16	Col. Las Torres	
17	Col. Las Torres Oeste	
18	Col. El Dorado	
19	Col. Suazo Córdoba	
20	Col. Roble Oeste	
21	Col. San Martin	

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Dentro de las zonas de estudio de este proyecto (21 bloques de deslizamiento), existen zonas que pueden ser instrumentadas para lograr salvaguardar la vidas humanas, además se encuentran varias zonas no aptas para habitar y que la instrumentación no proporcionará más datos que los que se pueden observar en una visita técnica, puesto que, sus excesivas pendientes y la presencia de estratos de diferentes propiedades las clasifican como zonas de alta amenaza y vulnerabilidad.
2. Para obtener una alerta temprana, para salvaguardar las vidas humanas de un posible deslizamiento, existen instrumentos de medición que nos indicaran el momento oportuno de evacuar a las personas, instrumentos que toman en cuenta el nivel freático, la cantidad de lluvia y el desplazamiento de bloques de tierra.
3. Además de la instrumentación que alerte a las personas para evacuar, se pueden realizar obras estructurales, como cunetas y muros de contención , para mitigar la propensión a los deslizamientos de las zonas catalogadas como más vulnerables a los deslizamientos.
4. Para las conexiones eléctricas con las que se debe contar en todos los sitios de instrumentación que tenga instrumentación con lectura remota se puede optar por usar paneles solares los cuales representarían un menor costo.
5. Considerar la contratación o capacitar un técnico para modelar los movimientos de tierra en el concepto de Personal Especializado en las Cantidades de Obra, además de prever (en los costos) una visita de un técnico de la empresa que suministre el equipo.

6. El método sugerido para realizar la instrumentación de los sitios de control es por medio de recolección de datos remotos a través de conexión celular (se presentan cantidades de obra para colección de datos manuales y automáticas ambas necesitan de personal para recolectar la información).

7. Los diámetros de las tuberías para los inclinómetros tienen una vida útil que aumenta con el aumento del diámetro de la tubería, puesto que, puede absorber deformaciones sin obstruir las sondas, por lo que se recomienda colocar un diámetro mayor de tubería que el aquí propuesto siempre y cuando los costos de excavación no sean considerablemente superiores a los aquí propuestos, se sabe que, si se aumenta el diámetro de la tubería se debe aumentar el diámetro de la perforación siempre que este último tenga por lo menos una (1) pulgada más de diámetro que el de la tubería.

8. Las perforaciones se deben realizar hasta por lo menos alcanzar dos (2) metros de perforación en el basamento o estrato estable de los sitios indicados para cada perforación.

CAPITULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Aplicación de instrumentos de alerta temprana para prevenir los riesgos de deslizamientos en seis zonas del Municipio del Distrito Central de Francisco Morazán.

6.2 INTRODUCCIÓN

Tomando en cuenta la fragilidad del Distrito Central ante desastres naturales particularmente la vulnerabilidad a los deslizamientos, el objetivo de la siguiente propuesta es proporcionar una guía del plan a seguir para la implementación de medidas de alerta temprana para prevenir desastres por deslizamiento de tierra en las zonas identificados como más vulnerables en las ciudades gemelas de Tegucigalpa y Comayagüela, municipios del distrito central de francisco Morazán, la propuesta consta de un plan de acción con el cual se proporciona una guía la cual presenta flexibilidades por lo cambiantes que son las condiciones de las áreas de instrumentación, además se proporciona un presupuesto que incluye costos de diferentes formas de instrumentación, un cronograma detallado y un flujograma de cómo deberían funcionar las medidas de alerta temprana una vez instaladas y en funcionamiento.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN GENERICO

Revisión del Esquema de Instrumentación:

Debido a que los sitios de estudio propuesto son dinámicos y puede haber cambios de las condiciones de los mismos es necesario revisar el plan de monitoreo detallado en este informe.

6.3.1 Cotización y Adquisición del equipo.

La Empresa ganadora, una vez revisada las condiciones actuales de los sitios procederá a adquirir la instrumentación que se requiere de acuerdo a las especificaciones técnicas.

6.3.2 Levantamiento topográfico.

La Empresa ganadora realizar el levantamiento topográfico de la zona estudiada con el método de retícula de 5.00 X 5.00 m, amarrada con las estructuras existentes, con los accidentes topográficos y con los afluentes. Con los resultados del levantamiento de topográfico, la Empresa ganadora, se deberá elaborar el plano de curvas de nivel a una escala de 1:2,000.

6.3.3 Refracción Sísmica ASTM D5777:

La prospección sísmica ejecutada utiliza un método de refracción, el cual toma en consideración la propagación de las ondas sísmicas producidas por un impulso instantáneo de un martillo (mazazo) sobre una placa de metal y detectada por una serie de 12 geófonos, La unidad de medida utilizada en este método es el tiempo – calculado en milisegundos – que pasa entre el instante de generación de las ondas elásticas (provocadas el impacto de una almágana sobre una placa de metal) en el punto de energización a la primera llegada detectada por una cadena de geófonos ubicados a distancia predeterminada de 5.00 m de separación cada uno y desde el impacto hacia el punto más apartado del recorrido sísmico (5.00 a 15.00 metros del último geófono), de ésta manera se encuentran varios tiempos de llegada a los receptores individuales, por lo cual es posible construir una curva tiempo-distancia (denominada curva de respuesta) que represente la variación del recorrido mínimo en base al tiempo. Por medio de las variaciones se pueden deducir las características geológicas y la profundidad de la del medio. Con esta actividad se pretende conocer la ubicación (espesores) y las características geofísicas de los diferentes estratos que se encuentran en el sitio de investigación, que al cotejarlos con las perforaciones nos ofrecerán una sección característica del sitio de estudios necesarios para realizar la modelación de análisis de

estabilidad global. La ubicación de las líneas de medición dependerá de los resultados de los sondeos con recuperación de núcleo.

6.3.4 Perforación de Sondeos a rotación con Recuperación de Testigos.

Una vez tenida la instrumentación, la Empresa ganadora iniciará a realizar las perforaciones a rotación con muestreo continuo, por lo que podrá ejecutar ésta actividad con una máquina a perforación rotatoria utilizando una broca de diamante, diámetro HQ (96.0 mm, Ø del agujero) en todos los sondeos. Este tipo de perforaciones es la utilizada según las normas de investigaciones geotécnicas en campo, debido a que el núcleo del testigo recuperado por la sonda es representativo del estrato perforado, lo cual provee una inferencia acertada de las condiciones geofísicas del subsuelo. La metodología de perforación considera el uso del agua para el enfriamiento de la broca y el ablandamiento de los materiales interceptados. Sin embargo, cuando los suelos son deteriorados ante la presencia de esta agua, se vuelve necesario perforar en seco con una broca tipo 'widia' para poder recuperar el núcleo en la mejor condición natural posible (in situ).

6.3.5 Ensayos y pruebas de laboratorio.

Con la finalidad de realizar un estudio de estabilidad global de los sitios a instrumentar, se deberá realizar una serie de ensayos para conocer las condiciones físicas existentes la masa de suelo del bloque de deslizamiento.

Triaxial (ASTM D 2850) y Densidad Aparente (ASTM D 1556):

Con esta prueba se logrará adquirir los datos del ángulo de fricción, el coeficiente de la cohesión y peso volumétrico de los suelos o detritos en los sitios a investigar, con esta actividad se obtendrá datos necesarios para realizar la modelación de análisis de estabilidad global. Las ubicaciones de estos ensayos deben ser cercanas a los sitios de perforación o en un lugar representativo del tipo de suelos o detritos de talud del área de estudio.

SPT (ASTM D 1586): Nos indicará la capacidad soportante de la zona de estudio.

Granulometría ASTM D2487: los suelos deben ser clasificados en el laboratorio usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) siguiendo la norma ASTM D2487. La clasificación en el laboratorio ocurre en un ambiente controlado y se puede tomar más tiempo en esta clasificación que el ejercicio de identificación visual que se realiza en el campo. La identificación en el laboratorio y/o la de campo son importantes para que los defectos y características del suelo puedan ser registrados, las cuales típicamente no se notarían en las clasificaciones estándar y las pruebas. Algunas de las características comprenden: contenido de mica, fracturas y juntas.

6.3.6 Análisis de Estabilidad Global.

Con los datos obtenidos del análisis de suelo, realizado a las muestras de suelo obtenidas durante las perforaciones, se modelará la sección crítica del deslizamiento para evaluar y diseñar las estructuras o actividades necesarias para estabilizar la zona de estudio.

6.3.7 Instrumentación.

La Empresa ganadora colocarán las tuberías de los Inclínómetros de 2.75 plg de diámetro con anclajes para evitar que este se deforme en los sondeos perforados de 3.78plg de diámetro, el espacio entre estas debe ser rellenado con un mortero con una proporción de Agua – cemento - Bentonita de 6.6 : 1.0 : 0.4 que es por cada bolsa de cemento 75 galones de agua y 39 libras de bentonita (material suave), ó 2.5 : 1.0 : 0.3 que es por cada bolsa de cemento 30 galones de agua y 25 libras de bentonita (suelos duros y medios).

Antes de rellenar con el mortero en los lugares donde se colocaran los piezómetros en el lado exterior de la tubería y a una profundidad establecida por el técnico luego de analizar las perforaciones con recuperación de núcleo donde se midió periódicamente el nivel freático del sondeo.

Luego de colocar y calibrar las tuberías embebidas en mortero se colocarán los Inclínómetros (4 en cada sondeo) las profundidades dependerán de los datos obtenidos de las actividades de perforación con recuperación de núcleo y las refracciones sísmicas puesto que los Inclínómetros se deben colocar en los tramos de contactos entre capas de las diferentes litologías que se deben encontrar en los sitios de investigación, en resumen se deben colocar a las profundidades de los contactos de estratos.

Luego de colocar los Inclínómetros y los piezómetros se deben construir unas casetas para resguardo de los equipos de transmisión de datos

Estos trabajos de instalación de Instrumentos No incluye el suministro necesario para darle poder al equipo (la energía eléctrica), si se incluye el costo de los MODEM necesarios para enviar la información remota, pero no se incluyó la cuota mensual por el uso de la telefonía celular que necesitan estos modem para enviar la señal. Igualmente se puede colocar paneles solares para aportar la energía eléctrica necesaria a un costo de US\$900.00 + gastos de envío por cada sitio (6 Sitios a Instrumentar).

Por último se deben realizar las instalaciones de los Softwares, las configuraciones específicas para cada sitio y las pruebas de campo (en las cantidades de obra existe un concepto de Personal especializado que será el encargado de realizar estas instalaciones y calibraciones)

6.3.8 Mecanismo de Recolección de Datos.

Para las actividades de monitoreo se puede utilizar el Sistema GPS (de 2 receptores) o la medición con estación Total obedeciendo a factores como la visualización entre puntos, si la visualización entre puntos no es posible usar el sistema GPS de lo contrario Usar Estación total. En ambos casos se debe realizar el ajuste multi-variable con el método de mínimos cuadrados con el método de lectura triangular de ida y vuelta así:

Sistema GPS: se Usará un sistema GPS con 2 receptores, el receptor “A” se colocará en un punto de control y el receptor “B” se colocará en los tres puntos de control más próximos en forma alterna durante por lo menos 15 minutos por cada uno, luego se moverá el receptor “A” a otro punto de control y se repetirá la operación anterior.

Estación Total: Se centrará en un punto de control y se tomaran medidas desde este punto hacia los puntos más próximos, este procedimiento se realizará para cada punto de control a tal forma que se obtengan las medidas de “ida y Vuelta” entre un punto y el resto de puntos más próximos.

Se debe considerar a un técnico que colecte los datos del Fluviógrafo (no incluido en costos de Cantidades de Obra) de la misma forma se debe considerar a un técnico que colecte los datos de la instrumentación portátil en el caso de escoger esta opción (no incluido en costos de Cantidades de Obra)

6.4 PRESUPUESTO

6.4.1 Bloques a Instrumentar

Se han definido 6 sitios clasificados como bloques de deslizamiento en amenaza que por sus condiciones pueden y deben ser instrumentadas con la finalidad de contar con los parámetros para el diseño para la construcción de las obras de estabilización o en su defecto para tomar las medidas necesarias para eliminar la vulnerabilidad.

Tabla 12. Listado de bloques a instrumentar

NO.	COLONIA	INCLINOMETROS	PIEZÓMETROS	PLUVIOMETRO
1	Guillen	3	3	1
2	Canaán	1	3	0
3	La Cabaña	2	2	1
4	Flor N. 1	1	3	1
5	Obrera	3	3	0
6	Ulloa	3	4	1

6.4.2 Listado de Instrumentos a utilizar para Monitoreo y la Interface.

A continuación se detalla los instrumentos requeridos para el monitoreo del movimiento de masas de los 6 Bloques de Deslizamiento priorizados, que basados en la experiencia se tomaron de base para la elaboración del presupuesto.

Tabla 13. Instrumentos y accesorios recomendados para la instrumentación

No.	Concepto	Instrumentación tipo portátil		Instrumentación tipo fijo (L.A.)		Instrumentación tipo fijo (L.R.)	
		Accesorios	Cantidad	accesorios	Cantidad	Accesorios	Cantidad
1	inclinometro	Sonda de Inclinómetro (métrica) 50302510 Inclinometer Probe, Metric	2	Sonda IPI, 57804622L Serial IPI Sensor, Vertical, Biaxial	56	Sonda IPI,56702110 Relay Multiplexer AM16/32, 16-Cannel	58
		Cable de Control (rollo de 50.00 m) 50601050 Control Cable, 50.00 m	2 rollo	Ruedas Guia (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing	52	Ruedas Guia (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing	58
		Colectora (DMM Software) 50310900 Digitilt Datamate Readout with DMM	2	Ruedas Guía Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing	13	Ruedas Guia Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing	13
		Carrete para Cable de Almacenamiento 50502050 Cable Storage Reel 70.00 m	2	Tubos Separadores 57805222 MEMS IPI Gauge Tube, 2 m Gauge Length	52	Tubos Separadores MEMS IPI (2m)	58
		Licencia (Para Windows) 50310001 DigiPro for Windows	2	Tapón de Fondo 57804510 MEMS IPI Bottom Plug, Male	13	Tapón de Fondo57804510 MEMS IPI Bottom Plug, 13Male	13

	Polea Para Montaje 51104606 Pulley Assembly, Large	2	Conectores de Cable 57804525 Jumper cable, 25 m (MEMS Serial IPI to Logger)	13	Conectores de Cable 57804525 Jumper cable, 25 m (MEMS Serial IPI to Logger)	13
	Tubería QC (2.76 plg X 10.00 pies) 51150310 70mm QC Casing, 3.00 m (2.76 in x 10.00 ft)	380m	Cable para señal 50613527 Signal Cable, 22g x 7 Wire, PU Jacket	380 m	Cable para señal 50613527 Signal Cable, 22g x 7 Wire, PU Jacket	380 m
	Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap	13	Juego para Conectar el cable de señal 50612515 Splice Kit for PU Signal Cable	52	Juego para Conectar el cable de señal 50612515 Splice Kit for PU Signal Cable	58
	Anclajes de la Tubería 51104385 Anchor for 70 mm - 2.76 in. Casing	13	Juego para Suspende el equipo 57804453 MEMS IPI Suspension Kit, 2.76 in / 70 Mm	13	Juego para Suspende el equipo 57804453 MEMS IPI Suspension Kit, 2.76 in / 70 Mm	13
	Ruedas Guía (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing	2	Colectora 50310900 Digitilt Datamate Readout with DMM Software	2	Multiplexor CR1000 56701000 CR1000 Measurement & Control Module (4 MB memory)	6
	Ruedas Guía Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing	2	Licencia 50310001 DigiPro for Windows, 1 User License	2	Interface VW 56701550 Two Channel VW Interface, AVW200	6
			Polea Para Montaje 51104606 Pulley Assembly, Large	2	Interruptor de Multiplex 56702110 Relay Multiplexer AM16/32, 16-	6

				channel	
		Tubería QC (2.76plgX10pie) 51150310 70 mm QC Casing, 3m (2.76 in x 10 ft)	380 m	AC Adaptador de Cargador 56703124 , 90 to 260 V ac to 24 V dc Spec AC cord	6
		Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap	13	USB Cable para Interface de colectora a PC 56704018 USB Interface Cable, Data Logger	6
		Anclajes de la Tubería 51104385 Anchor for 70mm - 2.76 in. Casing	13	Contenedor para Colectora 56705020 Data Logger Enclosure, 16 x 18-inch	6
				Fuente de Energía	6
				Software de Soporte 56708020 LoggerNet Support Software	1
				Sistema de Integracion Fee 96700000 System Integration Fee	6
				Programación Personalizada 96701000 Custom Programming	1
				Licencia 50310001 DigiPro for Windows, 1 User License	2
				Polea Para Montaje	2

						51104606 Pulley Assembly, Large	
						Tubería QC (2.76plgX10pie) 51150310 70 mm QC Casing, 3m (2.76 in x 10 ft)	380 m
						Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap	13
						Anclajes de la Tubería 51104385 Anchor for 70mm -2.76 in. Casing	13
						MODEM, Airlink Redwing, CDMA Modem	6
						Accesorios de Montaje de Airlink Redwing, CDMA Modem	6
						Antena para AIRLINK REDWING,8db YAGI, w/10FT CABLE	6

2	Piezometro	Piezómetro VW (50.00 psi) 52611020 VW Piezometer, 3.50 bar (50.00 psi)	18	Piezómetro VW (50 psi) 52611020 VW Piezometer, 3.5 bar (50 psi)	18	Piezómetro VW (50 psi) 52611020 VW Piezometer, 3.5 bar (50 psi)	18
		Cable de Señal 50613524 Signal Cable, 4 - 22 g PU Alum Shld	380 m	Cable de Señal 50613524 Signal Cable, 4-22g PU Alum	380 m	Cable de Señal 50613524 Signal Cable, 4-22g PU	380 m

		(meters) 100 MT		Shld (meters) 100 MT		Alum Shld (meters) 100 MT	
		VW Recolector de Datos 52613500 VW Data Recorder	2	VW Recolector de Datos 52613500 VW Data Recorder	2	VW Recolector de Dato 52613500 VW Data Recorder	2
		Tubería para piezómetros PVC SDR-26 3"	24 lances				

3	Pluviometro	Fluviógrafo Forestry Suppliers 90707 HOBO Data Shuttler	4	Fluviógrafo Forestry Suppliers 90707 HOBO Data Shuttler	3	Fluviógrafo Forestry Suppliers 90707 HOBO Data Shuttler	6
		Colectora Forestry Suppliers HOBO 89484, 89478, 89479	6	Colectora Forestry Suppliers HOBO 89484, 89478, 89479	4	Colectora Forestry Suppliers HOBO 89484, 89478, 89479	6
		Barómetro con recolector de datos	4	Barómetro con recolector de datos	4	Barómetro con recolector de datos	4

4	GPS	Red con Sistema GPS (Precisión 0.5 mm)	6	Red con Sistema GPS (Precisión 0.5 mm)	6	Red con Sistema GPS (Precisión 0.5mm)	6
---	-----	---	---	---	---	--	---

5	Estacion	Red de Monitoreo Geodésico (Estación Total)	6	Red de Monitoreo Geodésico (Estación Total)	6	Red de Monitoreo Geodésico (Estación Total)	6
---	----------	--	---	--	---	--	---

6	Interface					Lo Resaltado en amarillo en esta Tabla	
---	-----------	--	--	--	--	---	--

6.4.3 Costos de instrumentación en bloques de deslizamientos priorizados

Para realizar el monitoreo de los 6 bloques seleccionados se han analizado 3 sistemas así:

- **Monitoreo con Equipo Portátil:** Para realizar estas actividades se contará con equipos de medición portátiles que se usaran para los 6 bloques de deslizamiento divididos en 2 grupos, por lo que se han cotizado dos equipos de medición portátil. Para este tipo de medición es necesario contar con una persona encargada de realizar las mediciones en campo, los datos obtenidos serán únicos en el momento en la cual fueron tomadas las lecturas.
- **Equipo de Medición Fijos:** Este equipo se instala en los sondeos, y la información se recopilará de manera automática en el campo, para este tipo de medición es necesario contar con una persona encargada de realizar las mediciones en campo, los datos obtenidos serán de tiempo continuo descargados a una colectora, que deberá ser transportada al lugar de estudio y descargada para recopilar su información.
- **Equipo de Medición Remoto:** Este equipo se instalará en los sondeos y se recopilara la información de manera remota y de forma continua para lo cual se debe contar con un modem de las compañías de comunicación para poder subir la nube de datos a la comunicación inalámbrica.

A continuación se muestran los resúmenes de las inversiones que se deben realizar para cada bloque de deslizamiento priorizado y que se ubicarán en los barrios y colonias siguientes: Guillen, Canaán, La Cabaña, Flor no.1, Obrera y Ulloa. Además se presentan los tres potenciales eventos de Instalación (I.- Lecturas con equipo Portátiles, II.-Lecturas automáticas con Equipo Fijo y III.- Lecturas automáticas con equipo remoto).

El costo detallado por cada equipo que se debe instalar y para cada evento se muestran en el **(Anexo 2 – Presupuesto)**, además se muestra el código comercial de los equipos de la casa DURHAM GEO SLOPE INDICATOR (DGSi) y los Pluviómetros de FORESTRY SUPPLYERS que son las casas matrices que distribuyen y ofrecen soporte técnico del equipo de medición que se necesita para realizar el proyecto.

Estos presupuestos pueden variar debido a que los costos indirectos y las utilidades son diferentes para cada empresa encargada de la instalación y adquisición, pero si se incluyó un costo por adquisición de los equipos, gastos de envío de los equipos y por las operaciones de la colocación de los mismos, además se prevé un costo por visitas técnicas para colocar y conectar el equipo.

Tabla 14: Resumen de los Costos del Equipo y la instalación para Instrumentos Fijos de Lectura Remota.

Concepto	Monto
Guillen	50,376.82
Canaán	37,388.26
La Cabaña	41,835.54
Flor No.1	39,196.26
Obrera	48,568.82
Ulloa	86,040.80
Personal Especializado	15,000.00
Personal no especializado	4,000.00
Limit State: GEO o Slide5.0	3,385.00
Herramientas y Equipo	2,500.00
Casetas	27,000.00
10% del costo	17,175.42
Total Dolares Americanos	372,466.94

Estos costos no incluyen la cuota que se debe cancelar por mantener la señal al aire, al igual que los costos indirectos y las utilidades.

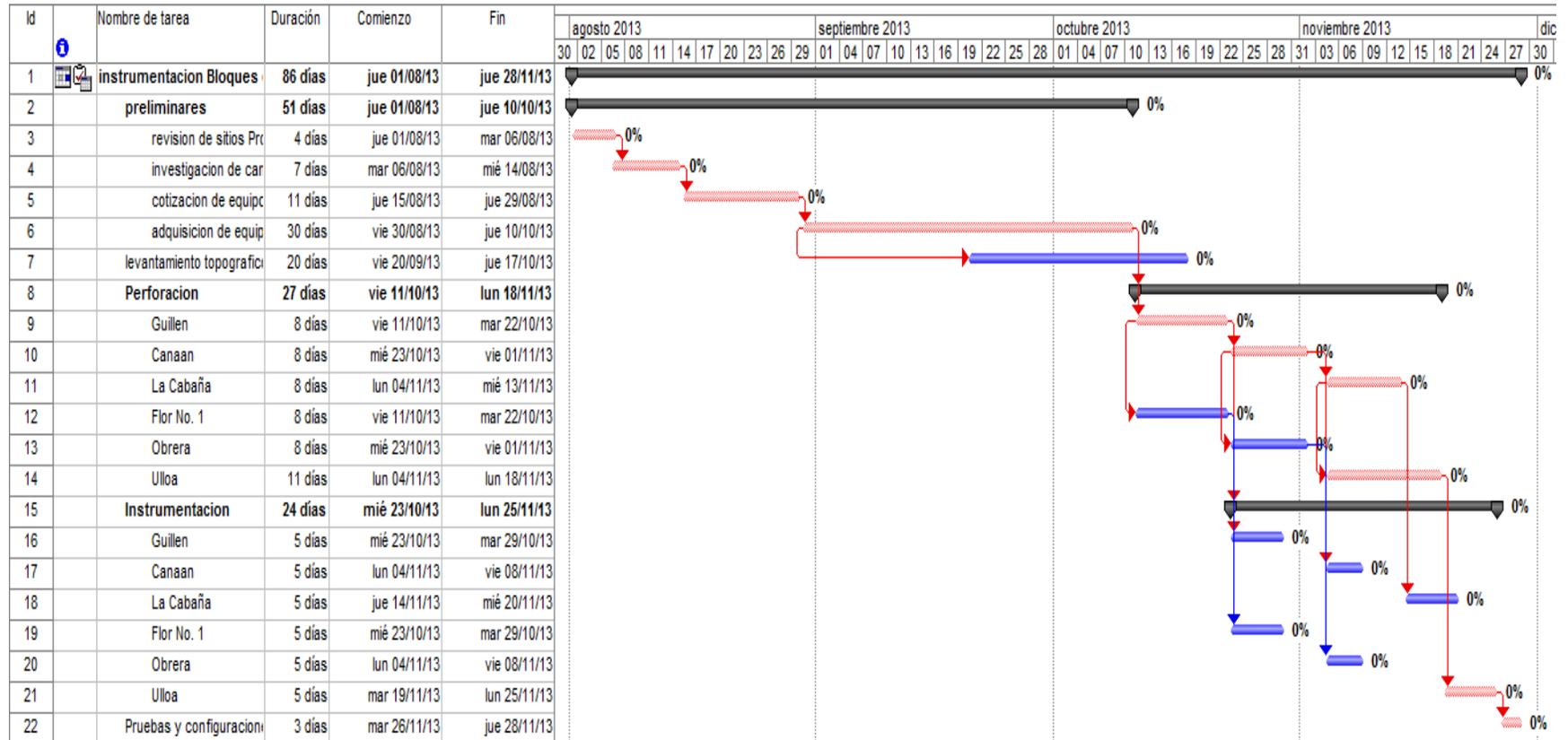
Tabla 15. Resumen de los Costos del Equipo y la instalación para Instrumentos de Lectura Portátil.

Concepto	Monto
Guillen	36,398.37
Canaán	31,689.65
La Cabaña	31,978.00
Flor No.1	33,497.65
Obrera	34,590.37
Ulloa	64,614.74
Personal Especializado	12,922.47
Personal no especializado	3,976.14
Limit State: GEO o Slide5.0	3,385.00
Herramientas y Equipo	2,485.09
Casetas	26,838.97
10% del costo	23,615.38
Total Dolares Americanos	305,991.83

Tabla 16. Resumen de los Costos del Equipo y la instalación para Instrumentos Fijos.

Concepto	Monto
Guillen	46,087.34
Canaán	33,098.78
La Cabaña	37,546.06
Flor No.1	34,906.78
Obrera	43,279.34
Ulloa	77,692.02
Personal Especializado	13,000.00
Personal no especializado	4,000.00
Limit State: GEO o Slide5.0	3,385.00
Herramientas y Equipo	3,385.00
Casetas	27,000.00
10% del costo	27,599.53
Total Dolares Americanos	350,094.85

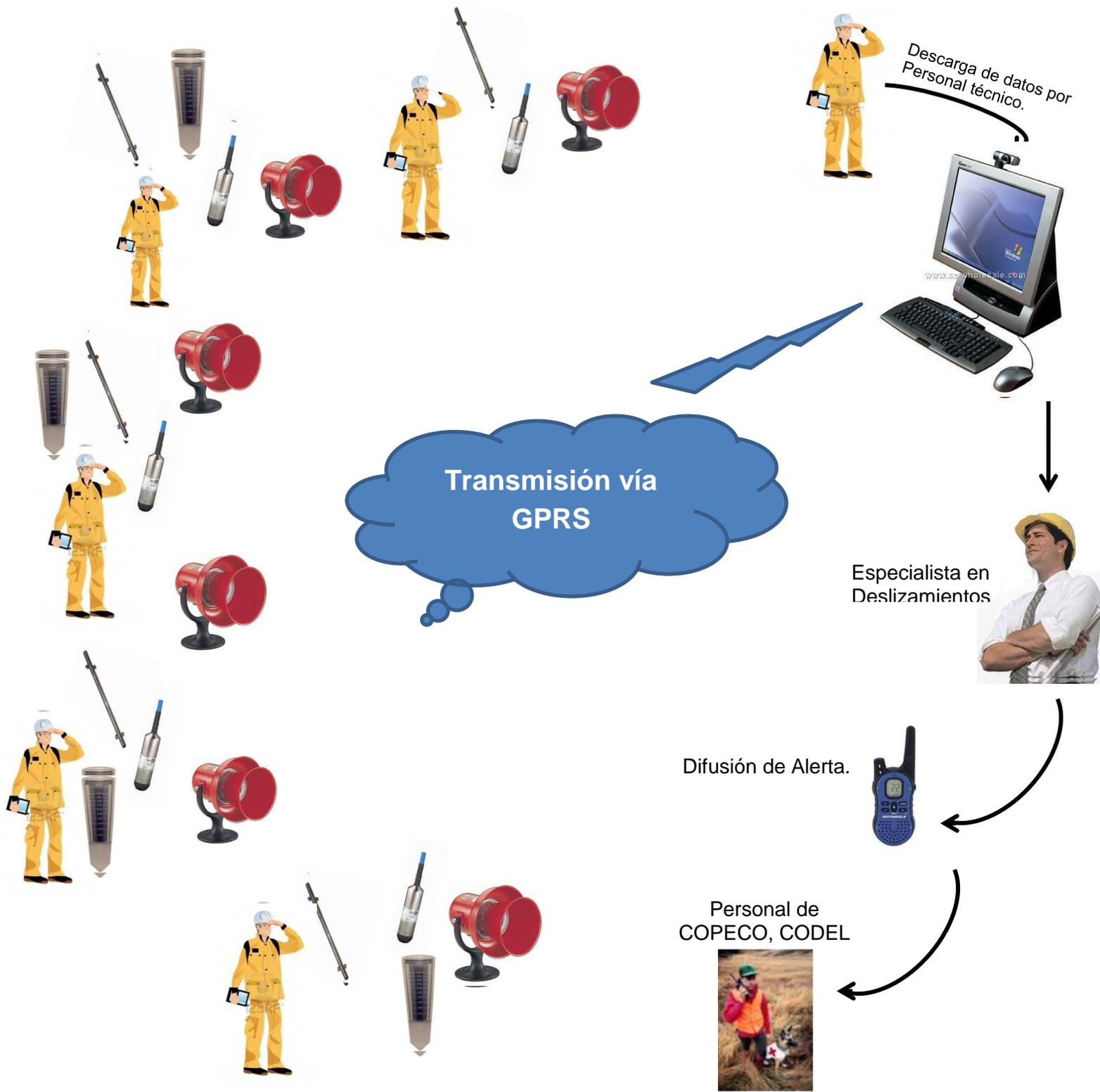
6.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN



6.6 FLUJOGRAMA DE MONITOREO



6.7 ESQUEMA DE MONITOREO



BIBLIOGRAFIA

Universidad Complutense de Madrid. (2001). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, <http://pendientedemigracion.ucm.es/cont/descargas/prensa/tribuna1910.pdf?pg=cont/descargas/prensa/tribuna1910.pdf>

Ambher. (2013). *Monitoreo Estructural y Geotecnico.* Recuperado el 21 de Mayo de 2013, <http://www.ambher.com/contenedor-para-inclinometro-quick-drive-qd/>

BID. (2000). *Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental.* Recuperado el 26 de Abril de 2013, <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd47/riesgo.pdf>

BID. (2013). *Banco Interamericano de Desarrollo.* Recuperado el 02 de Mayo de 2013, <http://www.iadb.org/es/temas/desastres-naturales/indicadores-de-riesgo-de-desastres,2696.html>

Castillo, A. R. (2011 de Julio de 2011). *Comision Nacional de Prevencion de Riesgos y Emergencias.* Recuperado el 23 de Mayo de 2013, <http://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20v2.0/CEDO/pdf/spa/doc11644/doc11644-contenido.pdf>

CCS. (18 de Febrero de 2010). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, <http://www.ciudadccs.info/?p=38072>

Centeno Pulido y Brescia, F. C. (2004). *Centeno Rodriguez & Asoc.* Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de XVIII SEMINARIO VENEZOLANO DE GEOTECNIA: http://www.centeno-rodriguez.com/files/Articulo_Seguimiento_Instrumental_L4_Metro_Caracas_XVIII_definitivo.pdf

COPECO. (24 de Febrero de 2011). Recuperado el 09 de Mayo de 2013, <http://copeco.gob.hn/n/node/260>

Damasco Penna Ingenieria Geotecnica. (2013). *Damasco Penna Ingenieria Geotecnica*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de Brasil: <http://www.damascopenna.com.br/spanish/instrumentacion-geotecnica/piezometros/>

Explored. (26 de Abril de 2013). Recuperado el 21 de Mayo de 2013, <http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/lluvias-en-24-barrios-vigilan-su-intensidad-579804.html>

FMcerrito. (2012). Recuperado el 24 de Mayo de 2013, <http://radiofmcerrito.com.ar/la-nacion-aprobo-la-construccion-de-cordon-cuneta-y-pavimento-en-cerrito/>

JICA. (2002). Recuperado el 07 de Junio de 2013, <http://www.un.hn:8081/fda/>

Fundacion EROSKI. (28 de Octubre de 2010). *Eroski Consumer*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2010/10/28/196784.php

G&U Instrumentacion. (2010). *Construccion de Tanque de retencion, Tunjuelo Medio y Obras Anexas*. Recuperado el 23 de Mayo de 2013, de Para llevar un monitoreo de las condiciones de la estación desde antes de su

Galvan Choquet y Cruz, R. C. (13 de Noviembre de 2010). *Geoinstrumentsac*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de Instalación de piezómetros múltiples con inyección de grout en el Valle de Mexico: http://www.geoinstrumentsac.com/files/Paper%20RNMS_Piezometros%20multiples.pdf

Geoinstituto Iberoamericano. (Octubre de 2010). Recuperado el 02 de Mayo de 2013, <http://www.geoinstitutos.com/noticias/Estados%20Unidos/321/los-riesgos-de-desastres-naturales-continuan-altos-en-america-latina-y-el-caribe-sostiene-el-bid>

Geoinstruments. (2013). Recuperado el 21 de Mayo de 2013, <http://www.geoinstrumentsac.com/productos/instgeotecnica/piezometros>

Harp Castañeda y Held. (s.f.). *USGS-USAID*. Recuperado el 02 de Mayo de 2013, de Deslizamientos de tierra provocados por el Huracan Mitch en Tegucigalpa, Honduras:

<http://cidbimena.desastres.hn/RIDH/pdf/doch0111/pdf/doch0111.pdf>

IPEM56. (2008). Recuperado el 16 de Mayo de 2013, de <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/pluviometro.html>

Lopez Mejia y Hermelin, J. L. (2002). *Universidad Nacional de Colombia*.

Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de Departamento de Geociencias:

[http://www.geociencias.unal.edu.co/unciencias/data-](http://www.geociencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_23/file/METEOROLOGIA/13ImportanciaRedesDensas.pdf)

[file/user_23/file/METEOROLOGIA/13ImportanciaRedesDensas.pdf](http://www.geociencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_23/file/METEOROLOGIA/13ImportanciaRedesDensas.pdf)

Montero, J. C. (2003). Recuperado el 09 de Mayo de 2013, de Universidad de Granada: <http://revistas.um.es/areas/article/view/117871/111451>

National Severe Storms Laboratory. (1998). Recuperado el 16 de Mayo de 2013,

http://www.nssl.noaa.gov/projects/pacs/el_nino/el_nino.html

OEA. (2001). Recuperado el 16 de Mayo de 2013, de MANUAL PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INUNDACIONES EN CUENCAS MENORES:

<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea91s/MANUAL.pdf>

Peru21.pe. (04 de Noviembre de 2010). *Peru21.pe*. Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de <http://peru21.pe/noticia/664218/costa-rica-deslizamiento-deja-20-muertos>

PPARIS. (23 de Mayo de 2008). Recuperado el 10 de Mayo de 2013, de LOS PLANES DE PREVENCIÓN Y SUS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN: <http://pparis.wordpress.com/>

RCN. (11 de Agosto de 2011). *Canal RCN*. Recuperado el 07 de Junio de 2013, http://www.canalrcnmsn.com/noticias/excavaci%C3%B3n_profunda_en_un_edificio_o_provoc%C3%B3_el_hundimiento_de_una_vivienda

Rinamed. (2013). Recuperado el 12 de Mayo de 2013, de http://www.rinamed.net/es/es_ris_main.htm

Saldarriaga, M. P. (1995). *Escuela de Ingenieria de Antioquia*. Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de Mecanica de Fluidos y Recursos Hidraulicos: <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/medidores/instrumentacionpresas/instrumentaciones.html>

SEFIN. (2011). *Secretaria de Finanzas*. Recuperado el 02 de Mayo de 2013, de <http://www.sefin.gob.hn/?p=11088>

Soto, R. (Marzo de 2009). *Ciencias Mundo Contemporaneo*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de <http://cmcirubide.blogspot.com/2009/03/riesgos-naturales-y-su-clasificacion.html>

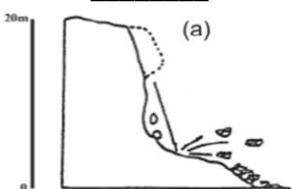
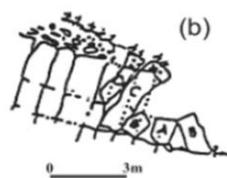
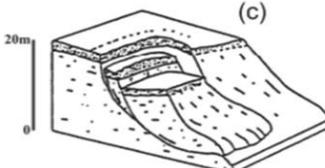
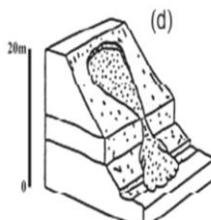
UNAM. (2012). *Instrumentacion de la Estacion de Mexicaltzingo*. Recuperado el 23 de Mayo de 2013, <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/502/A7.pdf?sequence=7>

ZONAF. (2012). Recuperado el 24 de Mayo de 2013, de <http://www.programazonaf.org/?prj=86&title=improving>

ANEXO 1

FORMATO PARA EVALUACION Y REGISTRO EN VISITAS DE CAMPO

Generales		
Fecha de colecta _____	Autor: _____	
UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL SITIO INVESTIGADO:		
Sitio _____		
Colonia _____	Bloque # _____	
Núcleo urbano _____	Habitacional _____	Solar Baldío _____

FICHA DE DATOS TECNICOS		
Tipo de movimiento:		
<p>Caídas _____</p>  <p>Gravas Y Canto _____</p> <p>Bloques >0.20mø _____</p> <p>Bloques >0.50mø _____</p>	<p>Derrumbe _____</p>  <p>Flexión _____</p> <p>Chevron Multibloques _____</p> <p>Flexión en Bloques _____</p> <p>No Determinado _____</p>	<p>Deslizamiento _____</p>  <p>Rotacional en roca _____</p> <p>Rotacional en suelo _____</p> <p>Traslacional en roca _____</p> <p>Traslacional en suelo _____</p> <p>Detritos _____</p> <p>Desconocido o Combinado _____</p>
<p>Flujos _____</p>  <p>Detritos _____</p> <p>Avalancha _____</p> <p>Bloques _____</p>	<p>Asentamientos _____</p>  <p>En Roca _____</p> <p>En suelo _____</p> <p>Combinado _____</p>	<p>Observaciones _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

**CONDICIONES GEOLOGICAS
GRADO DE ACTIVIDAD**

Fecha de movimientos anteriores: _____

Periodos de Actividad: _____

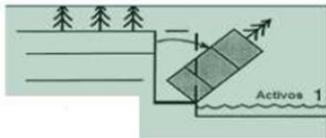
Bajo Medio Alto Inactivo Desconocido

TIPO DE DESLIZAMIENTO

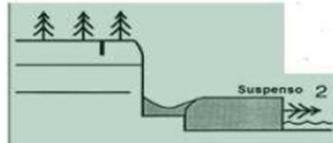
Activo

Suspense

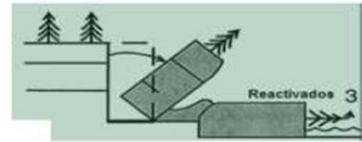
Reactivos



Movimiento durante la observacion



Se ha movido durante los últimos 12 meses y actualmente está inactivo



Activos que previamente fueron inactivos

Inactivo

No se ha movido en los últimos doce meses

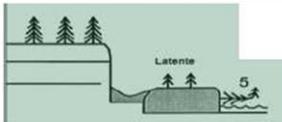
Tipo de inactivo:

Latentes

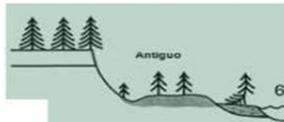
Antiguos

Estabilizados

Relicto



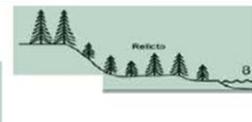
Puede reactivarse por las mismas razones que lo originaron



No ha vuelto a ser afectado por las causas que lo originaron



Inactivo por medidas de estabilización



Inactivo por condiciones diferentes a las actuales

Condiciones de la roca o suelo:

Grado de fracturación:

Alto

Medio

Bajo

Meteorización:

Alta

Media

Baja

Humedad:

Seca

Semi Saturada

Saturada

GEOMETRIA Y DATOS DE LA LADERA

Uso del suelo:

Urbano Edificado	<input type="checkbox"/>	Urbano no edif.	<input type="checkbox"/>	Infraestructura	<input type="checkbox"/>	Cultivos	<input type="checkbox"/>
Natural	<input type="checkbox"/>	forestal	<input type="checkbox"/>	Pasto Mejorado	<input type="checkbox"/>	Pasto Natural	<input type="checkbox"/>

Angulo de la Ladera Previo a la estructura

Exposición:

Norte	<input type="checkbox"/>	Sur	<input type="checkbox"/>	Este	<input type="checkbox"/>	Oeste	<input type="checkbox"/>	N.D.	<input type="checkbox"/>
-------	--------------------------	-----	--------------------------	------	--------------------------	-------	--------------------------	------	--------------------------

Ubicación de la rotura en la ladera:

Parte Intermedia	<input type="checkbox"/>	Desconocida	<input type="checkbox"/>
------------------	--------------------------	-------------	--------------------------

CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS:

Fuentes o Manantiales en la ladera: si no

Situación: _____

Aparición de surgencias nuevas si no

Situación: _____

Desaparición de algún Manantial o fuente si no

Existencia de pozos de agua proximos si no

Localización: _____

Comportamiento Hidrologico de los Materiales

Permeables	<input type="checkbox"/>	semipermeables	<input type="checkbox"/>	impermeables	<input type="checkbox"/>
------------	--------------------------	----------------	--------------------------	--------------	--------------------------

OBSERVACIÓN Y DATOS DE INTERES

Comentarios, Croquis y Fotografías del área movilizada

ANEXO 2. COSTOS DETALLADOS DE INSTRUMENTACION

COSTOS DE INSTRUMENTACION PORTATIL

No.	Concepto		Unidad	Cantidad	P. U. (S)	Monto (S)	
1	Perforación ø HQ (96.7mm) Serena T59						
	1.1	Guillen	ml	60	124.25	7,455.27	
	1.2	Canaán	ml	60	124.25	7,455.27	
	1.3	La Cabaña	ml	40	124.25	4,970.18	
	1.4	Flor No. 1	ml	60	124.25	7,455.27	
	1.5	Obrera	ml	60	124.25	7,455.27	
	1.6	Ulloa	ml	240	124.25	29,821.07	
2	Inclinometro (Portátil)						
	2.1	Sonda de Inclinometro (metrica) 50302510 Inclinometer Probe, Metric (2 Unidades)					
		2.1.1	Guillen	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
		2.1.2	Canaán	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
		2.1.3	La Cabaña	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
		2.1.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
		2.1.5	Obrera	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
		2.1.6	Ulloa	Unidad	0.33	5,800.00	1,933.33
	2.2	Cable de Control (rollo de 50m) 50601050 Control Cable, 50 m (2 Unidades)					
		2.2.1	Guillen	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
		2.2.2	Canaán	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
		2.2.3	La Cabaña	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
		2.2.4	Flor No. 1	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
		2.2.5	Obrera	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
		2.2.6	Ulloa	Rollo	0.33	2,270.00	756.67
	2.3	Colectora (OMM Software) 50310900 O gitilt Datamate Readout with OMM Software (2 Unidades)					

	2.3.1	Guillen	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.3.2	Canaán	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.3.3	La Cabaña	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.3.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.3.5	Obrera	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.3.6	Ulloa	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.4 Carrete para Cable de Almacenamiento 50502050 Cable Storage Reel 70 m (2 Unidades)					
	2.4.1	Guillen	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.4.2	Canaán	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.4.3	La Cabaña	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.4.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.4.5	Obrera	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.4.6	Ulloa	Unidad	0.33	253.00	84.33
	2.5 Licencia (Para Windows) 50310001 DigiP olor Windows (2 Unid des)					
	2.5.1	Guillen	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.5.2	Canaán	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.5.3	La Cabaña	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.5.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.5.5	Obrera	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.5.6	Ulloa	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.6 Polea Para Montaje 51104606 Pulley Assembly, Large (2 Unidades)					
	2.6.1	Guillen	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.6.2	Canaán	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.6.3	La Cabaña	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.6.4	Por No. 1	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.6.5	Obrera	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.6.6	Ulloa	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.7 RuedasGuia (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing					

	2.7.1	Guillen	Unidad	12	145.00	1,740.00
	2.7.2	Canaán	Unidad	4	145.00	580
	2.7.3	La Cabaña	Unidad	8	145.00	1,160.00
	2.7.4	Flor No. 1	Unidad	4	145.00	580
	2.7.5	Obrera	Unidad	12	145.00	1,740.00
	2.7.6	Ulloa	Unidad	12	145.00	1,740.00
	2.8 RuedasGuia Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing					
	2.8.1	Gui len	Unidad	3	155.00	465.00
	2.8.2	Canaán	Unidad	1	155.00	155.00
	2.8.3	La Cabaña	Unidad	2	155.00	310.00
	2.8.4	Flor No. 1	Unidad	1	155.00	155.00
	2.8.5	Obrera	Unidad	3	155.00	465.00
	2.8.6	Ulloa	Unidad	3	155.00	465.00
3	Tubería Guía del Inclinómetro					
	3.1 Tuberia QC (2.76plgX1Opie) 51150310 70 mm QC Casing. 3m (2.76 in x 10 ft)					
	3.1.1	Guillen	Pie	196.80	8.80	1,731.84
	3.1.2	Canaán	Pie	65.60	8.80	577.28
	3.1.3	La Cabaña	Pie	131.20	8.80	1,154.56
	3.1.4	Flor No. 1	Pie	65.60	8.80	577.28
	3.1.5	Obrera	Pie	196.80	8.80	1,731.84
	3.1.6	Ulloa	Pie	590.40	8.80	5,195.52
	3.2 Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap					
	3.2.1	Guillen	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.2	Canaán	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.3	La Cabaña	unidad	2	4.00	8.00
	3.2.4	Flor No. 1	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.5	Obrera	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.6	Ulloa	unidad	3	4.00	12.00

	3.3	Anclajes de la tubería 51104370 Anchor for 70mm -2.76 in. Casing					
	3.3.1	Guillen	unidad	3	168.00	504.00	
	3.3.2	Canaán	unidad	1	168.00	168.00	
	3.3.3	La Cabaña	unidad	2	168.00	336.00	
	3.3.4	Flor No. 1	unidad	1	168.00	168.00	
	3.3.5	Obrera	unidad	3	168.00	504.00	
	3.3.6	Ulloa	unidad	3	168.00	504.00	
	4	Piezometros					
	4.1	Piezometro VW (50 psi) 52611020 VW Piezometer, 3.5 bar (50 psi)					
	4.1.1	Guillen	Unidad	3	392.00	1,176.00	
	4.1.2	Canaán	Unidad	3	392.00	1,176.00	
	4.1.3	La Cabaña	Unidad	2	392.00	784	
	4.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	392.00	1,176.00	
	4.1.5	Obrera	Unidad	3	392.00	1,176.00	
	4.1.6	Ulloa	Unidad	4	392.00	1,568.00	
	4.2	Cable de Señal 50613524 Signa I Cable, 4•22g PU Alum 51-ild (meters) 100 MT					
	4.2.1	Guillen	Unidad	60	2.95	177.00	
	4.2.2	Canaán	Unidad	60	2.95	177.00	
	4.2.3	La Cabaña	Unidad	40	2.95	118.00	
	4.2.4	Flor No. 1	Unidad	60	2.95	177.00	
	4.2.5	Obrera	Unidad	60	2.95	177.00	
	4.2.6	Ulloa	Unidad	80	2.95	236.00	
	4.3	VW Recolector de Datos 52613500 VW O ta Recorde (2 Unidades)					
	4.3.1	Guillen	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.2	Canaán	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.3	La Cabaña	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.5	Obrera	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	

	4.3.6	Ulloa	Unidad	0.33	1.340.00	446.67
	4.4	Tuberia para Piezometros PVC 50R-26 3"				
	4.4.1	Guillen	Lance	0	9.69	0.00
	4.4.2	Canaán	Lance	7	9.69	67.84
	4.4.3	La Cabaña	Lance	0	9.69	0.00
	4.4.4	Flor No. 1	Lance	7	9.69	67.84
	4.4.5	Obrera	Lance	0	9.69	0.00
	4.4.6	Ulloa	Lance	10	9.69	96.92
	5	Pluviografos (onset 8497)				
	5.1	Fluviógrafo Forestry SuppEers 90707 HOBOData Shuzziler				
	5.1.1	Guillen	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.2	Canaán	Unidad	0	625.00	0.00
	5.1.3	La Cabaña	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.4	Flor No. 1	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.5	Obrera	Unidad	0	625.00	0.00
	5.1.6	Ulloa	Unidad	1	625.00	625.00
	5.2	Colectora Forestry Suppliers HOBO 89484 89478, 89479				
	5.2.1	Guillen	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.2	Canaán	Unidad	0	230.00	0.00
	5.2.3	La Cabaña	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.4	Flor No. 1	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.5	Obrera	Unidad	0	230.00	0.00
	5.2.6	Ulloa	Unidad	1	230.00	230.00
	5.3	Barometro con recolector de datos				
	5.3.1	Guillen	Unidad	1	953.00	953.00
	5.3.2	Canaán	Unidad	0	953.00	0.00
	5.3.3	La Cabaña	Unidad	1	953.00	953.00
	5.3.4	Flor No. 1	Unidad	1	953.00	953.00

		5.3.5	Obrera	Unidad	0	953.00	0.00
		5.3.6	Ulloa	Unidad	1	953.00	953.00
6	Monitoreo Geodésico						
	6.1	Red con Sistema GPS (Precisión sub-centimetro, 2mm+2ppm*dist(m))					
		6.1.1	Guillen	Global	1	994.04	994.04
		6.1.2	Canaán	Global	1	994.04	994.04
		6.1.3	La Cabaña	Global	1	994.04	994.04
		6.1.4	Flor No. 1	Global	1	994.04	994.04
		6.1.5	Obrera	Global	1	994.04	994.04
		6.1.6	Ulloa	Global	1	994.04	994.04
	6.2	Red de Monitoreo Geodésico (Estación Total, 2mm+2ppm*dist(m))					
		6.2.1	Guillen	Anual	16	745.53	11,928.43
		6.2.2	Canaán	Anual	16	745.53	11,928.43
		6.2.3	La Cabaña	Anual	16	745.53	11,928.43
		6.2.4	Flor No. 1	Anual	16	745.53	11,928.43
		6.2.5	Obrera	Anual	16	745.53	11,928.43
		6.2.6	Ulloa	Anual	16	745.53	11,928.43
7	Laboratorio						
	7.1	Triaxial (ASTM D 2850)					
		7.1.1	Guillen	Unidad	3	173.96	521.87
		7.1.2	Canaán	Unidad	3	173.96	521.87
		7.1.3	La Cabaña	Unidad	3	173.96	521.87
		7.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	173.96	521.87
		7.1.5	Obrera	Unidad	3	173.96	521.87
		7.1.6	Ulloa	Unidad	4	173.96	695.83
	7.2	Densidad Aparente (ASTM 0 1556)					
		7.2.1	Guillen	Unidad	3	99.40	298.21
		7.2.2	Canaán	Unidad	3	99.40	298.21

		7.2.3	La Cabaña	Unidad	3	99.40	298.21
		7.2.4	Flor No. 1	Unidad	3	99.40	298.21
		7.2.5	Obrera	Unidad	3	99.40	298.21
		7.2.6	Ulloa	Unidad	4	99.40	397.61
		7.3	SPT (ASTM D 1586)				
		7.3.1	Guillen	Unidad	3	347.91	1,043.74
		7.3.2	Canaán	Unidad	3	347.91	1,043.74
		7.3.3	La Cabaña	Unidad	3	347.91	1,043.74
		7.3.4	Flor No. 1	Unidad	3	347.91	1,043.74
		7.3.5	Obrera	Unidad	3	347.91	1,043.74
		7.3.6	Ulloa	Unidad	4	347.91	1,391.65
		7.4	Granulometria ASTM D2487				
		7.4.1	Guillen	Unidad	3	99.40	298.21
		7.4.2	Canaán	Unidad	3	99.40	298.21
		7.4.3	La Cabaña	Unidad	3	99.40	298.21
		7.4.4	Por No, 1	Unidad	3	99.40	298.21
		7.4.5	Obrera	Unidad	3	99.40	298.21
		7.4.6	Ulloa	Unidad	4	99.40	397.61
		7.5	Refraccion Sismica ASTM D5777				
		7.5.1	Guillen	Unidad	3	559.15	1,677.44
		7.5.2	Canaán	Unidad	3	559.15	1,677.44
		7.5.3	La Cabaña	Unidad	3	559.15	1,677.44
		7.5.4	Flor No. 1	Unidad	3	559.15	1,677.44
		7.5.5	Obrera	Unidad	3	559.15	1,677.44
		7.5.6	Ulloa	Unidad	5	559.15	2,795.73
8	Software para Corrimiento de Estabilidad Global						
	8.1 LimitState:GEO o Slide5.0			Unidad	1	3,385.06	3,385.06
9	Gastos de Envio						

	9.1	10% del costo	Global	1	23,615.38	23,615.38
10	Mano de Obra Para la instalación					
	10.1	Personal Especializado	Global	2	6,461.23	12,922.47
	10.2	Personal No especializado	Global	2	1,988.07	3,976.14
	10.3	Herramientas y Equipo	Global	2	1,242.54	2,485.09
11	Obra de Protección y Relleno de Sondeos					
	11.1	Casetas	Global	6	4,473.16	26,838.97
TOTAL INSTRUMENTACION (PORTATIL)						305,991.83

COSTOS DE INSTRUMENTACION FIJA

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	P. U. (\$)	Monto (\$)
1	Perforación ø HQ (96.7mm) Beretta T59				
1.1	Guillen	ml	60	125.00	7,500.00
1.2	Canaán	ml	60	125.00	7,500.00
1.3	La Cabaña	ml	40	125.00	5,000.00
1.4	Flor No. I	ml	60	125.00	7,500.00
1.5	Obrera	ml	60	125.00	7,500.00
1.6	Ulloa	ml	240	125.00	30,000.00
2	Inclinometro (Fijos)				
2.1	Sonda IPI, 57804622L Serial IPI Sensor, Vertical, Biaxial				
2.1.1	Guillen	Unidad	12	835.00	10,020.00
2.1.2	Canaan	Unidad	4	835.00	3,340.00
2.1.3	La Cabaña	Unidad	8	835.00	6,680.00
2.1.4	Flor No. 1	Unidad	4	835.00	3,340.00
2.1.5	Obrera	Unidad	12	835.00	10,020.00
2.1.6	Ulloa	Unidad	16	835.00	13,360.00
2.2	Ruedas Guia (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing				
2.2.1	Guillen	Unidad	12	145.00	1,740.00
2.2.2	Canaán	Unidad	4	145.00	580.00
2.2.3	La Cabaña	Unidad	8	145.00	1,160.00
2.2.4	Flor No. 1	Unidad	4	145.00	580.00
2.2.5	Obrera	Unidad	12	145.00	1,740.00
2.2.6	Ulloa	Unidad	12	145.00	1,710.00
2.3	Ruedas Guia Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing				
2.3.1	Guillen	Unidad	3	155.00	465.00
2.3.2	Canaán	Unidad	1	155.00	155.00
2.3.3	La Cabaña	Unidad	2	155.00	310.00
2.3.4	Flor No. 1	Unidad	1	155.00	155.00
2.3.5	Obrera	Unidad	3	155.00	465.00
2.3.6	Ulloa	Unidad	3	155.00	465.00
2.4	Tubos Separadores 57805222 MEMS IPI Gauge Tube, 2 mm Gauge Length				

	2.4.1	Guillen	Unidad	12	54.75	657.00
	2.4.2	Canaán	Unidad	4	54.75	219.00
	2.4.3	La Cabaña	Unidad	8	54.75	438.00
	2.4.4	Flor No. 1	Unidad	4	54.75	219.00
	2.4.5	Obrera	Unidad	12	54.75	657.00
	2.4.6	Ulloa	Unidad	12	54.75	657.00
	2.5 Tapón de Fondo 57804510 MEMS ¡PI Bottorn Plug, Ma le					
	2.5.1	Guillen	Unidad	3	26.80	80.40
	2.5.2	Canaan	Unidad	1	26.80	26.80
	2.5.3	La Cabaña	Unidad	2	26.80	53.60
	2.5.4	Flor No. 1	Unidad	1	26.80	26.80
	2.5.5	Obrera	Unidad	3	26.80	80.40
	2.5.6	Ulloa	Unidad	3	26.80	80.40
	2.6 Conectores de Cable 57804525 lumpur cable, 25 m (MEMS Serial IPI to Logger)					
	2.6.1	Guillen	Unidad	3	154.00	462.00
	2.6.2	Canaan	Unidad	1	154.00	154.00
	2.6.3	La Cabaña	Unidad	2	154.00	308.00
	2.6.4	Flor No. 1	Unidad	1	154.00	154.00
	2.6.5	Obrera	Unidad	3	154.00	462.00
	2.6.6	Ulloa	Unidad	3	154.00	462.00
	2.7 Cable para señal 50613527 Signal Cable, 22g x 7 Wire, PU jacket					
	2.7.1	Guillen	Unidad	60	5.25	315.00
	2.7.2	Canaan	Unidad	20	5.25	105.00
	2.7.3	La Cabaña	Unidad	40	5.25	210.00
	2.7.4	Flor No. 1	Unidad	20	5.25	105.00
	2.7.5	Obrera	Unidad	60	5.25	315.00
	2.7.6	Ulloa	Unidad	60	5.25	315.00
	2.8 Juego para Conectar el cable de señal 50612515 plice Kit for PU Signal Cable					
	2.8.1	Guillen	Unidad	12	44.30	531.60
	2.8.2	Canaan	Unidad	4	44.30	177.20
	2.8.3	La Cabaña	Unidad	8	44.30	354.40
	2.8.4	Flor No. 1	Unidad	4	44.30	177.20
	2.8.5	Obrera	Unidad	12	44.30	531.60

	2.8.6	Ulloa	Unidad	12	44.30	531.60
	2.9	Juego para Suspender el equipo 57804453 MEMS IPI Suspension Kit, 2.76 in / 70 mm				
	2.9.1	Guillen	Unidad	3	84.03	252.00
	2.9.2	Canaan	Unidad	1	84.00	84.00
	2.9.3	La Cabaña	Unidad	2	84.00	168.00
	2.9.4	Flor No I	Unidad	1	84.00	84.00
	2.9.5	Obrera	Unidad	3	84.00	252.00
	2.9.6	Ulloa	Unidad	3	84.00	252.00
	2.10.	Colectora 50310900 Digitilt Datamate Readout with DMM Software 2 para los 6 bloques				
	2.10.1	Guillen	Unidad	0.33	3.230.00	1,076.67
	2.10.2	Canaan	Unidad	0.33	3.230.00	1,076.67
	2.10.3	La Cabaña	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.10.4	Flor No 1	Unidad	0.33	3,230.00	1,076.67
	2.10.5	Obrera	Unidad	0.33	3.230.00	1,076.67
	2.10.6	Ulloa	Unidad	0.33	3.230.00	1,076.67
	2.11	Licencia 50310001 DigiPro for Windows, 1 User License (2 unidades para los 6 bloques)				
	2.11.1	Guillen	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.11.2	Canaan	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.11.3	La Cabaña	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.11.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.11.5	Obrera	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.11.6	Ulloa	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.12	Polea Para Montaje 51104606 Pulley Assembly, Large (2 unidades para los 6 bloques)				
	2.12.1	Guillen	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.12.2	Canaán	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.12.3	La Cabaña	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.12.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.12.5	Obrera	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.12.6	Ulloa	Unidad	0.33	257.00	85.67
3	Tubería Guía del Inclinómetro					
	3.1	Tuber'a QC (2.76plgX10pie) 51150310 70 mm QC Casing, 3m (2.76 in x 10 ft)				
	3.1.1	Guillen	Pie	196.80	8.80	1.731.84
	3.1.2	Canaan	Pie	65.60	8.80	577.28

	3.1.3	La Cabaña	Pie	131.20	8.80	1.154.56
	3.1.4	Flor No. 1	Pie	65.60	8.80	577.28
	3.1.5	Obrera	Pie	196.80	8.80	1.731.84
	3.1.6	Ulloa	Pie	593.40	8.80	5.195.52
	3.2	Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap				
	3.2.1	Guillen	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.2	Canaan	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.3	La Cabaña	unidad	2	4.00	8.00
	3.2.4	Flor No. 1	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.5	Obrera	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.6	Ulloa	unidad	3	4.00	12.00
	3.3	Anclajes de la Tubena 51104370 Anchor for 70mm -2.76 in. Casing				
	3.3.1	Guillen	unidad	3	168.00	504.00
	3.3.2	Canaan	unidad	1	168.00	168.00
	3.3.3	La Cabaña	unidad	2	168.00	336.00
	3.3.4	Flor No. 1	unidad	1	168.00	168.00
	3.3.5	Obrera	unidad	3	168.00	504.00
	3.3.6	Ulloa	unidad	3	168.00	504.00
	4	Piezómetros				
	4.1	Piezómetro VW (50 psi) 52611020 VW Piezometer, 3.5 bar (50 psi)				
	4.1.1	Guillen	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.2	Canaan	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.3	La Cabaña	Unidad	2	392.00	784.00
	4.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.5	Obrera	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.6	Ulloa	Unidad	4	392.00	1.568.00
	4.2	Cable de Señal 50613524 Signa' Cable, 4-22g PU Alum Shld (meters) 100 MT				
	4.2.1	Guillen	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.2	Canaan	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.3	La Cabaña	Unidad	40	2.95	118.00
	4.2.4	Flor No. 1	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.5	Obrera	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.6	Ulloa	Unidad	80	2.95	236.00

	4.3	VW Recolector de Datos 52613500 VW Data Recorder (2 Unidades para los 6 bloques)					
	4.3.1	Guten	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.2	Canaán	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.3	La Cabaña	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	4.3.5	Obrera	Unidad	0.33	1,340.00	446.67	
	4.3.6	Ulloa	Unidad	0.33	1.340.00	446.67	
	5	Pluviografos					
	5.1	Fluviografo Forestry Suppliers 90707 HOBOData Shuttler					
	5.1.1	Guillen	Unidad	1	625.00	625.00	
	5.1.2	Canaan	Unidad	0	625.00	0.00	
	5.1.3	La Cabaña	Unidad	1	625.00	625.00	
	5.1.4	Flor No. 1	Unidad	1	625.00	625.00	
	5.1.5	Obrera	Unidad	0	625.00	0.00	
	5.1.6	Ulloa	Unidad	1	625.00	625.00	
	5.2	Colectora Forestry Suppliers HOB0 89484, 89478, 89479					
	5.2.1	Guillen	Unidad	1	230.00	230.00	
	5.2.2	Canaan	Unidad	0	230.00	0.00	
	5.2.3	La Cabaña	Unidad	1	230.00	230.00	
	5.2.4	Flor No. 1	Unidad	1	230.00	230.00	
	5.2.5	Obrera	Unidad	0	230.00	0.00	
	5.2.6	Ulloa	Unidad	1	230.00	230.00	
	5.3	Barometro con recolector de datos					
	5.3.1	Guillen	Unidad	1	953.00	953.00	
	5.3.2	Canaan	Unidad	0	953.00	0.00	
	5.3.3	La Cabaña	Unidad	1	953.00	953.00	
	5.3.4	Flor No. 1	Unidad	1	953.00	953.00	
	5.3.5	Obrera	Unidad	0	953.00	0.00	
	5.3.6	Ulloa	Unidad	1	953.00	953.00	
	6	Monitoreo Geodésico					
	6.1	Red con Sistema CPS (Precisión sub-centimetro)					
	6.1.1	Guillen	Global	1	1,000.00	1,000.00	

	5.1.2	Canaan	Global	1	1000.00	1,000.00	
	6.1.3	La Cabaña	Global	1	1000.00	1,000.00	
	6.1.4	Flor No. 1	Global	1	1000.00	1,000.00	
	6.1.5	Obrera	Global	0	1000.00	0.00	
	6.1.6	Ulloa	Global	1	1000.00	1,000.00	
	6.2	Red de Monitoreo Geodésico (Estacion Total)					
	6.2.1	Guillen	Anual	16	750.00	12,000.00	
	6.2.2	Canaan	Anual	16	750.00	12,000.00	
	6.2.3	La Cabaña	Anual	16	750.00	12,000.00	
	6.2.4	Flor No. 1	Anual	16	750.00	12,000.00	
	6.2.5	Obrera	Anual	16	750.00	12,000.00	
	6.2.6	Ulloa	Anual	16	750.00	12,000.00	
7	Laboratorio						
	7.1	Triaxial (ASTM D 2850)					
	7.1.1	Guillen	Unidad	3	175.00	525.00	
	7.1.2	Canaan	Unidad	3	175.00	525.00	
	7.1.3	La Cabaña	Unidad	3	175.00	525.00	
	7.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	175.00	525.00	
	7.1.5	Obrera	Unidad	3	175.00	525.00	
	7.1.6	Ulloa	Unidad	4	175.00	700.00	
	7.2	Densidad aparente (A57510 15561)					
	7.2.1	Guillen	Unidad	3	100.00	300.00	
	7.2.2	Canaan	Unidad	3	100.00	300.00	
	7.2.3	La Cabaña	Unidad	3	100.00	300.00	
	7.2.4	Flor No. 1	Unidad	3	100.00	300.00	
	7.2.5	Obrera	Unidad	3	100.00	300.00	
	7.2.6	Ulloa	Unidad	4	100.00	400.00	
	7.3	SPT (ASTM D 1586)					
	7.3.1	Guillen	Unidad	3	350.00	1,050.00	
	7.3.2	Canaan	Unidad	3	350.00	1,050.00	
	7.3.3	La Cabaña	Unidad	3	350.00	1,050.00	
	7.3.4	Flor No.1	Unidad	3	350.00	1,050.00	
	7.3.5	Obrera	Unidad	3	350.00	1,050.00	

	7.3.6	Ulloa	Unidad	4	350.00	1.400.00
7.4	Granulometria AS7M D2487					
	7.4.1	Guillen	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.2	Canaan	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.3	La Cabaña	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.4	Flor No. 1	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.5	Obrera	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.6	U/loa	Unidad	4	100.00	400.00
7.5	Refraccion Sismica A57M D5277					
	7.5.1	Guillen	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.2	Canaan	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.3	La Cabaña	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.4	Flor No. 1	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.5	Obrera	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.6	Ulloa	Unidad	4	562.50	2,812.50
8	Software para Corrimiento de Estabilidad Global					
	8.1	<i>LimiState: GEO o Slide 5.0</i>	Unidad	1	3385.00	3.385.00
9	Gastos de Envío					
	9.1	<i>10% del costo</i>	Global	1	27,599.53	27,599.53
10	Mano de Obra Para la Instalación					
	10.1	Personal Especializado	Global	2	6500.00	13,000.00
	10.2	Personal No especializado	Global	2	2000.00	4,000.00
	10.3	Herramientas y equipo	Global	2	1250.00	2,500.00
11	Obras de Protección y Relleno de Sondeos					
	11.1	Casetas	Global	6	4500.00	27,000.00
TOTAL INSTRUMENTACION (FIJOS)						350,094.85

COSTOS DE INSTRUMENTACION REMOTA

No.	Concepto		Unidad	Cantidad	P. U. (\$)	Monto (\$)
1.	Perforacion HQ (96.7mm) Beretta T59					
	1.1	Guillen	ml	60	125.00	7,500.00
	1.2	Canaán	ml	60	125.00	7,500.00
	1.3	La Cabaña	ml	40	125.00	7,500.00
	1.4	Flor No. 1	ml	60	125.00	7,500.00
	1.5	Obrera I	ml	60	125.00	7,500.00
	1.6	Ulloa	ml	240	125.00	30,000.00
2	Inclinómetro					
	2.1	Sonda IPI,56702110 Relay Multiplexer AM16/32 16-channel				
	2.1.1	Guillen	Unidad	12	835.00	10,020.00
	2.1.2	Canaán	Unidad	4	835.00	3,340.00
	2.1.3	La Cabaña	Unidad	8	835.00	6,680.00
	2.1.4	Flor No. 1	Unidad	4	835.00	3,340.00
	2.1.5	Obrera	Unidad	12	835.00	10,020.00
	2.1.6	Ulloa	Unidad	18	835.00	15,030.00
	2.2	Ruedas Guia (70mm) 57805132 Sensor Wheels for 70mm (2.76 in) Casing				
	2.2.1	Guillen	Unidad	12	145.00	1,740.00
	2.2.2	Canaán	Unidad	4	145.00	580.00
	2.2.3	La Cabaña	Unidad	8	145.00	1,160.00
	2.2.4	Flor No. 1	Unidad	4	145.00	280.00
	2.2.5	Obrera	Unidad	12	145.00	1,740.00
	2.2.6	Ulloa	Unidad	18	145.00	2,610.00
	2.3	Ruedas Guia Superiores 57805034 Top Wheels for 70 mm (2.76 in) Casing				
	2.3.1	Guillen	Unidad	3	155.00	465.00

	2.3.2	Canaán	Unidad	1	155.00	155.00
	2.3.3	La Cabaña	Unidad	2	155.00	310.00
	2.3.4	Flor No. 1	Unidad	1	155.00	155.00
	2.3.5	Obrera	Unidad	3	155.00	465.00
	2.3.6	Ulloa	Unidad	3	155.00	465.00
	2.4 Tubos Separadores MEMS IPI (2m)					
	2.4.1	Guillen	Unidad	12	54.75	657.00
	2.4.2	Canaán	Unidad	4	54.75	219.00
	2.4.3	La Cabaña	Unidad	8	54.75	438.00
	2.4.4	Flor No. 1	Unidad	4	54.75	219.00
	2.4.5	Obrera	Unidad	12	54.75	657.00
	2.4.6	Ulloa	Unidad	18	54.75	985.50
	2.5 Tapón de Fondo 57804510 MEMS IPI Bottom Plug, Male					
	2.5.1	Guillen	Unidad	3	26.80	80.40
	2.5.2	Canaán	Unidad	1	26.80	26.80
	2.5.3	La Cabaña	Unidad	2	26.80	53.60
	2.5.4	Flor No. 1	Unidad	1	26.80	26.80
	2.5.5	Obrera	Unidad	3	26.80	80.40
	2.5.6	Ulloa	Unidad	3	26.80	80.40
	2.6 Conectores de Cable 57804525 Jumper cable, 25 m (MEMS Serial IPI to Logger)					
	2.6.1	Guillen	Unidad	3	154.00	462.00
	2.6.2	Canaan	Unidad	1	154.00	154.00
	2.6.3	La Cabaña	Unidad	2	154.00	308.00
	2.6.4	Flor No. 1	Unidad	1	154.00	154.00
	2.6.5	Obrera	Unidad	3	154.00	462.00
	2.6.6	Ulloa	Unidad	3	154.00	462.00
	2.7 Cable para señal 50613527 Signal Cable, 22g x 7 Wire, PU Jacket					
	2.7.1	Guillen	Unidad	60	5.25	315.00

	2.7.2	Conaán	Unidad	20	5.25	105.00
	2.7.3	La Cabaña	Unidad	40	5.25	210.00
	2.7.4	Flor No. 1	Unidad	20	5.25	105.00
	2.7.5	Obrera	Unidad	60	5.25	315.00
	2.7.6	Ulloa	Unidad	180	5.25	945.00
	2.8	Juego para Conectar el cable de señal 50612515 Splice Kit for PU Signal Cable				
	2.8.1	Guillen	Unidad	12	44.30	531.60
	2.8.2	Canaán	Unidad	4	44.30	177.20
	2.8.3	La Cabaña	Unidad	8	44.30	354.40
	2.8.4	Flor No. 1	Unidad	4	44.30	177.20
	2.8.5	Obrera	Unidad	2	44.30	531.60
	2.8.6	Ulloa	Unidad	18	44.30	797.40
	2.9	Juego para Suspender el equipo 57804453 MEMS 'Pi Suspension Kit, 2.76 in / 70 mm				
	2.9.1	Guillen	Unidad	3	84.00	252.00
	2.9.2	Canaan	Unidad	1	84.00	84.00
	2.9.3	La Cabaña	Unidad	2	84.00	168.00
	2.9.4	Flor No. 1	Unidad	1	84.00	84.00
	2.9.5	Obrera	Unidad	3	84.00	252.00
	2.9.6	Ulloa	Unidad	3	84.00	252.00
	2.10	Multiplexor CR1000 56701000 CR1000 Measurement & Control Module (4 MB memory)				
	2.10.1	Guillen	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.10.2	Canaán	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.10.3	La Cabaña	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.10.4	Flor No. 1	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.10.5	Obrera	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.10.6	Ulloa	Unidad	1	1,871.00	1,871.00
	2.11	Interface VW 56701550 Two-Channel VW Interface, AVW200				
	2.11.1	Guillen	Unidad	1	650.00	650.00

	2.11.2	Canaán	Unidad	1	650.00	650.00
	2.11.3	La Cabaña	Unidad	1	650.00	650.00
	2.11.4	Flor No. 1	Unidad	1	650.00	650.00
	2.11.5	Obrera	Unidad	1	650.00	650.00
	2.11.6	Ulloa	Unidad	1	650.00	650.00
	2.12	Interruptor de Multiplex 56702110 Relay Multiplexer AM16/32, 16-channel				
	2.12.1	Guillen	Unidad	1	835.00	835.00
	2.12.2	Canaan	Unidad	1	835.00	835.00
	2.12.3	La Cabaña	Unidad	1	835.00	835.00
	2.12.4	Flor No. 1	Unidad	1	835.00	835.00
	2.12.5	Obrera	Unidad	1	835.00	835.00
	2.12.6	Ulloa	Unidad	1	835.00	835.00
	2.13	12V Fuente de Energia, P5100 56703120				
	2.13.1	Guillen	Unidad	1	355.00	355.00
	2.13.2	Canaán	Unidad	1	355.00	355.00
	2.13.3	La Cabaña	Unidad	1	355.00	355.00
	2.13.4	Flor No. 1	Unidad	1	355.00	355.00
	2.13.5	Obrera	Unidad	1	355.00	355.00
	2.13.6	Ulloa	Unidad	1	355.00	355.00
	2.14	AC Adaptador de Cargador 56703124 , 90 to 260V ac to 24V dc Spec AC cord				
	2.14.1	Guillen	Unidad	1	65.00	65.00
	2.14.2	Canaán	Unidad	1	65.00	65.00
	2.14.3	La Cabaña	Unidad	1	65.00	65.00
	2.14.4	Flor No. 1	Unidad	1	65.00	65.00
	2.14.5	Obrera	Unidad	1	65.00	65.00
	2.14.6	Ulloa	Unidad	1	65.00	65.00
	2.15	USB Cable para Interface de colectora a PC 56704018 USB Interface Cable Data Logger				
	2.15.1	Guillen	Unidad	1	55.75	55.75

	2.15.2	Canaan	Unidad	1	55.75	55.75	
	2.15.3	La Cabaña	Unidad	1	55.75	55.75	
	2.15.4	Flor No. 1	Unidad	1	55.75	55.75	
	2.15.5	Obrera	Unidad	1	55.75	55.75	
	2.15.6	Ulloa	Unidad	1	55.75	55.75	
	2.16	Contenedor para Colectora 56705020 Data Logger Enclosure, 16 x 18-inch					
	2.16.1	Guillen	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.16.2	Canaán	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.16.3	La Cabaña	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.16.4	Flor No. 1	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.16.5	Obrera	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.16.6	Ulloa	Unidad	1	410.00	410.00	
	2.17	Software de Soporte 56708020 LoggerNet Support Software					
	2.17.1	Guillen	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.17.2	Canaán	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.17.3	La Cabaña	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.17.4	Flor No. 1	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.17.5	Obrera	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.17.6	Ulloa	Unidad	0.17	660.00	110.00	
	2.18	Sistema de Integracion Fee 96700000 System Integration Fee					
	2.18.1	Guillen	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.18.2	Canaán	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.18.3	La Cabaña	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.18.4	Flor No. 1	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.18.5	Obrera	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.18.6	Ulloa	Unidad	1.00	361.00	361.00	
	2.19	Programación Personalizada 96701000 Custom Programming					
	2.19.1	Guillen	Unidad	0.17	280.00	46.67	

	2.19.2	Canaán	Unidad	0.17	280.00	46.67
	2.19.3	La Cabaña	Unidad	0.17	280.00	46.67
	2.19.4	Flor No. 1	Unidad	0.17	280.00	46.67
	2.19.5	Obrera	Unidad	0.17	280.00	46.67
	2.19.6	Ulloa	Unidad	0.17	280.00	46.67
	2.20.	licencia 50310001 DigiPro for Windows, 1 User icense (2 para los 6 bloques)				
	2.20.1	Guillen	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.20.2	Cartaan	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.20.3	La Cabaña	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.20.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.20.5	Obrera	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.20.6	Ulloa	Unidad	0.33	552.00	184.00
	2.21	Polea Para Montaje 51100606 Pulley Assembly, Large (2 Unidades para lo 6 bloques)				
	2.21.1	Guillen	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.21.2	Canaán	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.21.3	La Cabaña	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.21.4	Flor No. 1	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.21.5	Obrera	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.21.6	Ulloa	Unidad	0.33	257.00	85.67
	2.22	MODEM, Airlink Redwing, CDMA Modem				
	2.22.1	Guillen	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.22.2	Cartán	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.22.3	La Cabaña	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.22.4	Flor No. 1	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.22.5	Obrera	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.22.6	Ulloa	Unidad	1.00	709.00	709.00
	2.23	Accesorios de Montaje de Airlink Redwing, CDMA Modem				
	2.23.1	Guillen	Unidad	1.00	46.40	46.40

	2.23.2	Canaán	Unidad	1.00	46.40	46.40
	2.23.3	La Cabaña	Unidad	1.00	46.40	46.40
	2.23.4	Flor No. 1	Unidad	1.00	46.40	46.40
	2.23.5	Obrera	Unidad	1.00	46.40	46.40
	2.23.6	Ulloa	Unidad	1.00	46.40	46.40
	2.24 Antena para AIRLINK REDWING,8db YAGI , w/10FT CABLE					
	2.24.1	Guillen	Uriclad	1.00	298.00	298.00
	2.24.2	Canaán	Unidad	1.00	298.00	298.00
	2.24.3	La Cabaña	Unidad	1.00	298.00	298.00
	2.24.4	Flor No. 1	Unidad	1.00	298.00	298.00
	2.24.5	Obrera	Unidad	1.00	298.00	298.00
	2.24.6	Ulloa	Unidad	1.00	298.00	298.00
	3 Tubería Guía del Inclínómetro					
	3.1 Tubería QC (2.76plgX10pie) 51150310 70 mm QC Casing, 3m (2.76 in x 10 ft)					
	3.1.1	Guillen	Pie	196.80	8.80	1,731.84
	3.1.2	Canaán	Pie	65.60	8.80	577.28
	3.1.3	La Cabaña	Pie	131.20	8.80	1,154.56
	3.1.4	Flor No. 1	Pie	65.60	8.80	577.28
	3.1.5	Obrera	Pie	196.80	8.80	1,731.84
	3.1.6	Ulloa	Pie	590.40	8.80	5,195.52
	3.2 Tapón de Tuberías 51100500 70 mm Top Cap					
	3.2.1	Guillen	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.2	Canaán	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.3	La Cabaña	unidad	2	4.00	8.00
	3.2.4	Flor No. 1	unidad	1	4.00	4.00
	3.2.5	Obrera	unidad	3	4.00	12.00
	3.2.6	U loa	unidad	3	4.00	12.00
	3.3 Anclajes de la Tubería 51104370 Anchor for 70mm -2.76 in. Casing					

	3.3.1	Guillen	unidad	3.00	168.00	504.00
	3.3.2	Canaán	unidad	1.00	168.00	168.00
	3.3.3	La Cabaña	unidad	2.00	168.00	336.00
	3.3.4	Flor No. 1	unidad	1.00	168.00	168.00
	3.3.5	Obrera	unidad	3.00	168.00	504.00
	3.3.6	U loá	unidad	3.00	168.00	504.00
4	Piezometros					
	4.1	Piezómetro VW (SO psi) 52611020 VW Piezometer, 3.5 bar (50 psi)				
	4.1.1	Guillen	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.2	Canaán	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.3	La Cabaña	Unidad	2	392.00	784.00
	4.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.5	Obrera	Unidad	3	392.00	1,176.00
	4.1.6	Ulloa	Unidad	4	392.00	1,568.00
	4.2	Cable de Señal 50613524 Signal Cable, 4-22g PU Alum Shld (meters) 100 MT				
	4.2.1	Guillen	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.2	Canaán	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.3	La Cabaña	Unidad	40	2.95	118.00
	4.2.4	Flor No. 1	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.5	Obrera	Unidad	60	2.95	177.00
	4.2.6	Ulloa	Unidad	180	2.95	531.00
5	Pluviografos					
	5.1	Fluviografo Forestry Suppliers 90707 HOBOData Shuttler				
	5.1.1	Guillen	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.2	Canaan	Unidad	0	625.00	0.00
	5.1.3	La Cabaña	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.4	Flor No. 1	Unidad	1	625.00	625.00
	5.1.5	Obrera	Unidad	0	625.00	0.00

	5.1.6	Ulloa	Unidad	1	625.00	625.00
	5.2 Colectora Forestry Suppliers HOBO 89484, 89478, 89479					
	5.2.1	Guillen	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.2	Canaan	Unidad	0	230.00	0.00
	5.2.3	La Cabaña	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.4	Flor No. 1	Unidad	1	230.00	230.00
	5.2.5	Obrera	Unidad	0	230.00	0.00
	5.2.6	Ulloa	Unidad	1	230.00	230.00
	5.3 Barometro con recolector de datos					
	5.3.1	Guillen	Unidad	1	953.00	953.00
	5.3.2	Canaan	Unidad	0	953.00	0.00
	5.3.3	La Cabaña	Unidad	1	953.00	953.00
	5.3.4	Flor No. 1	Unidad	1	953.00	953.00
	5.3.5	Obrera	Unidad	0	953.00	0.00
	5.3.6	Ulloa	Unidad	1	953.00	953.00
	6 Monitoreo Geodésico					
	6.1 Red con Sistema CPS (Precisión sub-centimetro)					
	6.1.1	Guillen	Global	1	1,000.00	1,000.00
	6.1.2	Canaan	Global	1	1000.00	1,000.00
	6.1.3	La Cabaña	Global	1	1000.00	1,000.00
	6.1.4	Flor No. 1	Global	1	1000.00	1,000.00
	6.1.5	Obrera	Global	0	1000.00	0.00
	6.1.6	Ulloa	Global	1	1000.00	1,000.00
	6.2 Red de Monitoreo Geodésico (Estacion Total)					
	6.2.1	Guillen	Anual	16	750.00	12,000.00
	6.2.2	Canaan	Anual	16	750.00	12,000.00
	6.2.3	La Cabaña	Anual	16	750.00	12,000.00
	6.2.4	Flor No. 1	Anual	16	750.00	12,000.00

		6.2.5	Obrera	Anual	16	750.00	12,000.00
		6.2.6	Ulloa	Anual	16	750.00	12,000.00
7	Laboratorio						
	7.1	Triaxial (ASTM D 2850)					
		7.1.1	Guillen	Unidad	3	175.00	525.00
		7.1.2	Canaan	Unidad	3	175.00	525.00
		7.1.3	La Cabaña	Unidad	3	175.00	525.00
		7.1.4	Flor No. 1	Unidad	3	175.00	525.00
		7.1.5	Obrera	Unidad	3	175.00	525.00
		7.1.6	Ulloa	Unidad	4	175.00	700.00
	7.2	Densidad Aparente (A57510 15561)					
		7.2.1	Guillen	Unidad	3	100.00	300.00
		7.2.2	Canaan	Unidad	3	100.00	300.00
		7.2.3	La Cabaña	Unidad	3	100.00	300.00
		7.2.4	Flor No. 1	Unidad	3	100.00	300.00
		7.2.5	Obrera	Unidad	3	100.00	300.00
		7.2.6	Ulloa	Unidad	4	100.00	400.00
	7.3	SPT (ASTM D 1586)					
		7.3.1	Guillen	Unidad	3	350.00	1.050.00
		7.3.2	Canaan	Unidad	3	350.00	1.050.00
		7.3.3	La Cabaña	Unidad	3	350.00	1.050.00
		7.3.4	Flor No.1	Unidad	3	350.00	1.050.00
		7.3.5	Obrera	Unidad	3	350.00	1.050.00
		7.3.6	Ulloa	Unidad	4	350.00	1.400.00
	7.4	Granulometria AS7M D2487					
		7.4.1	Guillen	Unidad	3	100.00	300.00
		7.4.2	Canaan	Unidad	3	100.00	300.00
		7.4.3	La Cabaña	Unidad	3	100.00	300.00

	7.4.4	Flor No. 1	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.5	Obrera	Unidad	3	100.00	300.00
	7.4.6	U/loa	Unidad	4	100.00	400.00
	7.5	Refraccion Sismica A57M D5277				
	7.5.1	Guillen	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.2	Canaan	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.3	La Cabaña	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.4	Flor No. 1	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.5	Obrera	Unidad	3	562.50	1,687.50
	7.5.6	Ulloa	Unidad	4	562.50	2,812.50
8	Software para Corrimiento de Estabilidad Global					
	8.1	<i>LimiState: GEO o Slide 5.0</i>	Unidad	1	3385.00	3,385.00
9	Gastos de Envío					
	9.1	10% del costo	Global	1	17,175.42	17,175.42
10	Mano de Obra Para la Instalación					
	10.1	Personal Especializado	Global	2	7,500.00	15,000.00
	10.2	Personal No especializado	Global	2	2,000.00	4,000.00
	10.3	Herramientas y equipo	Global	2	1,250.00	2,500.00
11	Obras de Protección y Relleno de Sondeos					
	11.1	Casetas	Global	6	4500.00	27,000.00
TOTAL INSTRUMENTACION (REMOTA)						372,466.94