

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo participó el Dr. Christoph Lehmann hidrólogo y experto en flujos de lodo y el geólogo Julio Rubio, asesores técnicos de COSUDE, se agradece grandemente a las autoridades municipales de Juayúa, especialmente al señor alcalde Raúl Herrera, señor Secretario Municipal Lic. Abel López, asistente administrativa Guadalupe Deleón Herrera y promotores sociales de la Alcaldía Municipal Miguel Angel Rodríguez y Sebastián Ramos Mendoza, Directora de la Unidad de Salud San José La Majada Dra. Edith Yanira Corado Serrano, promotores de salud Tito Eliseo Aguirre, Saúl López Beltrán, David Antonio Gaytán, Berta Lilian Campos de Lima y José Ovidio Aguilar, líderes comunales y población en general.

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO

2. INTRODUCCION

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

3.11 RESULTADOS ESPERADOS

3.12 FINALIDAD

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

4. METODOLOGIA APLICADA EN LA INVESTIGACION

4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL EQUIPO TECNICO SEGÚN ESPECIALIDAD

5. ANTECEDENTES

6. CARACTERIZACION DE LA ZONA

6.1 SITUACION GEOGRAFICA

6.2 CLIMA

6.3 VEGETACION

6.4 GEOLOGIA

6.41 GEOLOGIA REGIONAL

6.42 GEOLOGIA LOCAL

6.421 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

6.422 ESTRATIGRAFIA

6.5 HIDROGEOLOGIA

6.6 HIDROGRAFIA

6.7 CARACTERIZACION SOCIO ECONOMICA

7. AMENAZAS

7.1 INESTABILIDADES DE LADERA

7.2 DEPOSITOS

7.3 EROSION

7.4 METEORIZACION

7.5 AMENAZAS HIDROLOGICAS

8. ZONIFICACION DEL RIESGO

8.1 METODOLOGIA APLICADA PARA LA DELIMITACION DE LAS ZONAS DE RIESGO

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

ANEXOS

1. RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del presente trabajo es mostrar el peligro inminente en que se encuentran los pobladores de San José La Majada, Valle Nuevo y zonas aledañas, los cuales se ubican al sudoeste del cantón Los Naranjos, en el Municipio de Juayúa, Departamento de Sonsonate. A raíz del terremoto del 13 de enero del 2001, el cerro de Los Naranjos y El Aguila sufrieron una serie de deslizamientos de tierra, los cuales se incrementaron con el segundo terremoto del 13 de febrero del mismo año. El presente estudio de riesgo se realizó por petición del Municipio de Juayúa y así que COSUDE acogió este llamado y organizó un grupo de profesionales para que estudiara los fenómenos dejados por los fenómenos ocurridos. Estas personas se abocaron al estudio de interpretación del fenómeno.

Para realizar el presente trabajo fue de gran ayuda la participación de los grupos de interés tales como: pobladores de los caseríos, líderes comunales, sectores gubernamentales, etc. los cuales acompañaron al grupo en sus diversas visitas al campo y cubrieron los sectores interesados para el análisis.

Dentro del trabajo de campo realizado podemos mencionar que se recorrieron los deslizamientos más importantes de oriente a poniente reconociéndose en su parte superior, cicatrices de deslizamientos, grietas que muestran la actividad de los deslizamientos y el material depositado. También se hicieron recorridos en forma longitudinal los cuales sirvieron para observar la conformación de los canales de las quebradas, su ancho y los posibles desbordes a que estarían sujetas.

Siguiendo la metodología y después de realizar las mediciones pertinentes se identificaron las amenazas que en nuestro caso son los posibles deslizamientos de las coladas de lodo que se conducirán a través de las quebradas Los Díaz Oriente y Poniente, La Lava, La Presa y El Cementerio, las cuales se comportan de forma inestable, evolucionando constantemente e incrementando día a día el material en depósito. El grupo evaluador calculó 17,790m³ de material de amenaza entre todos los deslizamientos.

En nuestro caso estos deslizamientos amenazan diferentes poblados tales como:

Caserío Los Díaz
Caserío Los Ramírez
Colonia Pérez
Colonia El Colmenar
San José la Majada Ote.
San José la Majada Pte.
Colonia Funes
Colonia La Florida
Colonia Costa Azul
Calle que conduce al Crió. Los Díaz

Sobre la base de los resultados obtenidos se generan una serie de recomendaciones a corto, mediano y largo plazo. Las medidas a corto plazo deben ser ejecutadas de inmediato por el COEM en las zonas de Alto Riesgo, ya que por las características de los cerros tales como las fuertes pendientes, corta distancia entre derrumbes y caseríos, clima, escasa y débil vegetación en las quebradas, no habrá tiempo de una evacuación segura. Todas estas características influyen en la dinámica de la escorrentía superficial por lo que afectan directamente a la velocidad del flujo. Por ello se estima un tiempo de transporte de 15min.

De acuerdo a las amenazas y vulnerabilidades identificadas en el estudio se determinaron tres zonas de riesgo las cuales son:

RIESGO ALTO en donde se espera un impacto directo del flujo de lodo a gran velocidad cargado de materiales de gran tamaño (piedras, troncos, etc.) El flujo puede alcanzar alturas considerables dentro de los cauces. Podrían ser seriamente afectadas las personas, vehículos y construcciones ubicadas en el fondo de las quebradas, así como las que estén en las bocas de salida de las mismas y en las calles que bajan directamente desde las quebradas. En esta zona se encuentran un total de 162 viviendas y 972 habitantes.

RIESGO MODERADO, Impacto menor del flujo de lodo a velocidades más bajas y con piedras de menor tamaño. Se podría depositar mucho lodo que llegaría a varios centímetros de espesor. Las personas y vehículos pueden ser afectados si se encuentran en la calle o en las primeras plantas de las casas o edificios. Existe riesgo de inundaciones. En esta zona se encuentra un total de 254 viviendas y 1524 habitantes.

RIESGO BAJO, Inundación menor, el lodo alcanzará pocos centímetros a decímetros de espesor. Esta zona no representa peligro alguno para personas y edificaciones. Sin embargo se deberá permanecer dentro de los hogares y atento a las indicaciones de las autoridades. En esta zona se encuentran un total de 388 viviendas y 2396 habitantes.

2. INTRODUCCION

El presente estudio representa una herramienta de apoyo para la municipalidad de Juayúa, en la evaluación de las zonas afectadas por los terremotos del 13 de enero y febrero 2001. Estos terremotos han provocado deslizamientos de suelo y grietas que están amenazando las comunidades ubicadas entre los cerros de El Águila y Los Naranjos y sus alrededores. Debido a la incidencia de la época lluviosa, esta situación se acrecentaría en proporciones amenazantes tanto en daños materiales como en una posible pérdida de vidas humanas.

En este documento se contemplarán las diferentes acciones que se pretenden desarrollar con entidades de gobierno local, Unidad de Salud y comunidades, el cual ayudará a prepararlos de acuerdo a experiencias y conocimientos ante desastres pasados y actuales, a prevenir inundaciones y si ocurrieran coladas de lodo, las principales medidas de preparación y prevención que pueden tomarse en las mismas.

También se presenta un mapa de las comunidades para ubicar en él las principales características geográficas de las mismas, ubicación de la población y su vulnerabilidad, con el fin de establecer las zonas de riesgo del sector.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este estudio es de fortalecer los sistemas locales y comunales para la gestión de los riesgos y desastres, mediante la promoción y coordinación local y comunal de acciones sectoriales, transectoriales y de apoyo directo al proceso de toma de decisiones políticas.

3.11 RESULTADOS ESPERADOS

Identificar la alta recurrencia de desastres como la situación problemática fundamental sobre la zona de estudio para generar acciones de mitigación viables en función de un verdadero desarrollo sostenible.

La Alcaldía Municipal de Juayúa y el COEM debe adoptar el plan de emergencia municipal para la reducción de la vulnerabilidad y desastres. En él se recomienda pasar de modalidades de reacción a los desastres hacia una actitud proactiva generalizada de prevención y mitigación, con un enfoque integral e intersectorial por parte de todos los sectores públicos y privados, esto implica una eficaz articulación social de las actividades en el ámbito regional y local.

3.12 FINALIDAD

El presente estudio parte de una definición estratégica: la vía para alcanzar una adecuada gestión del riesgo ante los desastres. es el fortalecimiento de los sistemas municipales encargados de la mitigación, preparación y atención de desastres, en donde se involucra a las instituciones especializadas (Cruz Roja, Comandos de Salvamento, Bomberos, PNC, Fuerza Armada).

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las amenazas y vulnerabilidades de la zona de estudio.
- Fortalecer el plan de emergencia municipal y comunal, para así echar a andar las actividades del plan; este plan será coordinado por el COEM.
- Establecer mecanismos claros de gestión y desastres en los planes y estrategias de las instituciones involucradas.
- Introducir las acciones dirigidas a mejorar el manejo del territorio en las diferentes zonas, como medio para reducir la vulnerabilidad.
- Incluir variables de mitigación de desastres en los planes de desarrollo institucional y sectorial.
- Concientizar a la población de su rol en la prevención de desastres e involucrarla en acciones concretas de mitigación comunal y autoprotección o autoayuda.

- Elevar la capacidad de los sistemas locales de prevención y atención de desastres.

4. METODOLOGIA APLICADA EN LA INVESTIGACION

Para lograr los objetivos planteados se forma un grupo de trabajo compuesto por un geólogo, un ingeniero civil, un egresado de ingeniería civil y una socióloga, quienes serían asesorados por especialistas bajo la dirección del coordinador técnico del proyecto.

Se incorpora en el desarrollo de las actividades a miembros de la Alcaldía Municipal y de las comunidades bajo amenaza.

Lugar de trabajo: Municipio de Juayúa, Departamento de Sonsonate. El Salvador.

El período definido se estableció inicialmente de dos meses (del 22/03/01 a 20/05/01)

El Equipo Técnica quedó integrado de la siguiente manera:

Ingeniero Civil:	Ing. Rubén Quinteros Ramos
Socióloga:	Licda. Glenda Elizabeth Martínez
Egresado de Ingeniería Civil:	José Francisco Martínez López
Geólogo:	Ing. Geólogo Francisco Aguirre Gallo

Una vez integrado el Equipo Técnico inicialmente con la ausencia del técnico social se dio inicio al proyecto mediante una reunión en la Alcaldía Municipal de Juayúa el día 22 de marzo; con la participación de los coordinadores técnico y administrativo del proyecto geólogo Julio Rubio e Ing. Federico Castellanos respectivamente, para dar a conocer la estructura, las actividades y enfoques del proyecto al señor alcalde municipal Raúl Herrera y la presentación del Equipo Técnico. Así se dio inicio al desarrollo del proyecto.

En el transcurso de los días siguientes se hizo un reconocimiento visual de las quebradas Las Nubes, Los Díaz Oriente y Poniente, El Caserío Los Díaz, quebrada El Cementerio y Finca El Pedregal; también se hizo reconocimiento visual de la cima del cerro Los Naranjos. Estos recorridos de las quebradas se hicieron con el apoyo técnico del Dr. Christoph Lehmann, el señor René Beltrán y el Ing. Agrónomo Rafael Orlando Contreras Gámez concejal de la Alcaldía Municipal de Juayúa.

El día 28 de marzo se integró al Equipo Técnico la socióloga quién estuvo en reunión sostenida con el Ing. Federico Castellanos, Ing. Frank Philippossian Director del área de desastres y

Ayuda Humanitaria de COSUDE, el señor alcalde Raúl Herrera y el resto del Equipo Técnico, con el propósito de dar a conocer los avances obtenidos a la fecha sobre el desarrollo del proyecto.

Los días posteriores se realizaron visitas de campo a las zonas de derrumbes, recorridos sobre las quebradas para la determinación de pendientes y secciones transversales de las mismas. En relación con la parte social, la socióloga se entrevistó con algunos habitantes de la zona para conocer algunos eventos acontecidos en el pasado y poder tener un parámetro de investigación sobre el mismo. Así mismo se visitó la Unidad de Salud de San José La Majada coordinando con la Dra. Corado quién nos facilitó el contacto con los promotores de salud quienes se encargan de las zonas que están en riesgo.

De acuerdo a los resultados obtenidos por la parte social y técnica se desarrollo una reunión de carácter informativo para dar a conocer los avances que hasta la fecha se habían obtenido, al Comité de Emergencia Municipal, Comité de Emergencia Comunal San José La Majada y Valle Nuevo, así como también a algunos líderes comunales en la Alcaldía Municipal de Juayúa el día 18 de abril de 2001, siendo el ponente el geólogo Julio Rubio y el Equipo Técnico de Juayúa. Ver lista de asistencia en el anexo 5.

El día 18 de abril se definió que los días 23 y 24 de abril de 2001, se llevará a cabo el *“Seminario Taller para la Presentación de Propuestas de Mitigación de Amenazas y Vulnerabilidades ante las lluvias en el Municipio de Juayúa, Abril/2001”*; en el cual participaron los diferentes comités de emergencia, así como otras entidades del gobierno local y líderes comunales. Ver listas de participantes en el anexo 5.

El día 27 de abril se envió una solicitud a COSUDE, para realizar una ampliación de la zona de estudio en el cerro El Aguila, finca San Rafael, finca Las Mandarinas y finca El Majahual.

Durante las dos semanas siguientes se elaboró el informe preliminar de presentación de resultados que se entregó a la Alcaldía Municipal el día 8 de mayo de 2001. Este mismo día se dio inicio a la evaluación de riesgos en la zona del cerro El Aguila. Este informe se entregó al coordinador administrativo el día 18 de mayo y se adjunta al presente en el anexo 8.

4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL TECNICO SEGÚN ESPECIALIDAD.

Geólogo: en el contexto mencionado y en estrecha colaboración con los ingenieros civiles y socióloga se realizó parte de las actividades de evaluación de la amenaza geológica y de la vulnerabilidad básica. Esas actividades se detallan a continuación:

- Desarrollar trabajo de campo para el levantamiento de información geológica de base.
- Elaborar la cartografía de base para el análisis de riesgo.
- Definir si procedía la instalación del Sistema de Alerta Temprana (SAT).
- Evaluar la necesidad de elaboración de un plan de emergencia a corto plazo.
- Apoyar en el fortalecimiento del plan de emergencia y dar recomendaciones.
- Apoyar a los responsables de las capacitaciones en la transmisión de avances y resultados finales del estudio.
- Apoyar la implementación del plan de emergencia.

Ingeniero Civil (Graduado y egresado): en el contexto mencionado y en estrecha colaboración con el experto geólogo y socióloga se realizó parte de las actividades de evaluación de la amenaza geológica y de la vulnerabilidad básica. Esas actividades se detallan a continuación:

- Desarrollar trabajo de campo para el levantamiento de información base.
- Elaborar cálculos necesarios para cuantificar el riesgo en las zonas de intervención (volúmenes susceptibles de movilizarse, áreas afectadas, dimensionamiento de las obras de protección necesarias.
- Establecimiento de los escenarios de riesgo.
- Apoyar en la priorización de los sitios de bajo riesgo.
- Definir en forma conjunta con el grupo la factibilidad de implementar el SAT.
- Apoyar en el fortalecimiento del plan de emergencia y dar recomendaciones.
- Apoyar a los responsables de las capacitaciones en la transmisión de avances y resultados finales del estudio.
- Apoyar la implementación del plan de emergencia.

Socióloga: en el contexto mencionado y en estrecha colaboración con el experto geólogo y los Ingenieros Civiles realizaron parte de las actividades de evaluación de la amenaza geológica y de la vulnerabilidad básica. Esas actividades se detallan a continuación:

- Desarrollar trabajo de campo para el levantamiento de información base.
- Identificar las necesidades y los diferentes riesgos presentes en las comunidades.
- Elaborar mapa de gestión; mapear los elementos claves para la elaboración del plan de emergencia (centro escolar, Unidad de Salud, policía, etc.)
- Constatar y coordinar con las autoridades locales y diferentes actores.
- Capacitar los líderes comunales en la gestión de riesgo bajo la dirección del coordinador técnico del proyecto.
- Participar en la elaboración del plan de emergencia para cada comunidad bajo el asesoramiento del coordinador técnico del proyecto.
- Elaborar junto con el promotor de la Alcaldía los mapas de vulnerabilidad bajo el asesoramiento del Equipo Técnico y del coordinador técnico.
- Preparar el material divulgativo y material de capacitaciones.
- Apoyar a la implementación del plan de emergencia.

5. ANTECEDENTES

Los estudios elaborados se dedican más que todo la amenaza dejada por los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001, las amenazas que ya existían en la región y que no tienen influencia de los terremotos de enero y febrero no fueron consideradas ni incluidas en nuestro estudio técnico. Prácticamente todas las quebradas del cerro Los Naranjos y El Aguila, presentan amenazas de flujos de lodo ya que los antecedentes históricos nos dicen que las fuertes lluvias del 7 de julio de 1934 activaron flujos de lodo que arrastraron piedras y restos vegetales sobre la quebrada Valle Nuevo produciendo inundaciones en donde ahora es el cantón Valle Nuevo. Este flujo de lodo llegó hasta el río Ceniza provocando daños a los poblados de Nahuilingo, Sonsonate, a través del río Sensunapán hasta llegar a la ciudad de Acajutla. Otro evento importante fue ocurrido en 1974 ocasionado por el huracán Fifi que provocó derrumbes en la parte alta de la quebrada La Lava a partir de la cual se originaron coladas de lodo que llegaron hasta la parte media de la ladera especialmente en la finca El Pedregal, en esta finca se destruyó una vivienda lo que se pudo constatar al observar las gradas de la entrada como testimonio del daño provocado por dicho huracán. El flujo originado por el huracán Fifi llegó hasta San José La Majada, ya que en esta zona el Equipo Técnico pudo constatar los bloques inmensos de rocas depositadas así como en la finca El Pedregal (ver anexo de fotos). Otro evento del 19 de septiembre de 1982 provocó derrumbes en la quebrada La Presa causando flujos de lodo y escombros que afectaron el caserío Cruz Gorda y parte oriente de San José La Majada. Todos estos datos fueron proporcionados por los pobladores de la región estudiada.

Por los estragos dejados por el terremoto del 13 de enero de 2001, la Alcaldía Municipal de Juayúa solicitó a la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), efectuar una evaluación de los deslizamientos identificados en el cerro de Los Naranjos, el cual se encuentra muy cercano a la población de San José La Majada, Valle Nuevo y comunidades vecinas; a partir de esta solicitud se dio origen a la planeación del proyecto.}

Durante la planificación del desarrollo del estudio e integración del Equipo Técnico, se dio el segundo terremoto del 13 de febrero, que obligó a acelerar el proceso de selección del personal a integrar y de los procedimientos a seguir.

6. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

6.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA:

La zona de estudio está ubicada en los C° Los Naranjos, C° El Águila y caseríos aledaños, pertenecientes al Cantón de San José de la Majada, Cantón Valle Nuevo y comunidades vecinas, Municipio de Juayúa departamento de Sonsonate. Se tiene acceso a la zona de estudio por dos vías, la primera es por carretera asfaltada desde Santa Ana – Juayúa, la segunda ruta también por carretera asfaltada desde Sonsonate – Juayúa – Santa Ana.

La zona de estudio esta ubicada entre la cota 1,000 msnm a 2050 msnm, conformando la zona un relieve irregular, identificando en la parte alta una topografía abrupta con pendientes mayores al 35%, escarpas, quebradas tipo cañón y depósitos de sedimentos tipo conos aluviales y deslizamientos, en la parte intermedia se observa un relieve de menor pendiente 20% y la topografía presenta menor contraste como, valle juvenil, quebradas más anchas, en la parte mas baja se observan un relieve semiplano con pendientes menores al 15% conformando una zona plana y donde se encuentran la mayoría de la población de la zona de estudio.

Según la cota se reconocen que las pendientes se comportan de la siguiente manera, la zona de mayores pendientes 35% - 40% se encuentra a 1,500 – 1,850 msnm en la que se ubican las laderas con los deslizamientos activos, la segunda zona esta conformada por pendientes medias 20% - 30% y se encuentra entre la cota 1,200 - 1500, la tercera zona conformada por pendientes bajas 5% - 15% y se encuentra entre los 1,000 – 1200msnm.

En la zona de estudio se han identificado 17 quebradas en total, 12 pertenecientes al C° Los Naranjos y 5 pertenecientes al C° El Águila

La zona de estudio presenta un drenaje del tipo radial iniciándose en la cima del C° Los Naranjos y C° El Águila extendiéndose hacia sus alrededores conformando entre sí pequeñas cuencas, la estudiada se remite a la conformada por las primeras 12 quebradas del C° los Naranjos y a las 5 del C° El Águila.

6.2 CLIMA.

Como es conocido, el clima de El Salvador es Tropical y se caracteriza por que tiene condiciones anuales más o menos iguales, sin embargo podemos afirmar que las oscilaciones diarias son mayores que las anuales en cuanto a temperatura, esto es por que el país se encuentra localizado en la parte exterior del cinturón climático de los trópicos.

Las zonas de vegetación se encuentran asociadas a los fenómenos climáticos existentes en cada región. Para El Salvador se distinguen tres zonas climáticas, de acuerdo con la altura del nivel del mar y por lo tanto son tres los tipos de comunidades asociadas a cada zona climática y son:

ZONA CLIMATICA	COMUNIDAD
☐ Tierra Caliente	☐ Sabana Tropical Caliente
☐ <u>Tierra Templada</u>	☐ <u>Sabana Calurosa</u>
☐ <u>Tierra fría</u>	☐ <u>Bosques Nebulosos</u>

Según la clasificación de Copen, Sapper y Lauer. La zona de estudio se clasifica como:

En la zona de los 1000 – 1600 msnm como Tierra Templada Calurosa

En la zona de los 1600 – 2050 msnm como Tierra fría – Bosque nebuloso

Desde el punto de vista meteorológico existen dos estaciones, una lluviosa y otra seca, la primera ocurre de Mayo a Octubre y la otra de Noviembre a Abril.

Las condiciones climáticas de la zona han sido definidas basándose en los datos de las estaciones meteorológicas Los Naranjos y Finca San Rafael. Ver anexo #

Temperatura, estas oscilan entre los 5 °C en las zonas mas altas, 30 °C en las zonas más bajas. Los meses de temperaturas bajas son Noviembre, Diciembre y los de temperatura altas son Abril, Mayo.

Humedad Relativa, el promedio medio anual alcanza el 75%, siendo el valor máximo de 90% durante los meses Agosto, Septiembre.

Vientos, la velocidad promedio del viento es de 70 Kilómetros por hora, variando según los meses del año.

Precipitación, la lámina promedio anual de lluvias en el área de estudio es de aproximadamente 3500mm de la cual el 95% cae durante la época lluviosa, casos diarios caen entre 40 – 70 mm. Excepcionalmente llega hasta 440 mm en un día.

6.3 VEGETACIÓN.

La zona de estudio se caracteriza por presentar tres zonas de vegetación:

- La zona baja que comprende desde la cota de 1000 – 1200 msnm, caracterizada por arbustos de poco tamaño y cultivos de café los cuales predominan esta zona.
- La zona intermedia que comprende, desde la cota de 1200 – 1700 msnm, caracterizada por árboles, arbustos de tamaño regular y cultivos de café que predominan en esta zona.
- La zona alta que comprende desde la cota de 1700 – 2050 msnm, caracterizada por lo que se denomina un Bosque primario con árboles de gran tamaño y gran cobertura de suelos orgánicos.

Según la clasificación de L.R. Holdridge, la vegetación de la zona de estudio esta entre:

- Bosque muy húmedo, montano bajo tropical, transición a húmedo, correspondientes a las zonas bajas e intermedias.
- Bosque húmedo subtropical, correspondiente a la zona alta.

6.4 GEOLOGÍA

6.4.1 GEOLOGIA REGIONAL:

El Salvador, esta situado en una meseta volcánica, la cual se extiende desde Guatemala hasta Honduras, esta constituido principalmente por rocas ígneas de origen volcánico de edad terciaria a recientes, teniendo base de edad mesozoica las cuales afloran en la esquina NW del país.

Hacia el cierre del periodo terciario, una compresión regional permitió la formación de un pliegue, corriendo paralela a la Costa del Pacífico desde Guatemala a través de El Salvador hasta Nicaragua (Cordillera Costera). Esfuerzos tensionales a lo largo de la cresta de este pliegue produjeron una zona de fallas, y formó lo que ahora se conoce como Cordillera Central de El Salvador, y es la extensión Oeste de la bien definida depresión nicaragüense. Esta zona de fallas es el lugar geométrico del volcanismo cuaternario en El Salvador que empezó a lo largo de las fracturas septentrionales y emigro al costado sur de la cordillera, tendiendo a ocultar la estructura. Esta actividad ha continuado hasta nuestros días.

El vulcanismo del Cuaternario se ha centrado alrededor de los conos volcánicos de Nueva Concepción, Santa Ana, y Masahuat, que están compuestas de lavas basálticas y andesíticas, en adición al centro volcánico de Cacahuatique (piroclásticos en lavas andesíticas recientes) y lavas andesíticas Terciarias al sur de Santa Rosa de Lima.

La actividad volcánica más reciente está en el sector noroeste del país en los alrededores del lago de Güija y esta representada por flujos de basalto y conos de ceniza.

Los sedimentos recientes consisten mayormente de material no-consolidado o aluviones producidos por la acción del clima y de la erosión de rocas volcánicas y de la meseta volcánica que se eleva sobre la llanura de la Costa del Pacífico. Los aluviones cubren la llanura Costera del Pacífico y se pueden encontrar depositados al pie de los montes, valles y depresiones intermontañas.

Las fallas más recientes de El Salvador, representantes de disturbios de la corteza terrestre y actividad sísmica que comenzaron en el Cretáceo tardío o en el Terciario temprano, tienen generalmente una tendencia del noroeste al sureste. Las fallas se encuentran generalmente con

dirección hacia el océano, y representan, junto con los volcanes que tienen dirección hacia el mar, la continua salida del complejo Centroamericano en el marco del cinturón estructural trans-pacífico.

6.4.2 GEOLOGIA LOCAL

La geología en el C° Los Naranjos y C° El Águila , corresponde a eventos geológicos recientes que datan del Terciario superior a Cuaternario y conforman parte de la Formación San Salvador.

6.4.2.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

La conformación estructural de la zona de estudio es la siguiente:

Fallas, la zona esta afectada por fallas pequeñas de tipo normal o gravitacional, estas se encuentran en el C° Los Naranjos principalmente y se encuentran de forma transversal sobre la zona del desprendimiento, contribuyendo así a la inestabilidad de las laderas

Diaclasas, estas se observan en las rocas tipo Lava volcánica dándole a la roca una forma tabular, esta estructura se observa en el C° Los Naranjos y en el C° El Águila.

6.4.2.2 ESTRATIGRAFIA.

La zona de estudio esta conformada por una secuencia alternada de materiales volcánicos constituidos por, lavas volcánicas, piroclásticos, cenizas. Este tipo de material están conformando los cerros Los Naranjos y El Águila. El buzamiento de estos estratos a favor de la ladera de los cerros.

Litología, conformada por Lavas volcánicas de color gris oscuro con textura de flujo, fanerítica observándose la presencia de vidrio, se presenta formando estratos de forma tabular de grosor variable entre 0.50 m hasta 2.0 m. esta roca afectada por la meteorización y fracturamiento. En el campo son fácilmente reconocible pues es la roca que forma los desprendimientos de bloques.

Piroclásticos, de color gris oscuro con tonos rojizos, negruzcos dando lugar a conformar estratos de forma irregular de materiales subángulosos que no presentan cementación entre ellos, los estratos tienen un grosor entre 0.50 m hasta 2.0 m, algunos autores les llaman bloques ó bombas. Estos

materiales se encuentran alterados siendo fácilmente erosionables contribuyendo de esta manera a la inestabilidad de las laderas.

Ceniza, de color gris blanquecino, beige, conforma estratos regulares de grosor variable desde pequeñas láminas de unos centímetros hasta 3.0 m. este material es muy inestable por que no tiene cemento que ligue el material, tiene la apariencia de arena gruesa a fina.

6.5 HIDROGEOLOGÍA.

La zona de estudio presenta un drenaje del tipo radial iniciándose en la cima de los cerros Los Naranjos y El Águila, con una cota de 2050 msnm aproximadamente, conformando una serie de quebradas de invierno cuyo punto de desagües el río Ocuila a 800 msnm aproximadamente.

La zona de estudio debido a su litología, conforma una formación rocosa con porosidad y permeabilidad alta, puesto que según datos la mayor parte del agua que capta la cuenca se infiltra siendo por esto un área importante de recarga hídrica.

Los mantos acuíferos ó Unidades acuíferas afloran hacia el sector Sur de la zona de estudio, conformando en estos puntos la zona de abastecimiento de agua para la población. También el recurso hídrico es aprovechado en la generación de energía eléctrica.

6.6 HIDROGRAFÍA

ESTUDIOS HIDROLOGICOS DE LA ZONA

GENERALIDADES

La presente memoria técnica contiene las normas, criterios y cálculos más relevantes que se efectuaron en el diseño hidráulico del sistema de drenaje superficial de aguas lluvias en el Cerro Los Naranjos.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

- a) Determinar el caudal máximo probable que fluye a través de las quebradas que atraviesan la zona de interés.

- b) Revisión de la capacidad hidráulica de las obras de paso (tuberías de concreto reforzado de 60" de diámetro existente en la carretera), que desalojará el caudal que generen las subcuencas en estudio, así como también las del sistema de drenaje proyectado.

INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

En la elaboración del presente estudio se tuvo en consideración la siguiente información:

- a) Mapas topográficos escala 1:25,000, cuadrante 2257-I-SW, distrito de Juayúa.
- b) Visitas de campo para complementar información sobre condiciones de drenaje existente, así como también verificación del uso del suelo y tipo de vegetación.
- c) Información sobre precipitación acontecida y registrada en finca San Rafael. Ver anexo 7
- d) Investigación de la magnitud de las crecidas de las quebradas en estudio a la altura de los puntos de interés o descarga (obras de paso en carretera primaria) así como aguas debajo de las mismas, se consultó con varios vecinos del sector seleccionando la persona de mayor edad y que tenga un período significativo de vivir en el área y de acuerdo a lo expresado por todos ellos, siempre se han registrado inundaciones en las áreas de descarga de las tuberías de las obras de paso de la carretera.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS SUBCUENCAS

- a) Topografía:

La superficie del terreno en estudio se puede definir como plano, ligeramente inclinado y fuertemente inclinado formando pequeñas quebradas en la superficie del cerro Los Naranjos.

Así también la forma de la subcuenca influye en el escurrimiento, ya que se puede definir como una cuenca larga, estrecha y en la parte superior de pendientes fuertes, por lo tanto el tiempo de concentración requerido para el agua precipitada a concentrarse en el punto de interés es mínimo. Para nuestro caso 15min.

- b) Suelo y vegetación:

Las características de la zona de estudio son suelos puramente fértiles en términos agrícolas, lo que nos muestra que posee una alta capacidad de infiltración debido al material orgánico que se encuentra y posteriormente a los estratos arenosos de la zona, lo que permite un control adecuado de drenaje superficial.

c) Clima:

La tierra esta clasificada como tierra de temperatura de templada a tropical.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS SUBCUENCAS

Las subcuencas hidrológicas analizadas en nuestro estudio son cuencas superficiales exorreicas, el área de influencia de cada una de las subcuencas es determinada por un parte-aguas, teniendo conformada la cuenca hidrológica se identificaron y evaluaron sus características geométricas más importantes las cuales son:

- a) Forma: por ser las subcuencas de un área pequeña, su forma es alargada y estrecha así como la cuenca de los Días Oriente, Poniente y Valle Nuevo. Cuando las cuencas son de mayor área y cauces grandes la forma característica es de un abanico así como la de la quebrada El Cementerio. Ver mapa 2.
- b) Pendiente: la pendiente del terreno es un factor importante en el proceso del flujo de superficie y por lo tanto un parámetro hidrológico de interés.

Los métodos utilizados para el cálculo de las pendientes de las quebradas en estudio fueron de la siguiente manera:

1. Por medio de método directo: clinómetro.
2. Por medio del altímetro: para poder obtener la pendiente media, primero se hizo un reconocimiento visual detectando 3 zonas con diferentes inclinaciones, en la parte baja una pendiente de 7° , en la parte media de 25° y en la parte superior de 40° . A partir de esta zonificación se tomaron en cada tramo sus respectivas elevaciones y posteriormente se calculó la pendiente por cada tramo, luego calculando un promedio se obtuvo la pendiente media de la quebrada en estudio.
3. Por medio de planos topográficos: se tomaron del plano las cotas correspondientes a la elevación máxima y mínima de la subcuenca en estudio, de la semisuma se obtuvo la pendiente media.

Luego de obtener las pendientes por los métodos anteriores se compararon y se verificó que los datos obtenidos son similares.

- c) Elevación: las variaciones de elevación en el interior de las subcuencas así como la elevación media son datos necesarios para el estudio de la temperatura y la precipitación. Esto a la vez indica la energía potencial del sistema.

Las elevaciones de las subcuencas se determinaron por medio del altímetro. Luego este valor se comparó con la cota del mapa topográfico y se verificó la similitud de los valores obtenidos. Ver cuadro 1.

Cuadro 1.

SUB-CUENCA QUEBRADA LOS DÍAZ		
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		DURACIÓN DE LA TORMENTA EN MINUTOS (TIEMPO DE CONCENTRACIÓN) = 13.34
ÁREA	994,800 m ²	
PERÍMETRO	6.765 Km.	
LONG. QUEBRADA	2,800 m	CAUDAL (Q = 168CIA) [C = 0.20, I = 4mm/min., A = 99.48 Ha] = 13,370 L/S
ELEV. MÁXIMA	2,000 m	VELOCIDAD EN EL CAUCE (POR MANING) = 6.805 m/s
ELEV. MÍNIMA	1,050 m	VOLUMEN DE AGUA EN EL PUNTO DE INTERÉS = 10,699 m³
DESNIVEL	950 m	NOTA: ESTA QUEBRADA TIENE UNA TUBERÍA DE 60" EN EL PASO DE LA CARRETERA, Y EL RESTO PASA SOBRE LA CARRETERA DIRIGIÉNDOSE HACIA LA CUARTA CALLE, INTERCEPTANDO AGUAS ABAJO A LA QUEBRADA LOS DÍAZ.
PENDIENTE	33.9 %	
OBSERVACIÓN		A PARTIR DE LA COTA 1140msnm, EL CAUCE DE LA QUEBRADA ES LA CALLE DE ACCESO AL CASERÍO LOS DÍAZ.
SUB-CUENCA QUEBRADA EL CEMENTERIO		
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		DURACIÓN DE LA TORMENTA EN MINUTOS (TIEMPO DE CONCENTRACIÓN) = 24.63
ÁREA	7,886,300 m ²	
PERÍMETRO	12.281 Km.	
LONG. QUEBRADA	5,300 m	CAUDAL (Q = 168CIA) [C = 0.20, I = 4mm/min., A = 99.48 Ha] = 105,992 L/S
ELEV. MÁXIMA	2,360 m	VELOCIDAD EN EL CAUCE (POR MANING) = 7.97 m/s
ELEV. MÍNIMA	1,050 m	VOLUMEN DE AGUA EN EL PUNTO DE INTERÉS = 156,615 m³
DESNIVEL	1,310 m	NOTA: ESTA QUEBRADA TIENE UNA OBRA DE PASO POR LA CARRETERA LA CUAL ES UNA TUBERÍA DE 60", EL VOLUMEN DE AGUA ES TAN GRANDE QUE SE RECOMIENDA SUSTITUÍRLA POR UN PUENTE.
PENDIENTE	24.7 %	
OBSERVACIÓN		A CORTO PLAZO ES NECESARIO MANTENER LIBRE LA ENTRADA DE AGUA A LA TUBERÍA TANTO EN LA QUE ESTA EN LA COLONIA COSTA AZUL COMO LA QUE ESTA CERCA DE LA UNIDAD DE SALUD.
SUB-CUENCA QUEBRADA VALLE NUEVO		
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS		DURACIÓN DE LA TORMENTA EN MINUTOS (TIEMPO DE CONCENTRACIÓN) = 14.09
ÁREA	773,400 m ²	
PERÍMETRO	4.93 Km.	
LONG. QUEBRADA	2,000 m	CAUDAL (Q = 168CIA) [C = 0.20, I = 4mm/min., A = 99.48 Ha] = 10,394.5 L/S
ELEV. MÁXIMA	1,350 m	VELOCIDAD EN EL CAUCE (POR MANING) = 5.361 m/s
ELEV. MÍNIMA	1,050 m	VOLUMEN DE AGUA EN EL PUNTO DE INTERÉS = 8,790 m³
DESNIVEL	300 m	NOTA: ESTA QUEBRADA TIENE UNA OBRA DE PASO POR LA CARRETERA LA CUAL ES UNA TUBERÍA DE 60", LA CUAL NO CUMPLE CON EL ÁREA HIDRÁULICA NECESARIA PARA EVACUAR EL AGUA.
PENDIENTE	15.0 %	
OBSERVACIÓN		A CORTO PLAZO ES NECESARIO MANTENER LIBRE LA ENTRADA DE AGUA A LA TUBERÍA Y MUY EN ESPECIAL DE BASURA PARA EVITAR PROBLEMAS SANITARIOS; AL LARGO PLAZO SE RECOMIENDA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA BOVEDA.

- d) Area y perímetro: estas características de las subcuencas se determinaron utilizando la tecnología moderna tomando como principal recurso el programa AutoCAD R14 que simplifica de manera sorprendente este proceso dejando atrás los métodos antiguos tales como el uso del planímetro, la cuadrícula y las coordenadas. De esta manera se obtienen datos más precisos y confiables, puesto que se reduce el error por factor humano e instrumental.

ESTIMACIONES DE CAUDALES

Para la estimación de los caudales de las escorrentías que generan las áreas tributarias definidas para cada uno de los puntos de interés se hizo uso del método de la fórmula racional cuyo método es efectivo para analizar cuencas de áreas pequeñas. Ver Formulas en Anexo 2.

Para el estudio de las subcuencas se fueron determinando cada uno de los parámetros de la ecuación:

- a) Coeficiente de Escorrentía (C)., tomando en consideración las características fisiográficas del suelo en el área de aporte, condiciones de permeabilidad del suelo, se asignó un coeficiente de escorrentía de 0.20.

Intensidad de Precipitación: Fue calculada a partir de los datos de precipitaciones de lluvias proporcionados por la Finca San Rafael obteniéndose un valor de 4mm/min.

6.7 CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA.

VULNERABILIDAD

Para llegar a la concretización de la vulnerabilidad en las zonas de estudio, se aplicó una encuesta en la cual se tomaron aspectos generales de la familia como nombres, edad, sexo, estado civil, tipo de vivienda, grado de escolaridad, profesión y oficio, ocupación actual, tipo de trabajo y salarios; lo anterior sirvió como base para conocer los aspectos socioeconómicos que tienen una gran incidencia en la vida de los habitantes. Así mismo se les hicieron preguntas abiertas para conocer el sentir y el pensar con respecto al peligro que les acecha y la disponibilidad que tiene para trasladarse a otras zonas más seguras si hubiera peligro. Ver anexo 4 de formato de encuesta aplicada.

Se aplicaron encuestas a algunas personas que están en riesgo y hubieron personas que no fueron encontradas, por lo que sólo tomamos datos de cuantos era el número en la familia. Ver anexo 4.

De acuerdo a los datos obtenidos de las encuestas realizadas durante la investigación se han logrado establecer las siguientes vulnerabilidades:

La región de Juayúa y especialmente sus caseríos Los Días, Col Pérez, Col. Costa Azul, Col. El Colmenar, Col. La Florida y Col. Ramírez concentran los más altos niveles de pobreza de la zona en comparación con el centro de San José La Majada, quienes gozan de mejores condiciones económicas y de viviendas y la ubicación de las comunidades en zonas de amenaza, en muchas ocasiones por falta de opciones de acceso a tierras seguras imponen una vulnerabilidad física estructural.

La marginación y las pobres condiciones de empleo y salud constituyen componentes importantes de una vulnerabilidad social aguda de la zona. Frente al riesgo y amenaza de la vida cotidiana de la población y la necesidad de invertir energía, tiempo y los escasos recursos disponibles para preocuparse por la prevención o mitigación de los desastres, esto se ha combinado con los altos niveles de fatalismo y resignación frente a los embates de una naturaleza interpretada como hostil, acto o castigo de Dios; aún entre los sectores más favorecidos de la sociedad de La Majada y las autoridades municipales de Juayúa, existen grandes deficiencias en cuanto a las técnicas y los niveles de seguridad constructiva y la ubicación de muchas colonias y comunidades, la falta de una conciencia o cálculo adecuado en cuanto a los niveles de amenaza y riesgo existente; la falta de adecuadas normas o controles sobre la construcción, regulación sobre el uso del suelo o la falta de aplicación de éstas, sitúa una condición de alta vulnerabilidad a amplios sectores de la sociedad más acomodada de la región.

El manejo y análisis de las encuestas sirvió como parámetro para establecer el grado de vulnerabilidad de las comunidades el cual se presenta con más detalle en el cuadro 2.

Cuadro 2. Número de habitantes y viviendas en riesgo. Cuantificación de amenazas y vulnerabilidades. Ver ubicación de las comunidades en riesgo en Mapa 2.

ZONIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO POR HABITANTES					
ZONA DE ALTO RIESGO					
COMUNIDAD	VIVIENDAS	HABITANTES	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Caserío Los Díaz	3	18	9	9	81/100
Caserío Los Ramírez	15	90	9	9	81/100
Colonia Pérez	22	132	9	9	81/100
Colonia El Colmenar	44	264	9	9	81/100
San José la Majada Ote.	17	102	9	9	81/100
San José la Majada Pte.	42	252	9	9	81/100
Colonia Funes	6	42	9	9	81/100
Colonia La Florida	15	90	9	9	81/100
Colonia Costa Azul	30	180	9	9	81/100
Calle que conduce al Crió. Los Díaz	7	48	9	9	81/100
TOTALES	201	1218			
ZONA DE RIESGO MODERADO					
San José la Majada Cntro.	92	552	8	5	40/100
Colonia Los Pérez Centro	18	108	7	5	35/100
Colonia Carolina	44	264	7	8	56/100
Colonia Florida Pte.	100	600	5	5	25/100
TOTALES	254	1524			
ZONA DE RIESGO BAJO					
COMUNIDAD	VIVIENDAS	HABITANTES	AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO
Coop. de Cafetaleros	-	-	4	7	28/100
Colonia Modelo	27	170	4	7	28/100
Colonia San Antonio	85	547	5	6	30/100
Colonia El Banco	26	165	5	7	35/100
Colonia San José	49	308	4	6	24/100
Caserío Valle Nuevo	78	503	4	6	24/100
Zona Alta de Caserío Los Díaz	30	180	4	8	32/100
Zona Alta de Costa Azul	58	348	4	8	32/100
Caserío San Luis	35	175	3	7	21/100
TOTALES	388	2396			

El factor de riesgo expresado como un valor sobre 100 esta en función de la vulnerabilidad y la amenaza las cuales varían en una escala de 1 a 10, dependiendo para la amenaza de la severidad de la misma como por ejemplo su cercanía a las poblaciones y para la vulnerabilidad de las condiciones socioeconómicas tal como se han descrito en la sección

7. AMENAZAS GEOLÓGICAS

7.1 INESTABILIDADES DE LADERA.

Las laderas de las zonas de estudio se encuentran inestables debido a su conformación litológica y a los fenómenos de meteorización y erosión que actúan sobre ellas, generando una serie de estructuras como fallas, diaclasas, grietas, etc. (Ver fotografía en Anexo N° 3)

La inestabilidad se puede observar en las 17 quebradas estudiadas, siendo el mas afectado el C° Los Naranjos pues allí se encuentran los mayores deslizamientos que afectarían la mayor cantidad de viviendas ubicadas en el Cantón de San José de la Majada

En la zona de estudio se pueden clasificar a los movimientos encontrados como desprendimientos tipo traslacional en la mayoría y unos pequeños rotacionales. También se observa Reptación el cual es un movimiento lento, Corriente de derrubios conformado por material detrítico de diversos tamaños que se desparrama en la parte inferior de las laderas y se acumula formando pequeños conos de deyección. (Ver fotografía en Anexo N° 3)

Cada quebrada ha sido debidamente caracterizada, generando una ficha de información que se encuentra en fichas de Inventario de Movimientos de Ladera.

7.2 DEPOSITOS

Los depósitos que generan los deslizamientos en el C° Los Naranjos y C° El Águila se originan por el desprendimiento de materiales detríticos provenientes de las laderas inestables. Estos materiales son heterogéneos desde bloques de gran tamaño 2.0m hasta materiales finos

Los depósitos tienen forma de conos de deyección y son los actuales, se encuentran con poco movimiento al pie de la ladera. Los depósitos antiguos que lo constituyen Flujos de lodo de material heterogéneo llegaron según evidencia (datos proporcionados por los lugareños y sedimentos que hoy se observan) hasta el río Ocuila.

Sobre la base de los depósitos antiguos podemos mencionar que al producirse el fenómeno de avalancha, el cual acarrearía los materiales que incorpore a su paso llegaría hasta la zona poblada de San José de la Majada.

7.3 EROSIÓN

Este proceso geológico afecta al C° Los Naranjos y C° El Águila, el primero se hace más notorio entre la cota de los 1500 msnm y 1700 msnm y el segundo sobresale entre la cota 1600 msnm y 1750 msnm. La erosión se observa que va en una evolución constante pues dada la naturaleza de los materiales que componen la zona de estudio los cuales no tienen un ligante o cemento entre ellos por lo cual los hace un material fácil de erosionar y es así como los agentes erosivos como son el agua, viento, gravedad, etc. actúan sobre ellos destruyéndolos conformando de esta manera la inestabilidad constante de las laderas.

En el campo es notorio la erosión diferencial la cual se muestra en el Anexo fotográfico.

7.4 METEORIZACIÓN

Este proceso geológico es de largo plazo y afecta a toda la zona de estudio, variando su intensidad, pues podemos mencionar que las zonas mas altas (mayor a la cota de los 1400 msnm) son las mas afectadas pues permanecen el mayor tiempo afectada por densas neblinas.

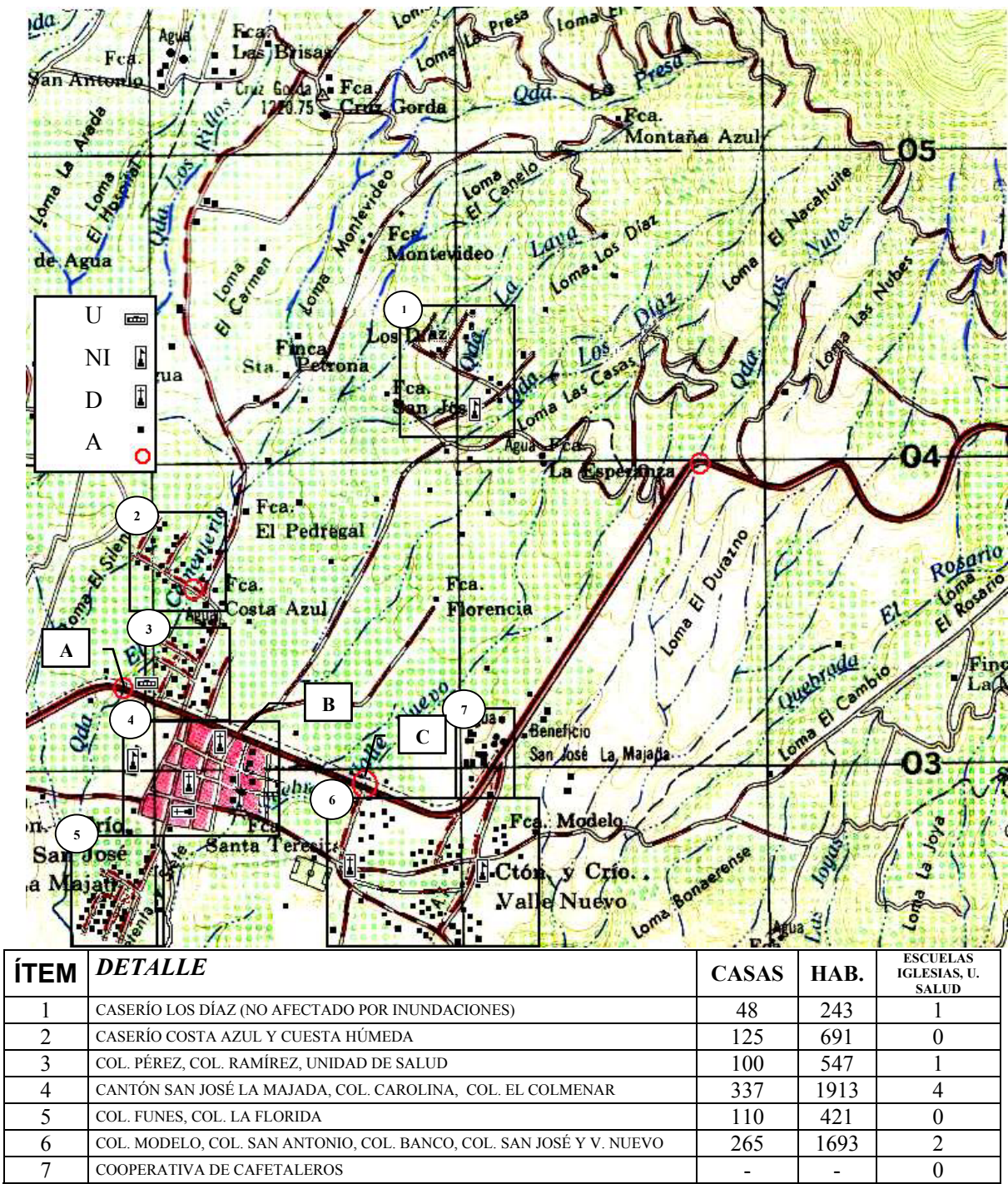
Actúan sobre la zona la meteorización física y química afectando las rocas (cambios de temperatura, viento, agua, etc.). Este proceso contribuye a la destrucción de los componentes de los materiales volcánicos, por lo tanto crean inestabilidad de laderas a largo plazo.

7.5 AMENAZAS HIDROLOGICAS

Con respecto a todo lo anteriormente expuesto se puede determinar que las amenazas hidrológicas pueden causar inundaciones y coladas de lodo, debido a las fuertes precipitaciones de la zona pero principalmente a la obstrucción por escombros y basura en las tuberías de obra de paso existentes y a la no adecuada área hidráulica diseñada.

Las colonias o caseríos afectados por esta amenaza de acuerdo a los mapas son todas, exceptuando El caserío Los Díaz y detalladas a continuación:

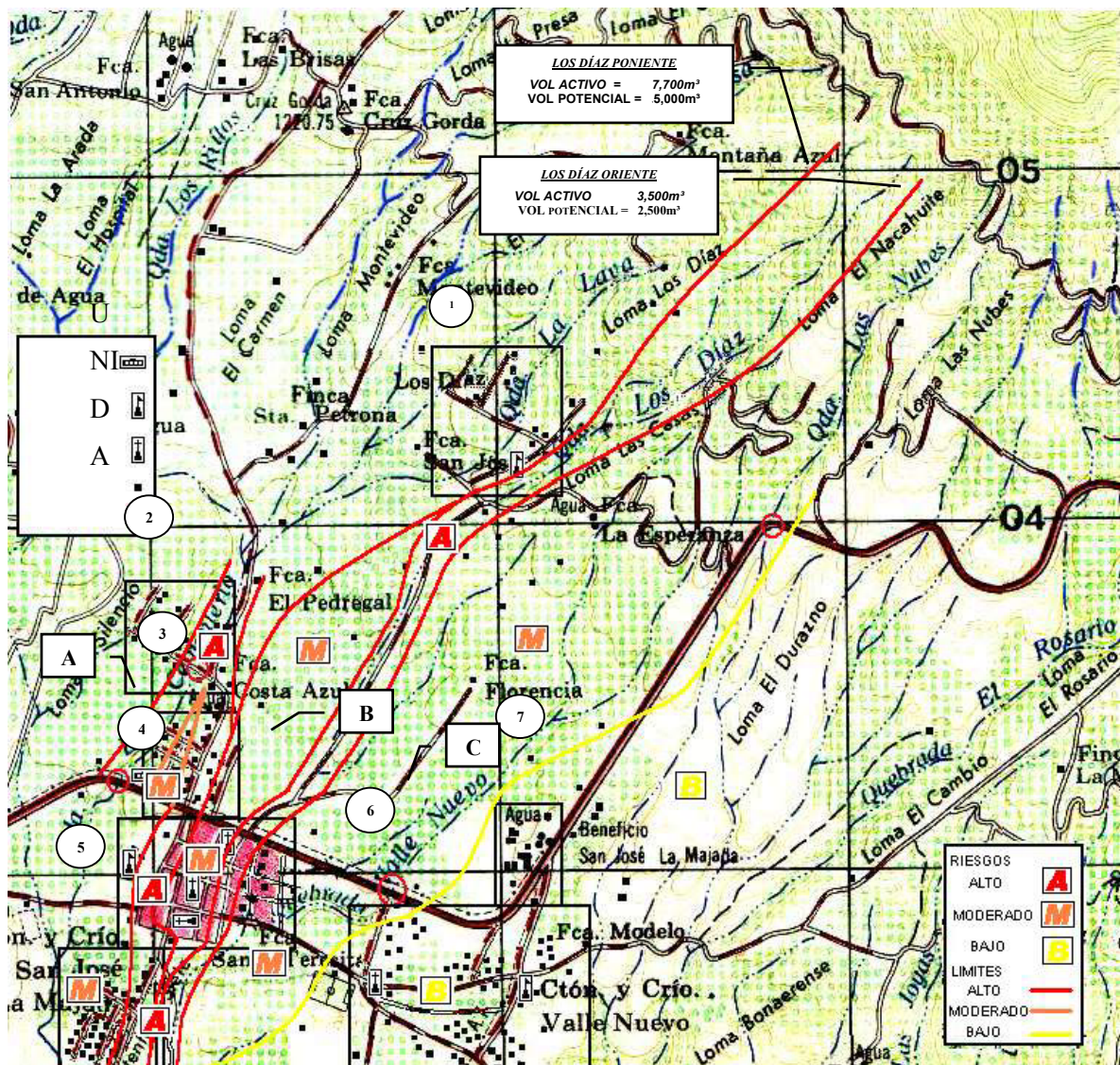
Mapa 1. Ubicación de comunidades e identificación de vulnerabilidades



Cuadro 3. Ubicación de las comunidades en estudio.

La acumulación de material suelto, inestable, en la parte alta de las quebradas, debido a los deslizamientos sumado a las intensas lluvias de la zona son los ingredientes necesarios para la formación de coladas de lodo, las cuales constituyen la mayor amenaza esperada y en base a la que se ha realizado el siguiente mapa de zonificación de riesgos.

Mapa 2 Zonificación de riesgos



ESC 1:20,000

8. ZONIFICACION DEL RIESGO

8.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE RIESGO

Para la delimitación de las zonas de riesgo se tomaron en cuenta 3 fases:

Fase 1: la determinación de los procesos y de los volúmenes de material suelto potencial y activo, los cuales son:

VOLÚMENES ACTIVOS [LUNES, 16 DE ABRIL DE 2001]

<i>CÓDIGO</i>	<i>QUEBRADA</i>	<i>VOLUMEN (m³)</i>
G2/JU/007	Los Díaz Pte.	7,700
G2/JU/006	Los Díaz Ote.	3,500
G2/JU/005	Loma Nahuatique	0.0
G2/JU/004	Loma las Nubes	520
G2/JU/003	Tributario las Nubes	90
G2/JU/002	Tributario El Rosario	375
G2/JU/001	Tributario El Rosario	1,500
	<i>TOTAL</i>	<i>13,685</i>
	MÁS FACTOR DE ABUNDAMIENTO 30%	<i>17,790</i>

VOLÚMENES POTENCIALES [LUNES, 16 DE ABRIL DE 2001]

<i>CÓDIGO</i>	<i>QUEBRADA</i>	<i>VOLUMEN (m³)</i>
G2/JU/007	Los Díaz Pte.	15,000
G2/JU/006	Los Díaz Ote.	2,500
G2/JU/005	Loma Nahuatique	0.0
G2/JU/004	Loma las Nubes	100
G2/JU/003	Tributario las Nubes	60
G2/JU/002	Tributario El Rosario	450
G2/JU/001	Tributario El Rosario	5,250
	<i>TOTAL</i>	<i>23,360</i>
	MÁS FACTOR DE ABUNDAMIENTO 30%	<i>30,368</i>

Estos datos se han extraído de las fichas de inventario de movimientos de ladera. Anexo 1

La metodología aplicada esta basada en criterios proporcionados por el Dr. Christoph Lehmann y criterios personales del Grupo Técnico.

El primer paso importante fue el reconocimiento de los procesos (deslizamientos, quebradas, caídas de rocas en forma de bloques), como base para la determinación de volúmenes. La determinación de estos procesos es relativamente fácil pero requiere amplia experiencia.

Fase 2: Formación de escenarios y de sus efectos respectivos; los datos base tomados fueron el cálculo de los caudales, por medio de los datos de precipitación diarios medidos de la Fca. San Rafael, que sirvió para la determinación de volúmenes de precipitación y caudal según el Dr. Christoph Lehmann

De acuerdo a los escenarios establecidos, el cantón San José la Majada, delineamos dos escenarios que son:

1. Que el flujo de lodo alcance hasta la población.
2. Que el flujo de lodo no alcance la población.

Para la determinación de las condiciones en que los flujos pueden alcanzar la población hay que contemplar varios aspectos que son:

- Por ser las cuencas relativamente pequeñas la concentración de agua será limitada igual que el material movilizado por estas.
- El material expuesto a la erosión se movilizara y transportara en forma diferente dependiendo de la cantidad de agua que se mezclara en cada proceso.
- La forma de los deslizamientos será superficial.
- En las quebradas el material se desplazara en forma de flujo de lodo.
- Por las cantidades de agua y gran disponibilidad de material suelto se espera que durante el invierno se movilizaran varios flujos de lodo, dependiendo de la duración de las precipitaciones.

Todas las metodologías tienen sus propias debilidades, en combinación de estas se puede delimitar un orden de tamaño de caudales pico para cada una de las microcuencas. Los caudales picos sirven como ayuda para la estimación de picos de flujos de lodos. Este parámetro es muy difícil de estimar porque depende de muchos factores como caracterización del material, la relación agua-material, secciones internas y externas, las turbulencias dentro del flujo, las condiciones de la quebrada, pendiente, sección transversal y longitudinal, condiciones de erosión a lo largo de la quebrada, etc.

Es decir en condiciones de laboratorio el proceso es entendido bastante bien; pero la aplicación en las condiciones naturales siempre causa problemas. Esto es así porque aun no existe la formula para el uso operativo (formulas que fijen como será la determinación de cada uno de los

parámetros y se ajusten a la realidad), pero este hecho es una ventaja en este caso, porque nos fuerza a aplicar la metodología de observación.

Fase 3: delimitación de las zonas de alto riesgo, las zonas de alto riesgo fueron determinadas por el Grupo Técnico a través de las secciones transversales realizadas en las diferentes quebradas, en estas secciones que se estimaron con el Dr. Christoph Lehmann, se determinó que el nivel que alcanzaría el flujo de lodo estaba en función de la sección transversal de la quebrada, según se muestra en la figura 1, en la cual queda establecida la zona de riesgo.

A continuación se detalla el listado de la población que se encuentra el alto riesgo, en donde el nombre representa el jefe de hogar y el número a la izquierda de cada nombre el número de habitantes por vivienda. Esto se efectuó en base al mapa de zonificación de riesgos (mapa 2) y se muestra con más detalle en el mapa anexo escala 1:5000

Caserío Los Díaz parte alta		
1	Araceli Orfila Castaneda	5
2	Manuel Vallejas	6
3	Godofredo Antonio Castaneda	4
	TOTAL	15
Calle que conduce de San José la Majada a Crio. Los Díaz		
1	Julio de Jesús Méndez	2
2	Domingo Ramón	2
3	Adriana Hernández	3
4	Marta Cruz de Natividad	4
5	Alicia Martínez	2
6	Silvia Ventura	4
7	Francisco Juárez García	6
	TOTAL	23
Caserío Los Ramírez		
1	Manuel Erazno Aguilar Renderos	3
2	Braulio Reyes	4
3	Pedro Samuel	2
4	José Medardo Avilés Hernández	5
5	Fermín Cruz Beltrán	6
6	Jesús Rafael Pérez	NC
7	Celso Jacobo	4
8	Luis Jacobo	NR
9	Dina Jacobo	4
10	Andrea Jacobo	NC
11	Lipa Jacobo	1
12	Victor Paula	2
13	Maria Magdalena Pérez	3
	TOTAL	34
Colonia Carolina		
1	Flavio Arrollo	8
2	José Santiago Ramos	5
3	Julio Quintanilla	3
4	Nelson Hipólito Hernández	9
5	Fernando Aguilar Bran	8
6	Isabel López López	6
7	Maria Ester Jiménez	6
8	Reina Maritza Aviles	4
9	Armando Jiménez	5
10	Ezequiel Mendoza Quintanilla	1
11	Pedro Alejandro Mendoza	3
12	Mirna Erenia Cruz	3
13	Margarita Díaz	2
14	Maximiliano Segura Aguilar	2
15	William Alexander Perez Moran	2
16	José Elías Moran	8
	TOTAL	75
Calle que conduce desde finca El Pedregal a Col. Costa Azul		
1	Matías Paula	DH
2	Rafael Hernández	6
3	Ernesto Barrientos Moran	4
4	Marta Lidia Hernández	6
5	Pedro Moran García	5
6	Miguel Angel Moran Mata	9
7	Mario Alvarado Cáceres	4
8	Alquilada	DH
9	Fidelina Ortiz	6
10	Arturo Rosas	7
11	Orbelina Rosa	8
12	Victoria Rosa	5
13	Ernestina Sánchez	5
14	Juana Lues	7
15	Mauro Reyes Moran	10
16	Margarita Moran	5
17	Gilberto Paiz	6
18	Juana Torres	3
19	Hernán Amadeo Arauz Ortiz	7
	TOTAL	103

San José La Majada poniente		
1	José Roberto Quintanilla	4
2	Roberto Cruz Zepeda	7

Colonia Los Pérez		
1	Unidad de Salud	-
2	Casa deshabitada	-
3	Roselia Moran	5
4	Iglesia mormona	-
5	Rosa Eugenia Flores	5
6	Oscar Navas	5
7	Eusebio Mancía	4
8	Graciela Calderón	6
9	René Beltrán	CC
	TOTAL	25
Colonia Costa Azul		
1	Carlos Segura	5
2	Mercedes Segura	6
3	Hipólito Paiz	5
4	Ernesto Ramos	10
	TOTAL	26
Colonia El Colmenar		
1	José Rodolfo Gómez	3
2	Carlos Álvarez	6
3	Manuel René Menéndez	3
4	Moisés Cruz Mendoza	4
5	Nicolás Díaz Castillo	5
6	Ángel Jeremías Isaguirre	4
7	Pedro Ramos Rosa	4
8	Francisco Orellana	2
9	Berdalina Ramos	2
10	Julietta Elizabeth Ramos	2
11	José Douglas Herrera	5
12	Héctor Aguirre Villeda	3
13	Santiago Bruno	8
14	Wenceslao Hernández Ramos	3
15	Reinaldo Antonio López	2
16	Juan Irene Siguachi	6
17	<i>No se encontró</i>	NC
18	<i>No se encontró</i>	NC
19	<i>No se encontró</i>	NC
20	<i>No se encontró</i>	NC
21	<i>No se encontró</i>	NC
	TOTAL	62
Colonia Los Funes		
1	Eduardo Aparicio	10
2	Isidro Ortiz	5
3	Juan Alberto Villeda	3
4	Celso Alfaro	5
5	Aminta Alfaro	6
	TOTAL	29
Colonia Peor es Nada		
1	Jorge Alberto Sánchez	2
2	Alfonso Arturo Sánchez	5
3	Armando Alberto Sánchez	3
4	José David Sánchez	6
5	Edwin Cardona	4
	TOTAL	20
Colonia Florida		
1	Luciano Tranquilino Flores	6
2	Lote Baldío	3
3	Lote Baldío	10
4	José Luis Pérez	7
5	Griselda Santos	5
6	Luis Alonso Figueroa	4
7	Maria Esperanza Isidro	5
8	Lote Baldío	-
9	Edgardo Antonio Cruz	4
10	Juan Alberto Lue	5
11	Emilio Isidro	5
12	Marcelina Hernández	3
13	Efraín Antonio García	6
	TOTAL	63

3	Delfín Campos	5
4	Cornelio Martínez	8
5	Alicia Villeda	3
6	Celso Solís	4
7	Roberto Villeda	7
8	Mario Heriberto Sánchez Hernández	7
9	Silvia Ester Mengivar	9
10	Maria Ester Paula	2
11	<i>No quisieron atender</i>	2
12	Escuela	-
13	Tomaza Dueñas	DH
14	Ana del Carmen Castaneda De Reyes	5
15	Gloria Beltrán de Castaneda	4
16	Cristina Díaz Paula	5
17	Guadalupe de Paula	4
18	Lucia Beltrán de Rodríguez	4
19	Guadalupe Beltrán	2
20	Alvaro Díaz Beltrán	7
21	Rogelio Rafael Rodríguez	5
22	Juana López	2
23	Luis Alonso López	5
24	Ana Esperanza Villeda	2
25	Raúl Antonio Villeda	5
26	<i>Casa Deshabitada</i>	DH
27	Rosa Odilia Alfaro de Mata	6
28	Julia Isaquirre	8
29	Amalia Beltrán	2
30	Oscar Villeda Retana	7
31	No dieron información	2
32	Vicente Díaz	16
33	Marta Márquez	8
34	Juana Marroquín	4
35	Ena de Beltrán	3
36	Eloy Alfaro Beltrán	5
37	Rosa Alfaro	3
38	Adonay de Alfaro	4
39	Albertina de Alfaro	4
40	Damaris Consuelo	3
41	Elena Rivera	3
	TOTAL	78

9. CONCLUSIONES

- La zona crítica de deslizamientos se ha encontrado entre las cotas 1,600msnm y 1,800msnm.
- Hasta el 16 de abril de 2001, se tenía un volumen de deslizamiento activo de 17,790m³ y un potencial de 30,368m³, siendo los más críticos los ubicados en la quebrada Los Díaz Oriente con 3,500m³ / 2,500m³ de volumen activo y potencial respectivamente y la quebrada Los Díaz Poniente con 7,700m³ / 15,000m³ de volumen activo y potencial respectivamente. Debido a que el proceso es dinámico estos volúmenes seguirán incrementándose por tiempo indefinido.
- Observando el cauce de las quebradas (secciones transversales, perfiles longitudinales, cobertura vegetal, tipo de material existente en los cauces, análisis hidrográfico de las subcuencas, etc) se establecieron las zonas de riesgo en las cuales quedaron afectadas para la zona de alto riesgo un total de 162 viviendas con un promedio de 972 habitantes; para la zona de riesgo moderado un total de 254 viviendas con un promedio de 1,524 habitantes; y para la zona riesgo bajo un total de 388 viviendas y un promedio de 2,396 habitantes. Estos totales se distribuyen tal como se mostraron en el cuadro No. 3 y el mapa de zonificación de riesgos. Puesto al dinamismo del proceso de los deslizamientos estas zonas de riesgo deberán ir siendo actualizadas periódicamente.
- Conforme a la investigación se establecieron zonas de refugio o albergue, las cuales fueron propuestas por las comunidades y verificadas por el equipo técnico. Estas zonas son El cerro el Cerrito y la Loma la Machorra, ya que reúnen las condiciones para tal fin.
- Según la zona de riesgo se establecen los siguientes criterios:
- **RIESGO ALTO:** Impacto directo del flujo de lodo a gran velocidad cargado de materiales de gran tamaño (piedras, troncos, etc.) El flujo puede alcanzar alturas considerables dentro de los cauces. Podrían ser seriamente afectadas las personas, vehículos y construcciones ubicadas en el fondo de las quebradas, así como las que estén en las bocas de salida de las mismas y en las calles que bajan directamente desde las quebradas.
- **RIESGO MODERADO:** Impacto menor del flujo de lodo a velocidades más bajas y con piedras de menor tamaño. Se podría depositar mucho lodo que llegaría a varios centímetros

de espesor. Las personas y vehículos pueden ser afectados si se encuentran en la calle o en las primeras plantas de las casas o edificios. Riesgo de inundaciones.

- **RIESGO BAJO:** Inundación menor, el lodo alcanzará pocos centímetros a decímetros de espesor. Esta zona no representa peligro alguno para personas y edificaciones. Sin embargo se deberá permanecer dentro de los hogares y atento a las indicaciones de las autoridades.

10. RECOMENDACIONES

- Limpieza y mantenimiento constante a las entradas de agua de las obras de paso en todos los puntos de la carretera.
- A largo plazo sustituir la tubería de 60" de diámetro que se encuentra ubicada en la obra de paso de la quebrada el Cementerio por un puente, lo mismo con la tubería que se encuentra sobre la misma quebrada a la altura de la Col. Costa Azul; sustituir la tubería de 60" de diámetro que se encuentra ubicada sobre la quebrada valle nuevo en la carretera por una bóveda o una tubería de 98" de diámetro. Para la quebrada Los Díaz se recomienda la construcción de canaletas para encauzar el agua en condiciones normales por la vía de acceso principal al caserío Los Díaz.
- En Zona de ALTO RIESGO la población deberá ser evacuada a las Zonas de Albergues antes de la época lluviosa y de acuerdo a las Instrucciones de las Autoridades competentes.

A corto plazo se debe:

- Concienciar a la población que se encuentra en esta zona sobre riesgo al que esta expuesto.
- Evacuación y reubicación a sitios de albergue que reúnan todas las condiciones de seguridad y salubridad.
- Mantenimiento de las principales vías de acceso hacia los sitios de albergue y comunidades, así como en las obras de paso en la carretera.
- Proteger y tener a la mano documentos importantes (escrituras, cédulas, libretas de banco, etc.)
- Preparar brigadas de rescate.
- Seguir instrucciones de las instituciones de socorro y seguridad.
- Censo detallado de personas evacuadas.
- Contar con las unidades de transporte necesarias.

A mediano plazo se debe:

- Construcción de viviendas temporales.
- Campañas de salud efectuadas a través del ministerio de salud.
- Inicio de capacitaciones en oficios vocacionales.
- Tratamiento psicológico

A largo plazo se debe:

- Continuación de las capacitaciones en oficios vocacionales.
- Construcción de viviendas permanentes.

- Introducción de servicios básicos (electricidad, agua potable, drenajes).
- Mejoramiento de vías de acceso al lugar.
- Construcción de escuelas, clínica comunal.
- No autorizar construcción de viviendas en zonas de riesgo.
- Reforestar el Cerro Los Naranjos con bosque primario a partir de la cota 1600msnm.
- Adquisición y legalización para los futuros asentamientos humanos.
- Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente.
- Mejorar las obras de paso en vías de acceso.
- Construcción de obras de protección en las zonas de desbordamiento.
- Promover la diversificación de cultivos.

➤ En Zona de RIESGO MODERADO, las viviendas de segundo piso y de hormigón armado son lo suficientemente seguras y no requieren ser evacuadas; siempre y cuando se les haga saber que no deben salir de sus viviendas durante la duración del evento. Con las viviendas de materiales no resistentes más cercanas a las zonas de alto riesgo deben ser evacuadas en la época lluviosa según sea la severidad del evento.

A corto plazo se debe:

- Evacuación inmediata temporal o permanente según la severidad del evento.
- Mantenimiento de las principales vías de acceso hacia los sitios de albergue y comunidades, así como en las obras de paso en la carretera.
- Campañas de salud.
- Proteger y tener a la mano documentos importantes (escrituras, cédulas, libretas de banco, etc.)
- Preparar un plan familiar de emergencia (puntos de reunión, equipos lámparas, comida seca, botiquín gorras, agua, pañuelos, herramientas.
- Seguir instrucciones de las instituciones de socorro y seguridad.
- Permanecer dentro de las casas durante la tormenta.
- NO CRUZAR RÍOS NI QUEBRADAS DURANTE LA TORMENTA.

A mediano plazo se debe:

- Capacitación permanente sobre como actuar sobre la amenaza.
- Asistencia permanente de parte de todas las instituciones para evitar epidemias, y estar atentos a cualquier desgracia.
- Efectuar simulacros de evacuación.

- Mantener un censo actualizado de esta población.
- Cambiar los sistemas constructivos para disminuir la vulnerabilidad.
- Tratamiento psicológico.
- Inicio de capacitaciones en oficios vocacionales

A largo plazo se debe:

- Construcción de viviendas más seguras y construir sitios de refugio reforzados.
- Capacitación permanente afrontar las amenazas.
- Capacitación técnica para la evaluación de la amenaza.
- Revisión y actualización constante del plan de emergencia.
- Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente.
- Promover la diversificación de cultivos.

- En la Zona de RIESGO BAJO, no representa peligro alguno para las personas y edificaciones; sin embargo deben permanecer dentro de los hogares y atentos a las indicaciones de las Autoridades, por lo tanto no requiere evacuaciones.

A corto plazo se debe:

- NO CRUZAR RÍOS NI QUEBRADAS DURANTE LA TORMENTA.

A mediano plazo se debe:

- Campañas de salud.
- Capacitación en talleres vocacionales.
- Atención psicológica.

A largo plazo se debe:

- Construcción de viviendas más seguras y construir sitios de refugio reforzados.
- Capacitación permanente afrontar las amenazas.
- Capacitación técnica para la evaluación de la amenaza.
- Revisión y actualización constante del plan de emergencia.
- Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente.
- Promover la diversificación de cultivos

- De acuerdo a los resultados del **ESTUDIO TÉCNICO** de los estragos dejados por los pasados terremotos del 13 de Enero y Febrero en El Cerro Los Naranjos, se recomienda a los Comités de Emergencia Municipal de Juayua y Comité de Emergencia Comunal de San José la Majada y Valle Nuevo actualizar su Plan de Emergencia en función de las zonas de riesgo determinadas por este estudio.

Los siguientes temas deberán ser considerados a corto plazo en función de las necesidades:

- Determinar zonas de observación para efectuar el monitoreo.
- Capacitación de un miembro de la comunidad para efectuar dicho monitoreo.
- Monitoreo de los deslizamientos dos veces por semana y después de cada tormenta.
- Colocación de puntos de control para verificar la evolución de los deslizamientos.
- De acuerdo a la evolución de la amenaza dar aviso inmediato a COSUDE.
- Divulgación del Plan de Emergencia.
- Preparación de Respuesta en caso de Emergencia.
- Capacitación a todos los actores involucrados.
- Conciencia y Educación continua sobre el riesgo.

Deben ser considerados a mediano y largo plazo los siguientes puntos:

- Capacitación en la Gestión Local del Riesgo.
- Adopción de Reglamentos para Diseño y Construcción.

A largo plazo las futuras investigaciones de tipo geológico deben estar enfocadas a resolver las siguientes interrogantes:

- Edad geológica de los deslizamientos antiguos y de los afectados por fallamiento reciente.
- Investigación Estratigráfica detallada de los depósitos de vertiente.
- Mapas de actitud del suelo con criterio geológico y de zonificación geotécnica.
- Mapas de capacidad de Infiltración y de circulación de aguas subterráneas.

CUADRO RESUMEN DE RECOMENDACIONES.

RIESGO	PLAZO	CORTO	MEDIANO	LARGO
ALTO		• Concienciar a la población que se encuentra en esta zona sobre riesgo al que esta expuesto. • Evacuación y reubicación a sitios de albergue que reúnan todas las condiciones de seguridad y salubridad. • Mantenimiento de las principales vías de acceso hacia los sitios de albergue y comunidades, así como en las obras de paso en la carretera. • Proteger y tener a la mano documentos importantes (escrituras, cédulas, libretas de banco, etc.) • Preparar brigadas de rescate. • Seguir instrucciones de las instituciones de socorro y seguridad. • Censo detallado de personas evacuadas. • Contar con las unidades de transporte necesarias.	• Construcción de viviendas temporales. • Campañas de salud efectuadas a través del ministerio de salud. • Inicio de capacitaciones en oficios vocacionales. • Tratamiento psicológico.	• Continuación de las capacitaciones en oficios vocacionales. • Construcción de viviendas permanentes. • Introducción de servicios básicos (electricidad, agua potable, drenajes). • Mejoramiento de vías de acceso al lugar. • Construcción de escuelas, clínica comunal. • No autorizar construcción de viviendas en zonas de riesgo. • Reforestar el Cerro Los Naranjos con bosque primario a partir de la cota 1600msnm. • Adquisición y legalización para los futuros asentamientos humanos. • Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente. • Mejorar las obras de paso en vías de acceso. • Construcción de obras de protección en las zonas de desbordamiento. • Promover la diversificación de cultivos.
MODERADO		• Evacuación inmediata temporal o permanente según la severidad del evento. • Mantenimiento de las principales vías de acceso hacia los sitios de albergue y comunidades, así como en las obras de paso en la carretera. • Campañas de salud. • Proteger y tener a la mano documentos importantes (escrituras, cédulas, libretas de banco, etc.) • Preparar un plan familiar de emergencia (puntos de reunión, equipos lámparas, comida seca, botiquín gorras, agua, pañuelos, herramientas. • Seguir instrucciones de las instituciones de socorro y seguridad. • Permanecer dentro de las casas durante la tormenta. • NO CRUZAR RÍOS NI QUEBRADAS DURANTE LA TORMENTA.	• Capacitación permanente sobre como actuar sobre la amenaza. • Asistencia permanente de parte de todas las instituciones para evitar epidemias, y estar atentos a cualquier desgracia. • Efectuar simulacros de evacuación. • Mantener un censo actualizado de esta población. • Cambiar los sistemas constructivos para disminuir la vulnerabilidad. • Tratamiento psicológico. • Inicio de capacitaciones en oficios vocacionales.	• Construcción de viviendas más seguras y construir sitios de refugio reforzados. • Capacitación permanente afrontar las amenazas. • Capacitación técnica para la evaluación de la amenaza. • Revisión y actualización constante del plan de emergencia. • Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente. • Promover la diversificación de cultivos.

<i>BAJO</i>	• NO CRUZAR RÍOS NI QUEBRADAS DURANTE LA TORMENTA.	• Campañas de salud. • Capacitación en talleres vocacionales. • Atención psicológica.	• Construcción de viviendas más seguras y construir sitios de refugio reforzados. • Capacitación permanente afrontar las amenazas. • Capacitación técnica para la evaluación de la amenaza. • Revisión y actualización constante del plan de emergencia. • Educación sobre el uso de suelos y conservación del medio ambiente. • Promover la diversificación de cultivos.
--------------------	--	---	---

Anexo 1

FICHAS DE MOVIMIENTOS DE LADERAS

Anexo 2

FORMULAS DEL ANALISIS HIDROLOGICO

FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS DE LAS SUB-CUENCAS

Tiempo de concentración:

$$Tc = \left[\frac{0.8708 x L^3}{N_1 - N_2} \right]^{0.385} x 60$$

Donde:

0.8708 y 60 son factores de conversión.

L = longitud de la quebrada en kilómetros.

N_1 y N_2 = elevación máxima y mínima respectivamente (en metros)

Tc = tiempo de concentración.

Caudal:

$$Q = 168CIA$$

Donde:

Q = caudal máximo instantáneo en L/S

C = Coeficiente de escorrentía ponderado de acuerdo a la zona

I = Intensidad de lluvia en mm/min.

A = Área de aporte o tributaria de la sub-cuenca en Hectáreas

Velocidad:

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad en m/s

n = coeficiente de rozamiento

Rh = radio hidráulico = $d / 4$ o A / Pm (área / perímetro mojado)

S = pendiente media del cauce

Anexo 3
FOTOGRAFIAS



FOTOS DEL GRUPO TECNICO



PRINCIPALES DESLIZAMIENTOS: A LA IZQUIERDA LOS DIAZ ORIENTE, DERECHA LOS DIAZ PONIENTE



TUBERIAS DE OBRAS DE PASO: IZQUIERDA TUBERIA EN LA QUEBRADA VALLE NUEVO, DERECHA TUBERIA EN LA COLONIA RAMIREZ; AMBOS SOBRE LA CARRETERA PRINCIPAL



MATERIALES UTILIZADOS EN LAS VIVIENDAS: CASERIO LOS DIAZ



ROCAS DEPOSITADAS EN EVENTOS HISTORICOS: DER. COLONIA COSTA AZUL, IZQ FINCA EL PEDREGAL



LA AMENAZA ANTE LAS COMUNIDADES



FORMA DE VIDA DE LAS COMUNIDADES MAS VULNERABLES

Anexo 4
ENCUESTAS

Anexo 5

LISTAS DE ASISTENCIA A LAS DISTINTAS ACTIVIDADES

Anexo 6

MAPA DE VIVIENDAS EN ZONA ALTO RIESGO

