



**Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
(INETER)**

**Evaluación de las Amenazas Geológicas e
Hidrometeorológicas para Sitios de Urbanización**

en apoyo al
Programa multifase del Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR)
para poblaciones de bajos ingresos

**FASE III
Informe No. 29**

**Casco Urbano de Chichigalpa
Municipio de Chichigalpa, Departamento de Chinandega**



Managua, Noviembre de 2004



Evaluación de las Amenazas Geológicas e Hidrometeorológicas para Sitios de Urbanización

en apoyo al Programa multifase del Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR)
para poblaciones de bajos ingresos

Sitio : **Casco Urbano de la ciudad de Chichigalpa**
Municipio de Chichigalpa, Departamento de Chinandega

Fecha : Noviembre del 2004

Elaborado por:

Geología : MSc. Angélica Muñoz, Geóloga
Hidrología : MSc. Yolanda Mendoza, Hidróloga
MSc. Miguel Blanco Ch, Hidrólogo
Sismología, Volcanismo : Dr. Wilfried Strauch, Sismólogo
SIG : Ing. Alex Castellón, Especialista SIG
Ing. Pablo Angulo, Especialista SIG

Aportes Técnicos: MSc Guillermo Chávez, Geólogo, Especialista SIG

Revisión Final: Dr. Wilfried Strauch
Director del Proyecto

RESUMEN

Este estudio se basa en un convenio entre INVUR e INETER, en apoyo al “Programa multifase del Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR) para poblaciones de bajos ingresos”, que desarrolla este organismo en diferentes municipios del país.

Objetivo: Identificar y evaluar el grado de amenazas geológica, sísmica, volcánica, de inestabilidad del terreno e hidrometeorológica para los sitios previstos para construcción de viviendas.

Sítios: Casco Urbano de la ciudad de Chichigalpa

Número de viviendas: 109

Modalidad: CONCENTRADO RURAL Y DISPERSO URBANO

Metodología de trabajo: Recopilación, revisión y estudio de informes, mapas, entrevista con las autoridades municipales, reconocimiento y levantamiento de datos en el terreno, asistidos por personal de la Alcaldía e INVUR. Se estructuró un SIG de las amenazas geológicas e hidrometeorológicas para análisis de las amenazas, elaboración de mapas de amenazas de zonificación del sitio, se elaboró el informe final. Se construyó una matriz para identificar y evaluar el grado de amenaza para el sitio, las viviendas y pobladores con los siguientes resultados:

Amenaza sísmica: ALTO

Amenaza por inestabilidad del terreno: MUY BAJA

Amenaza hidrometeorológica: BAJA

Zonificación del sitio:

ZONA C: amenaza con grado relativamente **BAJO**. Corresponde al resto de los lotes del casco urbano y el polígono concentrado rural, sin incluir la zona susceptible a inundación, específicamente en las áreas de los cauces y áreas de retiro en los márgenes de los mismos, ver anexo 8 a, b y c. **Zona apta para la construcción de viviendas.**

El grado de amenaza sísmica y volcánica (caída de cenizas), es **ALTO** para el sitio. El diseño constructivo para las casas del proyecto deberá ser sismo-resistente con techos fuertes e inclinados (30 grados) para evitar su acumulación y facilitar su limpieza.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. ANTECEDENTES	5
1.2. OBJETIVO.....	5
1.3. METODOLOGÍA	5
1.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) DEL SITIO.....	5
2. GENERALIDADES DEL SITIO	6
2.1. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO	6
2.2. UBICACIÓN DE LOS SITIOS	6
2.3. GEOMORFOLOGÍA	7
2.4. CLIMA.....	7
2.5. HIDROLOGÍA	7
2.6. ESTUDIOS ANTERIORES	7
3. EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS	8
3.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA	8
3.2. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA VOLCÁNICA	8
3.3. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR INESTABILIDAD DE TERRENO.....	10
3.4. EVALUACIÓN DE AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA	10
4. SINTESIS DE EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS Y ZONIFICACIÓN DEL SITIO	14
4.1. EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS NATURALES	14
4.2. ZONIFICACIÓN DEL SITIO.....	14
4.3. OBSERVACIONES PARA EL SITIO.....	14
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
5.1. CONCLUSIONES GENERALES.....	15
5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	15
5.3. RECOMENDACIONES GENERALES	15
5.4. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS	15
6. REFERENCIAS	16
7. LISTA DE ANEXOS	16
8. GLOSARIO DE TÉRMINOS	17

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR) y el Fondo Social de Vivienda (FOSOFI) creados por la Ley No. 428 para solucionar el problema habitacional del país y con la misión de ser las entidades rectoras y promotoras del desarrollo y fortalecimiento del sector vivienda, facilitará la participación del sector privado y promoverá la diversificación y racionalización de construcciones habitacionales, a través de políticas sectoriales adecuadas y acordes con la estrategia de desarrollo del país.

Para cumplir con su misión, objetivos institucionales y funciones, el INVUR ha solicitado apoyo técnico al Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) para la ejecución de estudios de evaluación de amenazas geológicas e hidrometeorológicas de sitios seleccionados para la construcción de viviendas. Se apoya también, en entidades auxiliares, unidades mediante las cuales la institución entrega subsidios habitacionales y los ejerce mediante un programa de la vivienda social nicaragüense.

1.2. Objetivo

Identificar y evaluar el grado de amenaza sísmica, volcánica, de inestabilidad del terreno e hidrometeorológicas, que puedan impactar la infraestructura y a pobladores de las nuevas viviendas.

1.3. Metodología

La siguiente metodología fue utilizada para la elaboración del presente informe:

- a) *Trabajo de gabinete:* se recopilaron, revisaron y estudiaron informes geológicos, sismológicos, de amenaza volcánica, mapas geológicos, materiales del archivo técnico de INETER para su interpretación. Del proyecto SIG “Georiesgos” se obtuvieron mapas digitales, modelo de terreno a cada 90 metros, archivos de amenazas volcánicas, sísmica, sismicidad y geología, y del Centro de Documentación, informes y mapas.
- b) *Inspección del sitio:* Se visitó el casco urbano de la ciudad de Chichigalpa en compañía del Sr. Reymundo Espinoza asignado por el personal de CARITAS de Nicaragua. Se recorrió el área del proyecto para realizar la evaluación de la geología local y las condiciones hidrometeorológicas. Se tomaron las coordenadas georeferenciadas en unidades UTM y datum NAD 27 utilizando un GPS III Plus Garmin.
- c) *Elaboración del informe:* Se correlacionó la información de gabinete y campo, con ello se elaboró el informe final, utilizando el software ArcGIS 8.3. Durante este proceso se analizó la situación y el entorno del proyecto y se obtuvo consenso acerca de los tipos y niveles de amenazas que afectan al sitio y su zonificación: Los resultados se presenta en Tabla 1.

1.4. Sistema de Información Geográfica (SIG) del sitio.

Para elaborar el informe y el mapa de zonificación del sitio se creó un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contiene elementos topográficos y datos geocientíficos para evaluar las amenazas geológicas e hidrometeorológicas. El SIG se realizó con base en el software ArcGis 8.3 elaborándose los mapas y gráficos presentados en este Informe. El SIG servirá en el futuro para actualizar la información.

Del modelo digital de terreno se generaron los mapas de pendiente, red de drenaje y modelo tridimensional del sitio. De estos mapas se obtuvo información de valores de pendiente, patrón de red de drenaje y principales rasgos geomorfológicos de la zona. Se elaboraron además, los mapas de amenaza por sismicidad del sitio.

2. GENERALIDADES DEL SITIO

2.1. Caracterización del sitio

Ubicación: Casco Urbano de la ciudad de Chichigalpa

Municipio: Chichigalpa

Departamento: Chinandega

Altura msnm: 85

Distancia a Managua: 120 Km

Accesos: El acceso a la cabecera municipal de Chichigalpa se realiza por la Carretera asfaltada (NIC-12) desde Managua hasta Chichigalpa.

Superficie del municipio (km²): 222

Población urbana (habitantes): aprox. 23,147

Principal actividad económica: Es una zona rica en variedad de cultivos y en especial de la caña de azúcar.

2.2. Ubicación del sitio

Sitio: Casco Urbano de la ciudad de Chichigalpa (figura 1 y anexo 4).

Coordenadas centrales Datum NAD 27: 497013 E – 1389786 N

Modalidad del proyecto: concentrado rural y disperso urbano

Número de Viviendas: 109

Visita al sitio: El día 23 de Noviembre de 2004.



Figura 1 : Mapa Topográfico con localización del sitio.

2.3. Geomorfología

Morfología: El sitio se ubica dentro de la unidad **llanura costera del Pacífico**, en la que sobresale al Noroeste, la cordillera volcánica cuaternaria o Cordillera de Los Maribios, con los volcanes Casitas (1,405 metros), San Cristóbal (1745 metros), el aparentemente inactivo volcán El Chonco (1105 metros) y el pie de monte volcánico, con alturas entre 400-200 metros. La planicie costera desciende hasta los 20 metros, hacia la costa. (**Anexo 5 y 10 – foto 1**). El relieve del terreno del casco urbano es plano y llano con una altura sobre el nivel del mar que oscila entre 113 y 63 metros que desciende suavemente al Oeste.

Pendientes de los sitios: suaves, entre 0 a 5° (**Anexo 5**).

2.4. Clima

Precipitación promedio anual: 1,986 mm, ver anexo 11

Temperatura promedio: 27° C

Clima: Sabana Tropical Seco (Aw), según clasificación de Wladimir Köppen modificado.

2.5. Hidrología

Drenaje: La red de drenaje fluvial esta formada por los ríos Cosmapa, Cuitanca, Carbonera y algunas quebradas sin nombre. Se caracteriza por tener un patrón de **drenaje paralelo** con dirección del flujo Norte-Suroeste. Al Este se localiza el río Carbonera en su recorrido de Norte-Suroeste se intercepta con otras quebradas hasta llegar al río Los Arcos. Al Oeste se localizan los ríos Cuitanca y Cosmapa con igual dirección del flujo Norte-Suroeste.

Los ríos Cuitanca, El Brujo y Cosmapa son afluentes al río Amalia. El río Los Arcos es afluente al río Sucio y en su recorrido se intercepta con el río Amalia, el cual es afluente al Estero El Limón, que a su vez desemboca en el Océano Pacífico. El anexo 6, muestra el mapa de la red de drenaje fluvial.

Algunos de estos pequeños arroyos (tributarios) sin nombre son de carácter intermitentes que permanecen sin agua en el verano por poseer cuencas tributarias muy pequeñas las que tienen forma alargada.

Cuenca No. 64 : Volcán Cosigüina y río Tamarindo, Vertiente del Pacifico, según el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA).

Microcuenca: ríos Cosmapa, Cuitanca y Carbonera.

2.6. Estudios anteriores

- La geología regional del área fue estudiada por Catastro (1972) a escala 1:50,000; mapea sedimentos cuaternarios aluviales (**Qal**).
- Hazlett, (1977) y Hradecky (1999) explican la geología del Complejo del San Cristóbal y peligros asociados; INETER-USGS, (2000, 2001) estudiaron la amenaza por lahares del volcán San Cristóbal.
- INETER y el Servicio Geológico Checo (Hradecky, 1999), han revisado la geología y sus peligros asociados en las zonas de Chinandega y León, elaborando mapas a escala 1:50,000.
- En 1998-2001 INETER y el Servicio Geológico Checo, realizaron estudios de las amenazas por inestabilidad de terrenos en el Departamento de Chinandega y en particular los procesos laháricos relacionados a la actividad volcánica de 1999-2000 en el volcán San Cristóbal, elaboraron mapas de amenaza por lahares del volcán San Cristóbal.

- OSCAR GUTIÉRREZ, Ingeniero Consultor, 2004. Realizó el estudio de suelos en el sitio “Pellizco Central”, determinando las propiedades físicas mecánicas de los suelos (Granulometría, Límites de Atterberg y Capacidad Soporte del Suelo) y la profundidad de desplante para la construcción de las viviendas del sitio.

3. EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS

3.1. Evaluación de la Amenaza Sísmica

El Municipio de Chichigalpa está afectado por dos fuentes sísmicas:

- La zona de la cadena volcánica se encuentra altamente fracturada y es lugar de numerosos sismos con magnitudes hasta de 6.5. El eje de la cordillera o cadena volcánica, se encuentra aproximadamente a unos 20 kilómetros del sitio.
- Existe sismicidad y por proximidad a la zona de subducción, y como consecuencia del choque de placas tectónicas Cocos y Caribe, (Anexo 2). Los sismos pueden alcanzar magnitudes hasta de 8 en escala de Richter.

Valor pico de la aceleración PGA en roca GSHAP (1999): 3.60 m/s² (Anexo 1).

Amplificación del suelo: En general los suelos del sitio están representados por depósitos sedimentarios del Cuaternario constituidos por limos arenosos y arenas limosas (informe geotécnico) de color gris de consistencia alta, sueltos y con espesores considerables. En el sector Las Maderas, hacia la parte Noreste del casco urbano de Chichigalpa, se observó un corte hasta de tres metros de espesor; se observó material volcánico reciente como arenas, cenizas y flujo piroclásticos, **ver anexo 10, fotos 2 y 3**. No se midieron amplificaciones del suelo y se desconoce de estudios con estos fines. Esto puede significar que no existe mucha amplificación del suelo y no existen condiciones adversas para casas de uno o dos pisos. El grado de la amenaza sísmica es **ALTO** y debe ser tomado en cuenta para el desarrollo del sitio y la ciudad con la aplicación de medidas de construcción antisísmica y la revisión de las construcciones ya existentes.

Evaluación total de la amenaza sísmica

La zona no es atravesada por fallas geológicas; las dos fuentes sísmicas; (zona de subducción pacífica y cadena volcánica) pueden generar sismos con magnitudes hasta de 6.5, por tanto el nivel de la amenaza sísmica es **ALTO** para el sitio. Esto significa que se deben aplicar estrictas medidas de construcción antisísmica para las casas del proyecto.

3.2. Evaluación de la Amenaza Volcánica

La amenaza volcánica está referida a la actividad del Complejo Volcánico San Cristóbal-Casita, 15 kilómetros al Noreste de Chichigalpa; constituido por los volcanes San Cristóbal, El Chonco, Cerro Moyotepe, al Norte, Casita (1405 metros) y Caldera La Pelona, al Sureste. (Anexo 3)

El San Cristóbal más joven y activo; caracteriza un tipo stromboliano moderado a violento, con coladas de lava de muy baja frecuencia (Hazlett (1977). Hradecky et al. (1999), lo caracteriza como un estrato-cono compuesto por coladas de lava basálticas, flujos piroclásticos y de caída y flujos de tobas andesita-basalto, e intercalaciones de escoria negra y cenizas.

Según sus registros, el volcán experimentó una erupción importante en el siglo XVI y erupciones freáticas, moderadas en 1983 y 1997 con expulsión de cenizas. Las más recientes fueron expulsión de cenizas y gases, precedidas de explosiones durante la fase eruptiva de Noviembre, 1999 a Abril, 2000. (INETER, 2000). En la actualidad, su actividad continúa con un proceso de desgasificación.

El volcán El Chonco a 15 kilómetros de Chichigalpa, presenta dos domos y un cono de toba; parece haber tenido una actividad explosiva de avalanchas ardientes. Se estima que la amenaza del volcán El Chonco para Chichigalpa, es baja.

- **Caída de cenizas**

La amenaza volcánica más *importante, frecuente y probable* para el sitio “casco urbano de Chichigalpa” es **la caída de cenizas proveniente del volcán San Cristóbal**, por su cercanía y dirección de los vientos predominantes. Una segunda fuente de productos de caída, escorias y cenizas, son los volcanes Telica y Cerro Negro, a 30 y 40 kilómetros al Sureste, en donde la dirección de los vientos que soplan Noreste - Suroeste, favorecen el transporte aéreo para su deposición y acumulación en el sitio y mas allá de éste.

La fase eruptiva de cenizas, de 1999-2000 del volcán San Cristóbal, afectó las ciudades de Chinandega, Puerto de Corinto y El Viejo, localizadas al Suroeste y Oeste del volcán, en donde se midieron espesores de cenizas de 2 milímetros. El grado de la amenaza por caída de cenizas, se incrementaría, en caso de erupciones explosivas con columnas eruptivas muy altas que acumularían capas de cenizas con espesores de centímetros a decímetros.

Con base de factores de distancia y orientación de los vientos predominantes y la posibilidad de erupciones explosivas con columnas eruptivas de kilómetros de altura, se evalúa la amenaza por caída cenizas con un grado de amenaza **ALTO**.

- **Flujos piroclásticos**

Los flujos piroclásticos son corrientes de alta densidad de concentraciones sólidos-gas, muy móviles y destructivas. Su grado de amenaza aumenta, si las columnas eruptivas volcánicas son muy altas, pudiendo alcanzar distancias mayores que los 15 kilómetros. Afortunadamente la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es **BAJA**.

Según Hradecky et al. (1999), los depósitos de flujos piroclásticos encontrados son de extensión local y espesor variable, limitados a las cañadas del Norte, Sur y Oeste, próximas a los volcanes de El Chonco y San Cristóbal. La amenaza por flujos piroclásticos para Chichigalpa, se estima como **BAJO**.

- **Flujos de lava**

Este tipo de amenaza no parece representar mayores probabilidades de ocurrencia y frecuencia para la ciudad y el sitio del proyecto. La geometría actual del cráter del volcán San Cristóbal favorece la emisión de coladas o flujos de lava en sus laderas Noroeste, Sur y Suroeste. Se menciona una colada de lava basáltica, perteneciente al volcán El Chonco y próxima a la ciudad de Chinandega; No se reconocen evidencias de estos productos en el sitio y sus alrededores. Se considera un grado de amenaza **BAJO** para los flujos de lava.

- **Lahares**

El proceso de lahares o flujos de lodo, se asocia a erupciones de cenizas seguidas de lluvias o cenizas y piroclastos depositados en las laderas del volcán y removilizados pendiente abajo por lluvias posteriores y moderadas.

La fase eruptiva de 1999-2000 del volcán San Cristóbal y las lluvias posteriores, ocasionaron una decena de pequeños lahares en las faldas noroeste y sur del volcán que arrastraron a lo largo de los cauces, cenizas, rocas y árboles, alcanzando distancias hasta de 6.5 kilómetros. Las áreas al Norte, Noreste y Sur del volcán son las más susceptibles a ser impactadas por procesos de lahar.

El volcán El Chonco podría también generar procesos de lahar secundario de depósitos piroclastos acumulados en sus laderas, removidos por lluvias y transportados pendiente abajo por sus cañadas hasta el río Acome y representar una amenaza para la ciudad de Chinandega; una probabilidad remota, pero de efectos desastrosos.

Se estima para el sitio, que la amenaza por lahar representa un grado de amenaza **BAJO**.

3.3. Evaluación de la Amenaza por Inestabilidad de Terreno

El relieve plano a llano con pendientes entre los 1 y 5 grados, sin ningún tipo de elevaciones y visualizada a través de un modelo digital de terreno; las relativamente alejadas elevaciones de la cordillera volcánica no es indicativa del desarrollo de procesos de inestabilidad de laderas que amenacen el casco urbano de Chichigalpa.

Con estas premisas, se concluye que el grado de amenaza por inestabilidad de terrenos para el sitio y las viviendas proyectadas, es **BAJO**, ver anexo 10, foto 1.

3.4. Evaluación de Amenaza Hidrometeorológica

Esta amenaza se asocia a tormentas tropicales y huracanes, que desarrollan precipitaciones intensas y/o prolongadas, fuertes vientos, inundaciones y tormentas eléctricas.

Huracanes

La metodología que se describe a continuación ha sido tomada del documento Amenazas Naturales de Nicaragua INETER 2001.

La clasificación de los municipios de Nicaragua según su nivel de amenaza por Huracanes se realizó tomando el total de Ciclones Tropicales que han afectado a Nicaragua y se calculó la frecuencia porcentual de impacto expresada en porcentajes para cada municipio. (De la información histórica se ha logrado determinar que en los últimos 106 años, Nicaragua ha sido afectada por 41 Ciclones Tropicales que han alcanzado diferentes categorías).

Considerando que el impacto indirecto de los Ciclones en Nicaragua, tiene serias afectaciones en diferentes municipios del país por los acumulados de lluvias, se procedió a calcular los promedios de precipitación en 143 estaciones distribuidas en todo el territorio y se establecieron rangos de acumulados, el muy severo es para los acumulados que oscilan entre los 700 y 1,000 mm; severos, con acumulados entre los 500 y menores de 700 mm, moderados para los acumulados entre los 300 y menores de 500 mm y débil con acumulados entre los 200 y menores a 300 mm.

En la escala de 1 al 10, el nivel de amenaza por huracanes para el Municipio de Chichigalpa esta clasificado como nivel 4. El nivel de clasificación 10 es la de mayor afectación y escala 1 la de menor afectación.

Inundación

Mayor crecida: Según entrevista con los pobladores la crecida máxima que han alcanzado los ríos Cosmapa, Cuitanca, Carbonera y sus tributarios fue con el paso del Huracán Mitch (22-31 de Octubre/1998). Los ríos Cuitanca y Carbonera son los principales curso de agua de la zona.

Afectación: Con el paso del Huracán Mitch los ríos Cuitanca y Carbonera, localizados al Oeste y Este del casco urbano, afectaron muchas viviendas, que se encuentran en la planicie de inundación de los ríos. El río Cosmapa no representó amenaza por inundación para el casco urbano, debido a que se localiza aproximadamente a 3.2 Km de distancia con respecto a éste, ver anexo 4.

Precipitación: Según el documento Lluvias del Siglo de Nicaragua (INETER 1998), las precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Chinandega (código 64018) en el periodo de 1971-1998, se muestran en la siguiente tabla:

Nombre del Evento	Fecha	Precip. máx. acumulada (mm)	Duración Total (días)	Precipitación Máxima de 24 horas
Huracán Fifi	Sep. 1974	368	4	235
Tormenta Tropical Alleta	Mayo 1982	1,457	7	570
Tormenta Tropical Gert	Sep. 1993	447	3	208
Huracán Cesar	Julio 1996	169	3	167
Huracán Mitch	Oct. 1998	1,597	9	485

Los datos de la tabla anterior, nos muestran que si bien la precipitación máxima acumulada se presentó con el Huracán Mitch (1,597 mm), la precipitación máxima de 24 horas ocurrió con la Tormenta tropical Alleta (570 mm). La precipitación máxima de 24 horas es un parámetro importante en la determinación de las crecidas máximas de ríos.

La precipitación acumulada en la tercera decena de Octubre, periodo 1966-1998 de la estación meteorológica Chinandega (64018) del Departamento de Chinandega es de 1,611.6 mm, con un período de retorno de 180 años, por lo que las áreas inundadas corresponden a la crecida máxima con ese periodo de retorno.

El anexo 9 contiene el mapa de las estaciones meteorológicas utilizadas y el anexo 11 contiene el análisis de datos pluviométricos donde se calculan las precipitaciones medias anuales de las estaciones en la zona de estudio.

Evaluación de la amenaza: En el Municipio de Chichigalpa, el proyecto INVUR propone la construcción de las viviendas en el casco urbano, modalidad concentrado rural y disperso urbano, con un total de 109 viviendas. En forma general, el relieve presenta pendientes que oscilan entre 0° – 5°.

El sitio concentrado rural (reparto Esquipulas) consta de 17 viviendas, se localiza en el Km. 121 de la Carretera Panamericana (NIC-12), entrando aproximadamente 400 metros hacia el Sur sobre el camino que va a Chichigalpa. El terreno consiste de 1.0 manzana de área y el tipo de construcción será de mampostería reforzada. El sitio presenta pendientes que oscilan entre 0° – 2°, lo cual dificulta la evacuación del agua pluvial mediante drenaje superficial, se recomienda que la escorrentía superficial local de los lotes sea evacuada mediante un adecuado sistema de drenaje pluvial, con el fin de evitar que se formen lagunas o charcos de agua en el sector. De la inspección de campo, se observó que no existe amenaza de inundación por quebradas o ríos, debido a que la más cercana se localiza aproximadamente a unos 250 metros de distancia, ver anexo 10, foto 4.

En el casco urbano se observó que atraviesan varios cauces en distintas direcciones. Algunos de éstos, presentan secciones transversales considerables y otros de poca profundidad y ancho, ver anexo 10, fotos 6, 7, 10, 11, 13 y 14.

Lotes afectados: El lote **11** a nombre de la *Sra. Petrona del Carmen Jirón Araúz*, su vivienda actual se encuentra aproximadamente a 7 metros de distancia con respecto a un cauce. Se recomienda que la nueva vivienda se construya unos 2.0 metros hacia el fondo de su vivienda actual, con el fin de no estar en zona susceptible a inundación, ver anexo 10, fotos 8 y 9.

El lote **44** a nombre de la *Sra. Concepción Flores Molina* (en el listado de beneficiarios aparece con el nombre de Yolanda Isabel Molina Flores) deberá ser reubicado, debido a que se encuentra a orillas de un cauce, se considera que esta en zona susceptible a inundación, ver anexo 10, fotos 10 y 11.

El lote **60** de la *Sra. Isidra Margarita Velásquez*, detrás de su vivienda actual atraviesa un cauce aproximadamente a 8 metros de distancia desde el borde del mismo. Se recomienda que la nueva vivienda se construya unos 2.0 metros hacia el frente de su vivienda actual, con el fin de no estar en zona susceptible a inundación, ver anexo 10, foto 12.

En conclusión, la amenaza Hidrometeorológica se evalúa tomando en consideración la inundación y el efecto que tienen los huracanes sobre el municipio, por consiguiente, se evalúa como zona susceptible a inundación, específicamente el área de los cauces y área de retiro de 5 metros en las márgenes de los mismos y **BAJO** en el resto de los lotes evaluados en el casco urbano y el polígono concentrado rural.

Nivel de la amenaza Hidrometeorológica: BAJO

Tabla 1. Síntesis de la evaluación de las amenazas geológicas e hidrometeorológicas del sitio “Casco urbano de Chichigalpa”

Amenaza	Evaluación existente	Nivel de amenaza	Informe / Estudios
1. Amenaza sísmica		Para el casco urbano	
1.1 Aceleración máxima en roca	Si	Alto Gshap: 3.60 m/s ²	GSHAP, 1999
1.2 Amplificación del suelo	No	Se desconoce	No hay. Observación en el campo
1.3 Fallas geológicas	Si	Bajo	Catastro (1972). Este informe
Evaluación total de la amenaza sísmica		ALTO	
2. Amenaza Volcánica		ALTO	Hazlett, (1977) ; Hradecky et al, 1999)
2.1 Caída de cenizas	Si	Alto	
2.2 Flujos piroclásticos	Si	Bajo	
2.3 Flujos de lava	Si	Bajo	
2.4 Lahares	Si	Bajo	
3. Amenaza por inestabilidad de laderas		Para el casco urbano	
3.1 Deslizamientos	Si	No aplica	Este informe.
Evaluación total amenaza por inestabilidad de laderas		BAJO	
4. Amenaza Hidrometeorológica		Para el casco urbano	
4.1 Inundaciones por ríos	Si	No se evaluó por grado de amenaza.	Inspección en el campo.
4.2 Quebradas	Si	No se evaluó por grado de amenaza.	Inspección en el campo.
4.3 Vientos fuertes	No		No hay información.
4.4 Huracanes	Si	Nivel 4. Escala 1 a 10	INETER, 2001
Evaluación total de la amenaza hidrometeorológica	Si	BAJO	Se evalúa la zona susceptible a inundación y en nivel de escala de los huracanes en el municipio.

4. SINTESIS DE EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS Y ZONIFICACIÓN DEL SITIO

4.1. Evaluación de las amenazas naturales

Sitio: Casco urbano de Chichigalpa

Objetivo: Evaluar las amenazas naturales del sitio seleccionado para la construcción de 109 viviendas.

Matriz de evaluación de amenazas naturales

Amenazas	Grado de Amenaza	Observaciones
Sísmica	ALTO	Sismos en las zona de subducción y volcánica
Volcánica (cenizas)	ALTO	Relativa proximidad a la cadena volcánica Cuaternaria
Inestabilidad de Laderas	BAJO	Relieve plano y llano
Hidrometeorológica	BAJO	Los lotes 11, 44 y 60 se encuentran en zona susceptible a inundación, específicamente en las áreas de los cauces y áreas de retiro en las márgenes de los mismos. Para el resto del casco urbano y polígono concentrado rural.

4.2. Zonificación del sitio

Se propone la siguiente zonificación, con base a 1 categorías: (**Anexo 8**)

- **ZONA C:** área que relativamente le corresponde un grado de amenaza **Bajo**

Zonificación en el casco urbano de Chichigalpa (amenaza por inundación)

Grado de amenazas	Uso del suelo	Zona
Bajo	Construcción de viviendas sin restricción	C

ZONA C: amenaza con grado relativamente **BAJO**. Corresponde al resto de los lotes del casco urbano y el polígono concentrado rural, sin incluir la zona susceptible a inundación, específicamente en las áreas de los cauces y áreas de retiro en las márgenes de los mismos, ver anexo 8 a, b y c. **Zona apta para la construcción de viviendas.**

El grado de amenaza sísmica y volcánica (caída de cenizas), es **ALTO** para el sitio. El diseño constructivo para las casas del proyecto deberá ser sismo-resistente con techos fuertes e inclinados (30 grados) para evitar su acumulación y facilitar su limpieza.

4.3. Observaciones para el sitio.

- La tipología de construcción de las viviendas en Chichigalpa es de mampostería confinada (bloque de cemento o ladrillo de barro) y reforzada.
- El reparto Esquipulas se encuentra en proceso de construcción, parte del mismo está siendo construido sin considerar el tendido eléctrico de alta tensión que pasan encima de las casas. Este proyecto está siendo ejecutado por la Alcaldía Municipal. El proyecto INVUR tiene 17 viviendas planificadas en este sector, las que están considerablemente distantes de estas torres de transmisión eléctrica.

- La alcaldía cuenta con un plan de prevención, mitigación y atención de desastres, tienen una comisión municipal coordinada por el Alcalde y la integran miembros de la alcaldía, oficina de catastro, líderes comunales y otros.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones generales

- 1) El grado de la amenaza sísmica es **ALTO**
- 2) El grado de la amenaza volcánica, por caída de cenizas es **ALTO**
- 3) El grado de amenaza por inestabilidad del terreno es **MUY BAJO**
- 4) El grado de amenaza hidrometeorológica, es **BAJO**

5.2. Conclusiones específicas

- 5) El lote **11** de la Sra. *Petrona del Carmen Jirón Araúz*, deberá construir la nueva vivienda unos 4.0 metros hacia el fondo de su vivienda actual, con el fin de no estar en zona susceptible a inundación. **Zona apta para la construcción de vivienda con restricción.**, ver anexo 10, fotos 8 y 9.
- 6) El lote **44** de la Sra. *Concepción Flores Molina*, deberá ser reubicado, debido a que se encuentra a orillas de un cauce. **Zona no apta para construcción de vivienda,** ver anexo 10, fotos 10 y 11.
- 7) El lote **60** de la Sra. *Isidra Margarita Velásquez*, deberá construir la nueva vivienda unos 2.0 metros hacia el frente de su vivienda actual, con el fin de no estar en zona susceptible a inundación. **Zona apta para la construcción de vivienda con restricción,** ver anexo 10, foto 12.
- 8) El sitio se zonifica considerando las amenazas naturales, en una zona: **ZONA C:** amenaza con grado relativamente **BAJO**. Corresponde al resto de los lotes del casco urbano y el polígono concentrado rural, sin incluir la zona susceptible a inundación, específicamente en las áreas de los cauces y áreas de retiro en las márgenes de los mismos, ver anexo 8 a, b y c. **Zona apta para la construcción de viviendas.**

El grado de amenaza sísmica y volcánica (caída de cenizas) es **ALTO** para el sitio. El diseño constructivo para las casas del proyecto deberá ser sismo-resistente con techos fuertes e inclinados (30 grados) para evitar su acumulación y facilitar su limpieza.

5.3. Recomendaciones generales

1. Aplicar estrictamente el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-83).
2. Supervisar las técnicas y calidad de la construcción: dimensiones de vigas, diámetros de varillas, ladrillos, distancia entre estribos, etc.
3. Capacitar previamente a los oficiales de la construcción, (albañiles, carpinteros y armadores), ayudantes y maestros de obras sobre el sistema constructivo a utilizar en los trabajos de autoconstrucción.
4. Realizar control de calidad de los materiales que se utilizarán en la construcción de las viviendas.
5. ***Aplicar la zonificación propuesta en este estudio***, como medida de prevención ante los fenómenos naturales analizados y evaluados, ver anexo 8 a, b y c.

5.4. Recomendaciones específicas

- 1) Asistir y preparar a la población del sitio y la ciudad con seminarios de sensibilización respecto al alto grado de amenaza sísmica y volcánica.
- 2) Diseñar una infraestructura de drenaje pluvial específicamente en el polígono concentrado rural, para facilitar la evacuación rápida de la escorrentía superficial local cuando ocurren fuertes lluvias y evitar la formación de lagunas o charcos, ver anexo 10, foto 4.

- 3) Diseñar un sistema de drenaje para separar las aguas pluviales y domésticas, con el fin de evitar la contaminación del medio ambiente y fuentes de agua (ríos, quebradas etc), ver anexo 10, fotos 10, 13 y 14.
- 4) Hacer limpiezas periódicas en los cauces, con el objetivo de que funcionen a su máxima capacidad hidráulica cuando ocurra cualquier evento (precipitaciones fuertes, huracanes o tormentas tropicales) y hacer campaña por cualquier medio informativo dirigida a los pobladores del sector, para evitar que tiren basura a los mismos.

6. REFERENCIAS

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHICHIGALPA, 2001. Caracterización del Municipio de Chichigalpa.

CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES, 1972. Mapa geológico de Chinandega, hoja topográfica 2753-I y Telica 2853-IV escala 1:50,000.

GSHAP, 1999. Global Seismic Hazard Assessment Program.

Hazlett, R. 1977. Geology and Hazards of the San Cristóbal volcanic Complex, Nicaragua. INETER

Hradecky et al 1999. Estudio Geológico y Reconocimiento de la Amenaza Natural - Zona Chinandega-León. Nicaragua. Havlicek, P. Editor. **INETER-Servicio Geológico Checo (CGS)**

INETER, 1995. Mapa de Amenaza Volcánica de Nicaragua.

INETER, 1998. Las lluvias del Siglo de Nicaragua.

INETER, 2002. Datos pluviométricos de las estaciones en la zona de Monte Rosa, Chinandega, Posoltega y León

INETER, 1988. Hoja topográfica de Telica 2853- IV, a escala 1:50,000

INETER, 2001. Amenazas Naturales de Nicaragua.

INETER, 1998-2001. Estudio de inestabilidad de laderas, Departamento de Chinandega.

INETER-USGS, 2001. Amenaza por lahares del volcán San Cristóbal

SAUTER F. 1989. Introducción a la Sismología, Serie Fundamentos de Ingeniería Sísmica v. I, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1998

VEN TE CHOW, 1988. Hidrología aplicada.
www.ineter.gob.ni; y www.inifom.gob.ni.

7. LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1: Mapa de Amenaza Sísmica de Nicaragua.
- Anexo 2: Mapa de Sismicidad Superficial.
- Anexo 3: Mapa de Amenaza Volcánica.
- Anexo 4: Mapa de ubicación de los sitios sobre mapa topográfico, INETER 1998.
- Anexo 5: Mapa de pendientes sobre modelo digital del terreno cada 90 metros.
- Anexo 6: Mapa red de drenaje sobre mapa Topográfico, INETER 1996.
- Anexo 7: Mapa Geológico del sitio sobre modelo digital del terreno cada 90 metros.
- Anexo 8a,b y c: Mapa de zonificación del sitio.
- Anexo 9: Mapa de Estaciones Meteorológicas.
- Anexo 10: Fotos de los sitios y sus alrededores.
- Anexo 11: Análisis de datos pluviométricos
- Anexo 12: Lista de beneficiarios del Proyecto INVUR
- Anexo 13: CD con toda la documentación en formato digital, incluyendo SIG.

8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Amenaza: Evento amenazante o probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y período de tiempo dado.

Caudal: Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal por unidad de tiempo.

Desastre: Interrupción seria en el funcionamiento de una sociedad causando muchas pérdidas a nivel humano, material o ambiental suficientes para que la sociedad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios. La causa del desastre puede ser natural o antropogénica (acciones negativas realizadas por el hombre).

Deslizamiento: Se definen como movimiento profundo, lento o rápido, pendiente abajo de la parte superficial de un terreno (suelos y/o rocas). Estos deslizamientos se producen en laderas de pendientes fuertes, material suelto o poco cohesivo en combinación con factores internos o causas reales (fallas, fracturas, etc.) y factores externos o causas inmediatas (lluvias, despale, etc.).

Derrumbes y caídas de bloques: Fenómeno que tienen un alto componente de sorpresa, pues rara vez presentan signos precursores o anunciadores. La zona de origen corresponde prioritariamente a escarpes o ladera de fuerte pendiente, donde la roca está fracturada y alterada. Los volúmenes implicados no son muy grandes.

Falla geológica: Falla geológica en la cual se han producido desplazamientos en la última etapa geológica del Cuaternario (desde el Pleistoceno Superior); es una falla en la que, con base en evidencias históricas, sismológicas o geológicas, se ha constatado que han ocurrido desplazamientos durante los últimos 10 000 a 40 000 años y la cual, por lo tanto, tiene cierta probabilidad de sufrir ruptura y causar un sismo.

Flujo de lodos, detrito y coladas: Estos fenómenos son básicamente estacionales, es decir en períodos de lluvia. En las áreas montañosas son muy frecuentes y pueden asociarse, con derrumbes o deslizamientos secundarios. Generalmente se originan en débiles horizontes edáficos de pendiente acentuada. El mayor problema es que crea grandes frentes de erosión donde el suelo es irrecuperable y la pérdida de vegetación puede ser definitiva.

GSHAP (1999): Global seismic hazard assessment program. Programa para la valoración de la amenaza sísmica global.

IDF: Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia.

Mitigación: Medidas tomadas con anticipación al desastre, con el ánimo de reducir o eliminar su impacto sobre la sociedad y medio ambiente.

PGA: Pico de la aceleración sísmica (PGA)

Prevención: Actividades diseñadas para proveer protección permanente de un desastre. Incluye ingeniería y otras medidas de protección física, así como medidas legislativas para el control del uso de la tierra y el ordenamiento urbano.

Riesgo: Número esperado de pérdidas humanas, personas heridas, propiedad dañada e interrupción de actividades económicas debido a fenómenos naturales particulares y, por consiguiente, el producto de riesgos específicos y elementos de riesgo.

Sismicidad: Distribución de terremotos en espacio y tiempo.

Vulnerabilidad: Grado de exposición al peligro.