



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

TEMA: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR
ÁREAS SEGURAS PARA UNIDADES EDUCATIVAS DEL
MILENIO, QUE TOME EN CUENTA NORMAS
INTERNACIONALES DE IMPLANTACIÓN DE
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, MEDIANTE UN MODELO
ESPACIAL

AUTOR: MENDES PADILLA, CHRISTIAN ALZIDEZ

DIRECTOR: ING. SALAZAR, RODOLFO

CODIRECTOR: ING. JÁCOME GINELLA

SANGOLQUÍ

2015

CERTIFICACIÓN

ING. RODOLFO SALAZAR

Director

ING. GINELLA JÁCOME

Codirector

Certifican:

Que el trabajo titulado: "PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR ÁREAS SEGURAS PARA UNIDADES EDUCATIVAS DEL MILENIO, QUE TOME EN CUENTA NORMAS INTERNACIONALES DE IMPLANTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL", realizado por Christian Mendes ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a su contenido de gran interés para futuras investigaciones que se forjen referentes al tema; SI se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de dos documentos empastados y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a Christian Mendes que lo entregue al Ing. Wilson Jácome, en su calidad de Director de la Carrera.

Sangolquí, Octubre 2014



Ing. Rodolfo Salazar
DIRECTOR



Ing. Ginella Jácome
CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Sr. Christian Alzidez Mendes Padilla

Declaro que:

El proyecto de grado denominado "PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR ÁREAS SEGURAS PARA UNIDADES EDUCATIVAS DEL MILENIO, QUE TOME EN CUENTA NORMAS INTERNACIONALES DE IMPLANTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Enero 2015



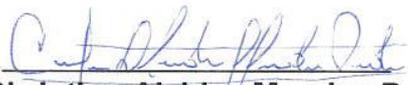
Christian Alzidez Mendes Padilla

AUTORIZACIÓN

Yo, Christian Alzidez Mendes Padilla

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAR ÁREAS SEGURAS PARA UNIDADES EDUCATIVAS DEL MILENIO, QUE TOME EN CUENTA NORMAS INTERNACIONALES DE IMPLANTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Enero 2015



Christian Alzidez Mendes Padilla

DEDICATORIA

Nadie nunca dejó un legado extraordinario fuera de quienes se atrevieron a creer en lo especial que hay en sí mismo, y lograr sobresalir a las circunstancias.

A mi madre por enseñarme que el mayor error que una persona puede cometer es no intentar; a mi padre por hacerme conocer que el éxito es cuestión de perseverar después de que otros estén derrotados.

A ellos por regalarme algo que nunca podrán recuperar “Su vida, su tiempo”

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a mis padres por apoyarme en el camino para llegar hasta donde he llegado y, enseñarme los valores necesarios para continuar forjando mi futuro.

A mis hermanos, Santiago, Gonzalo, Juan Esteban, Sebastian, Dante y Pamela, por el amor y la comprensión cada día y cada momento.

Por su amor, tiempo y paciencia a Francis; a mis amigos y compañeros, por estar dentro y fuera de la universidad, con su apoyo en buenos y no tan buenos momentos hemos llegado lejos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------------|
| CERTIFICACIÓN | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD..... | iii |
| AUTORIZACIÓN | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vii |
| Índice de Tablas | ix |
| Índice de Figuras..... | xi |
| RESUMEN | xiii |
| SUMMARY | xiv |
| PRÓLOGO | xv |
| HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS | xvi |
| Capítulo 1 | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Definición del problema..... | 3 |
| 1.3 Justificación..... | 4 |
| 1.4 Descripción del área de estudio | 7 |
| 1.5 Objetivos | 8 |
| 1.5.1 Objetivo General..... | 8 |

| | |
|---|------|
| | viii |
| 1.5.2 Objetivos Específicos | 8 |
| 1.6 Metas | 8 |
| Capítulo 2 | 10 |
| MARCO TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 Definición de carácter técnico | 10 |
| 2.2 Definición de carácter político administrativo | 16 |
| 2.3 Criterios y metodología aplicada por el MINEDUC en la distribución de las Unidades Educativas del Milenio..... | 20 |
| 2.3.1 Criterios de Ubicación | 20 |
| 2.3.2 Factores que priorizan la ubicación | 20 |
| 2.4 Normas internacionales para la implantación de infraestructura educativa en zonas seguras | 20 |
| 2.4.1 Norma Técnica Colombiana NTC 4595..... | 20 |
| 2.4.2 Norma Mexicana NMX-R-003-SCFI | 22 |
| 2.4.3 Normas Peruanas Para El Diseño De Locales Escolares De Primaria Y Secundaria | 27 |
| 2.5 Información general de la zona de estudio..... | 33 |
| Capítulo 3 | 37 |
| METODOLOGÍA..... | 37 |
| 3.1 Recopilación de información existente | 38 |
| 3.2 Análisis de la información de campo | 54 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Identificación de áreas seguras para la implementación de infraestructura educativa..... | 56 |
| 3.3.1 Zonas inundables | 58 |
| 3.3.2 Movimientos en masa..... | 59 |
| 3.3.3 Nivel de peligrosidad sísmica | 60 |
| 3.3.4 Peligros volcánicos..... | 61 |
| 3.3.5 Pendientes | 62 |
| 3.4 Automatización del proceso | 64 |
| 3.5 Desarrollo de los Modelos..... | 66 |
| 3.5.1 Modelo N° 1 | 66 |
| 3.5.2 Modelo N° 2..... | 67 |
| 3.5.3 Modelo N° 3..... | 68 |
| Capítulo 4 | 70 |
| RESULTADOS..... | 70 |
| 4.1 Resultados de la tabulación de las fichas | 70 |
| Capítulo 5..... | 83 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 83 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada | 14 |
| Tabla 2: Resumen General de la división de las zonas,..... | |
| distritos y circuitos educativos | 19 |

| | |
|--|-----------------|
| Tabla 3: Distribución de UEM en el país | 35 ^x |
| Tabla 4: Análisis de información recopilada | 40 |
| Tabla 5: Comparación de normas con respecto a las variables estudiadas..... | 44 |
| Tabla 6: Comparación de normas con respecto a las variables estudiadas..... | 46 |
| Tabla 7: Asignación del nivel de intensidad..... | 47 |
| Tabla 8: Ficha de campo..... | 48 |
| Tabla 9: Tabulación de encuestas de campo..... | 54 |
| Tabla 10: Resultados de la tabulación. | 71 |
| Tabla 11: Clasificación de las UEM afectadas por los riesgos naturales estudiados, distribuidas por regiones naturales. | 72 |
| Tabla 12: Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas inundables..... | 73 |
| Tabla 13: Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con movimientos de masa..... | 74 |
| Tabla 14: Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con peligro sísmico. | 76 |
| Tabla 15: Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con influencia volcánica. | 77 |
| Tabla 16: Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por estar ubicadas en zonas con pendientes inadecuadas. | 78 |
| Tabla 17: Unidades Educativas del Milenio que tuvieron que realizar modificaciones del terreno (más de lo planificado)..... | 80 |
| Tabla 18: UEM afectadas por los riesgos naturales estudiados..... | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: UEM Penipe, canchas de fútbol afectadas por movimientos en masa. | 3 |
| Figura 2: División de los distritos y circuitos educativos | 4 |
| Figura 3: UEM en Zonas de Riesgo Potencial..... | 6 |
| Figura 4: Ubicación del Área de Estudio | 7 |
| Figura 5: Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor Z (Máxima aceleración de la zona)..... | 13 |
| Figura 6: Esquema de distribución de zonas, distritos y circuitos | 18 |
| Figura 7: Distribución de distritos y circuitos educativos, Zona 3 | 18 |
| Figura 8: Distribución de UEM en el país. | 34 |
| Figura 9: Grado de intensidad en zonas inundables. | 50 |
| Figura 10: Grado de intensidad en zonas con la presencia de movimientos de masas..... | 51 |
| Figura 11: Grado de intensidad en zonas con peligros sísmicos. | 51 |
| Figura 12: Grado de intensidad en zonas con peligros volcánicos..... | 52 |
| Figura 13: Entrevista con el residente y fiscalizador de la obra (UEM de Guano). | 53 |
| Figura 14: Levantamiento de información en la obra (UEM Simon Plata)..... | 53 |
| Figura 15: Diagrama de proceso para determinar variables de afectación a las UEM..... | 56 |
| Figura 16: UEM georeferenciadas en las regiones naturales..... | 57 |
| Figura 17: Zonas ubicadas a 500 m de los ríos..... | 58 |
| Figura 18: Zonas inundables..... | 59 |
| Figura 19: Zonas propensas a movimientos en masa..... | 60 |

| | |
|--|-----|
| | xii |
| Figura 20: Zonas con presencia de fallas geológicas y líneas sísmicas. | 61 |
| Figura 21: Zonas con presencia de peligros volcánicos. | 62 |
| Figura 22: Zonas con pendientes inadecuadas para implantar UEM. | 63 |
| Figura 23: Variables inadecuadas para la implantación de UEM. | 64 |
| Figura 24: Componentes del geoprocesamiento. | 65 |
| Figura 25: Modelo automatizado de selección de zonas adecuadas para implantar UEM. | 65 |
| Figura 26: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 1). | 67 |
| Figura 27: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 2). | 68 |
| Figura 28: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 3). | 69 |

RESUMEN

Para identificar áreas seguras para unidades educativas del milenio, se desarrollaron tres modelos geoespaciales tomando en cuenta normas internacionales de implantación de infraestructura educativa. La metodología utilizada en el presente proyecto de tesis se fundamentó en normas de Colombia, Perú y México porque se adaptan a la realidad existente en nuestro país, y porque para Ecuador no se encontró un documento que cuente con un estudio similar. El proyecto está diseñado para salvaguardar vidas humanas, mitigar daños a la infraestructura educativa, y evita incurrir en gastos elevados en la implantación de las unidades educativas del milenio.

PALABRAS CLAVES

- **INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**
- **UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO**
- **ZONAS DE PLANIFICACIÓN**
- **CIRCUITO EDUCATIVO**
- **DISTRITO EDUCATIVO**

SUMMARY

To identify safe educational units of the millennium, three geospatial models were developed based upon international standards of implementation for the educational infrastructure. The methodology used in this thesis project was based on rules used in Colombia, Peru and Mexico since they adapt to the reality of our country; Ecuador however, does not currently count with a similar study. The project is designed to protect human life , diminish damages to the infrastructure and avoid incurring high costs in implementing educational units of the millennium.

PRÓLOGO

Un estudio territorial debe ser el primer paso para los proyectos que involucren la implantación de cualquier tipo de infraestructura que brinde servicio a la sociedad.

El estudio nace por la necesidad de ubicar infraestructura educativa fuera de zonas con posible afectación de los riesgos naturales y, que se conviertan en amenaza para la vida de los beneficiarios.

Es por ello que se vio la necesidad de identificar zonas adecuadas para la implantación de infraestructura educativa, utilizando normas internacionales; de esta manera no se evita incurrir en gastos elevados y se salvaguarda vidas humanas.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

CHRISTIAN ALZIDEZ MENDES PADILLA

Christian Alzidez Mendes Padilla

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA
Y DEL MEDIO AMBIENTE**

Ing. Wilson Jácome

DELEGADO UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

Dr. Ramiro Mejía

Sangolquí, Enero 2015

CAPITULO 1

1.1 Antecedentes

El Ecuador y los países de la Región Andina se caracterizan por presentar un alto grado de vulnerabilidad y riesgo ante diversas amenazas naturales. En los últimos 25 años, los países andinos han sido afectados por grandes desastres. La evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2003) señala que aproximadamente el 33% de pérdidas directas e indirectas (vidas humanas, infraestructura social y productiva) registradas en la región, fue causado por eventos naturales que ocasionaron desastres¹.

En la región costera del Ecuador es común que en época de invierno aparezcan retrasos e incluso suspensión de inicio de clases, debido a la presencia de fuertes temporadas de lluvia que causan inundaciones en la infraestructura y como en el caso de este estudio, en instituciones educativas ubicadas en las zonas bajas del territorio.

¹ Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo: "Referencias Básicas Para La Gestión De Riesgos"

En julio de 2006 el volcán Tungurahua inició una fase de erupciones explosivas que desplazó 2000 niños y niñas, de un total de 19000 alumnos, que fueron alojados en 11 albergues temporales ubicados en las cercanías; una gran parte de la infraestructura escolar fue afectada por la erupción. Hasta la actualidad, los niños que estudian en instituciones educativas dentro de la zona vulnerable, manifiestan síntomas de afecciones respiratorias relacionadas con el volcán, así como conjuntivitis, dermatitis y algunos problemas gastrointestinales².

En una visita realizada en diciembre de 2013 por delegados del Ministerio Coordinador del Conocimiento y Talento Humano (MCCHT) a la Unidad Educativa del Milenio (UEM) Rodrigo Borja en la parroquia de Dayuma, cantón Francisco de Orellana, de la provincia de Orellana, se observó que en el área en la que se edificó la infraestructura educativa requirió de una fuerte modificación en su topografía, que absorbió el 75% del monto inicial de la obra.

Estos hechos demuestran que es muy importante, entre otras, una investigación previa de los factores físicos y ambientales en las áreas potenciales para la construcción de una institución educativa, como una medida de protección de la integridad de los usuarios y de optimización de las inversiones.

² Unicef, www.unicef.org/ecuador/emergencias.html

1.2 Definición del problema

El MCCTH, como parte de sus funciones institucionales, realiza visitas a las UEM para verificar el estado y avance de los proyectos planteados por el Ministerio de Educación MINEDUC en lo relacionado a la construcción o re-potenciación de instituciones educativas. Mediante las visitas realizadas a las UEM se identificó la falta de una metodología de tipificación de zonas seguras para la ubicación de infraestructura escolar, que tome en cuenta normas internacionales para la implantación de infraestructura educativa. Como ejemplo, en la Imagen 1 se puede evidenciar claramente que la UEM de la parroquia Penipe se encuentra edificada junto a una ladera que tiene frecuentes movimientos de masa, y está dentro de la zona de afectación directa de la actividad del volcán Tungurahua deteriorando la infraestructura escolar.



Figura 1: UEM Penipe, canchas de fútbol afectadas por movimientos en masa.

Fuente: Christian Mendes.

La metodología utilizada por el MINEDUC para realizar la distribución de las UEM tiene como punto de partida las zonas de planificación, elaboradas por la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) a nivel nacional, en las cuales se determinaron los distritos y circuitos educativos, que sin embargo no enfatizan la ubicación en zonas adecuadas y libres de riesgos para salvaguardar vidas.

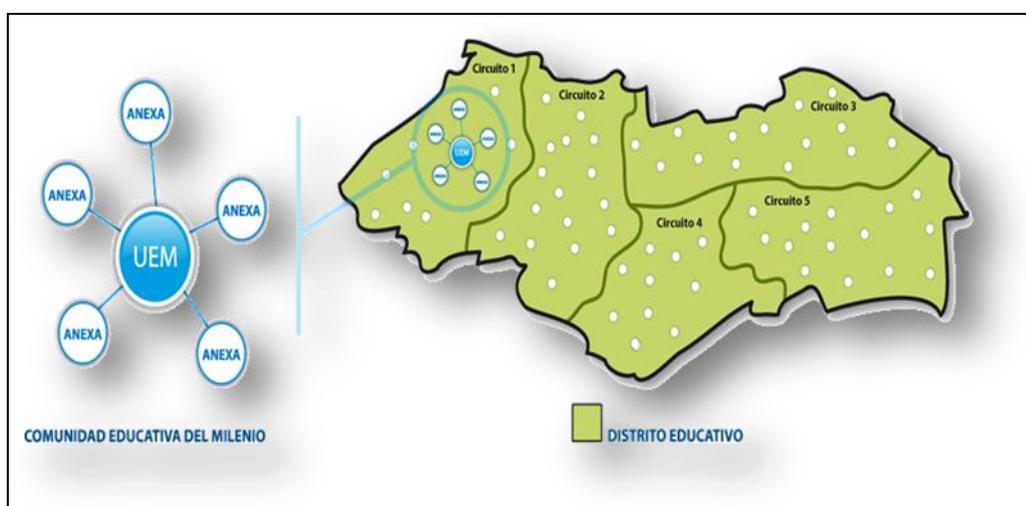


Figura 2: División de los distritos y circuitos educativos

Fuente: MINEDUC 2014.

1.3 Justificación

La infraestructura escolar se debe ubicar en zonas en las cuales exista el mínimo riesgo de accidentabilidad de las personas por causas naturales o antrópicas.

Como indica el Código de la Niñez y Adolescencia en su Libro Primero, Título III, Capítulo II: “Art. 26.- Derecho a una vida

digna.- Los niños, niñas y adolescentes tienen derecho a una vida digna, que les permita disfrutar de las condiciones socioeconómicas necesarias para su desarrollo integral; este derecho incluye aquellas prestaciones que aseguren una alimentación nutritiva, equilibrada y suficiente, recreación y juego, acceso a los servicios de salud, a educación de calidad, vestuario adecuado, vivienda segura, higiénica y dotada de los servicios básicos.”

En la norma técnica colombiana NTC 4595 se menciona que no es posible ubicar proyectos escolares en zonas inundables, áreas con alto riesgo de deslizamientos, rellenos sanitarios, zonas pantanosas, etc.

En la norma técnica mexicana NMX-R-003-SCFI-2011 se menciona que los terrenos deben ofrecer a la comunidad educativa las condiciones de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia establecidas en la Ley General de la Infraestructura Física Educativa, y en su caso en la normatividad local que le sea aplicable.

En el Ecuador un estudio territorial previo en las zonas de ubicación de las UEM y la aplicación de normas internacionales para implantar infraestructura educativa y por lo tanto se incluyan variables de las amenazas como la sismicidad, vulcanismo,

inundaciones, movimientos de masas, grados de pendientes, que ponen en riesgo el bienestar de las personas y también a la infraestructura, evitaría que se incremente el monto inicial de la obra debido a contratos complementarios.

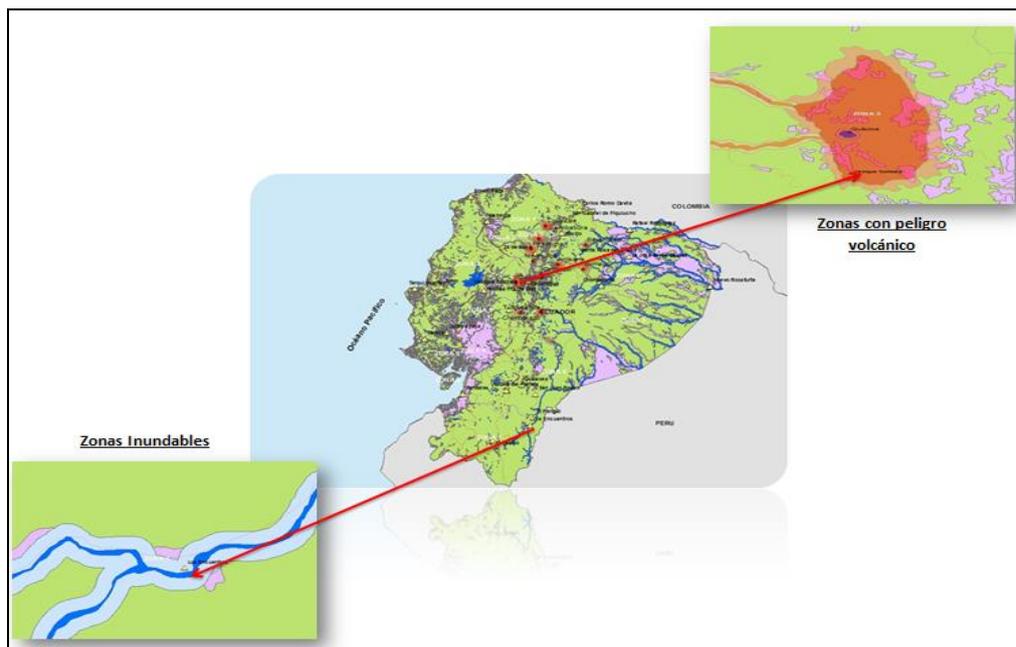


Figura 3: UEM en Zonas de Riesgo Potencial

Fuente: Christian Mendes.

A través de la construcción de las Unidades Educativas del Milenio el gobierno nacional impulsa la educación, por lo cual el MCCTH realiza un monitoreo constante con la finalidad de verificar el estado y el avance de la obra.

Mediante los monitoreos a realizarse a las UEM se identificarán las variables con mayor influencia en el desarrollo del proyecto, apoyándose en un análisis territorial, aplicando

herramientas geo-espaciales, junto con un sistema de información geográfica (SIG) e información de libre acceso, facilitando la toma de decisiones para alcanzar el propósito planteado.

1.4 Descripción del área de estudio

El área de estudio es el Ecuador continental, conformado por niveles administrativos de planificación: zonas, distritos y circuitos, división que permitirá una mejor identificación de necesidades y soluciones efectivas para la prestación de servicios públicos en el territorio. Esta conformación no implica eliminar las provincias, cantones o parroquias³.

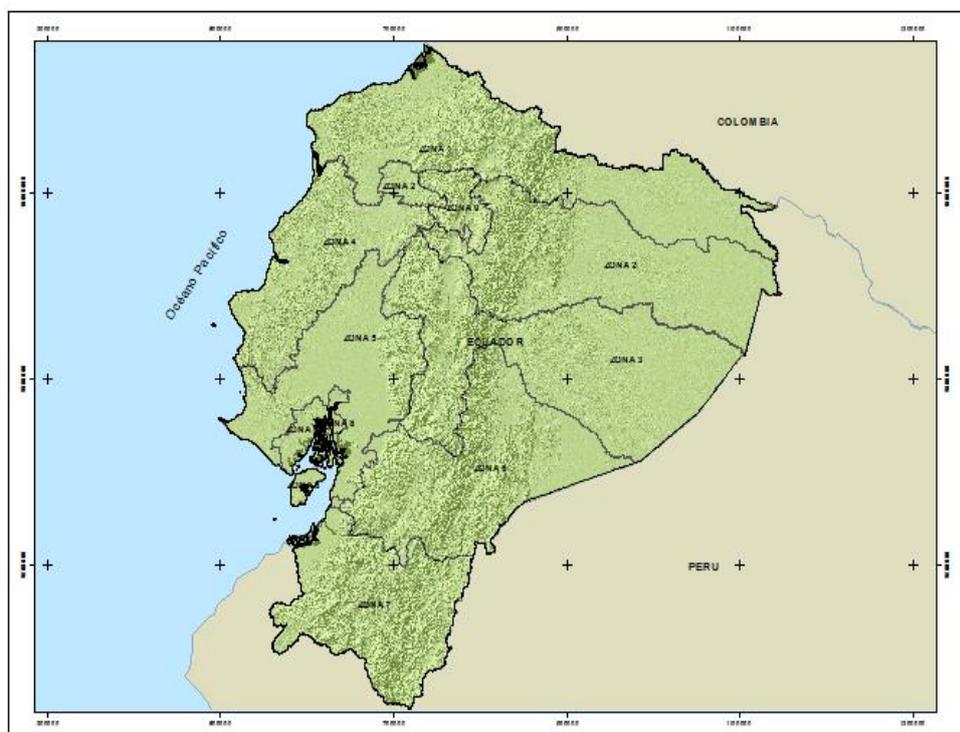


Figura 4: Ubicación del Área de Estudio

Fuente: Christian Mendes.

³SENPLADES,
content/uploads/downloads/2012/10/Folleto_informativo-Desconcentracion2012.pdf

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Elaborar una metodología para identificar áreas seguras para unidades educativas del milenio, que tome en cuenta normas internacionales de implantación de infraestructura educativa, mediante un modelo espacial.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Depurar la información existente que fue conferida por fuentes primarias y secundarias para ser usadas en el presente y futuros proyectos.
- Determinar los principales factores físicos y ambientales que afectan a las UEM en funcionamiento o en ejecución, mediante la información levantada en campo.
- Identificar preliminarmente las zonas seguras para la ubicación de las UEM, mediante el análisis espacial, utilizando herramientas geo-espaciales.

1.6 Metas

Mediante el siguiente estudio se obtendrán las siguientes metas:

- Siete mapas (Escala de trabajo 1:50000)

- Mapa Base
 - Mapa de las Zonas de Estudio
 - Mapa de Ubicación de las UEM (Estado: funcionamiento y ejecución)
 - Mapa de Riesgos Potenciales para las UEM, basados en las normas internacionales para implantar infraestructura educativa.
 - Mapa de Ubicación de las UEM monitoreadas
 - Mapa de Propuestas de Alternativas Piloto
 - Mapa de áreas seguras para la implantación de nuevas UEM
- Una base de datos estructurada
 - Un modelo de zonificación para la implantación de nueva infraestructura educativa.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

El glosario utilizado en el proyecto ayuda a entender con mayor facilidad los términos empleados durante su desarrollo que está enfocado en dos temáticas, la primera es referente a la temática técnica, y la otra parte referente a la temática política administrativa

2.1 Definición de carácter técnico

Distrito educativo: Es un órgano técnico administrativo desconcentrado, que generalmente coincide con el área geográfica de un cantón o unión de cantones (de 1 a 4 máximo). Está constituido por circuitos y constituye el reemplazo de las anteriores 24 Direcciones Provinciales de Educación. En este nivel se articulan las políticas de desarrollo del territorio, y sus competencias son: la coordinación, micro-planificación, gestión y control de servicios.

Circuito educativo: Es un conjunto de instituciones educativas públicas, particulares y fiscomisionales, en un espacio

territorial delimitado, conformado según criterios poblacionales, geográficos, étnicos, lingüísticos, culturales, ambientales y de circunscripciones territoriales especiales” (Ministerio de Educación, 2012).

Instalación Escolar: Es la construcción o conjunto de construcciones y áreas acondicionadas para el desarrollo de procesos educativos.

Fallas Geológicas: Una Falla es una línea de fractura a lo largo de la cual una sección de la corteza terrestre se ha desplazado con respecto a otra, conocidas también como zonas de debilidad de la corteza.

Placa Tectónica: Son grandes segmentos que componen la litosfera constituidos por material continental y fondo oceánico, que flotan sobre una capa que se encuentra en estado fluido y a altas temperaturas, y tienen distintas direcciones de desplazamiento.

Líneas sísmicas: Son zonas en las cuales existen constantes movimientos telúricos de distintas intensidades, esto se debe al choque de las placas tectónicas.

Fuerzas sísmicas: Son fuerzas causadas por movimientos terrestres provocados por un movimiento de placas tectónicas.

Inundación: Fenómeno en el cual zonas que habitualmente no están ocupadas por agua se saturan de ésta, ya sea por un desbordamiento de ríos, lluvias torrenciales o subidas de marea.

Llanuras: La formación de llanuras en los valles de los ríos se ha producido por las inundaciones fluviales periódicas. Estas tierras son fértiles por lo que se desarrolla la agricultura.

Dinámica Fluvial: Proceso en el cual se modifica el relieve terrestre, debido a la acción de los ríos.

Dinámica Costera: Proceso en el cual se modifica la línea costera, debido a la acción de las olas generadas por las mareas o ciclones tropicales.

Movimientos en masa: Son procesos en los cuales se produce un movimiento hacia abajo de material halado por la gravedad, la mayoría de movimientos en masa están asociados a:

- fallamiento de la pendiente
- colapso de estructuras pendiente abajo

Vulcanismo: Se referirá al término vulcanismo como el conjunto de fenómenos relacionados a la actividad volcánica y los peligros que ésta conlleva. El vulcanismo se produce cuando el

material fundido del interior de la Tierra sale a la superficie a través de grietas, fisuras y orificios provocando erupciones volcánicas. Las zonas aledañas a volcanes tienden a ser afectadas por los productos de éstos, como son los flujos de lahares, caída de ceniza, lava, etc.

Sismicidad: Estudio de las áreas propensas a la alta ocurrencia de un sismo, estas zonas pueden clasificarse como lugares de alta o baja sismicidad. El Ecuador se halla ubicado en una de las zonas de mayor peligrosidad sísmica del mundo, de tal forma que los proyectistas estructurales tienen que diseñar sus edificios considerando que lo más importante es la acción sísmica.

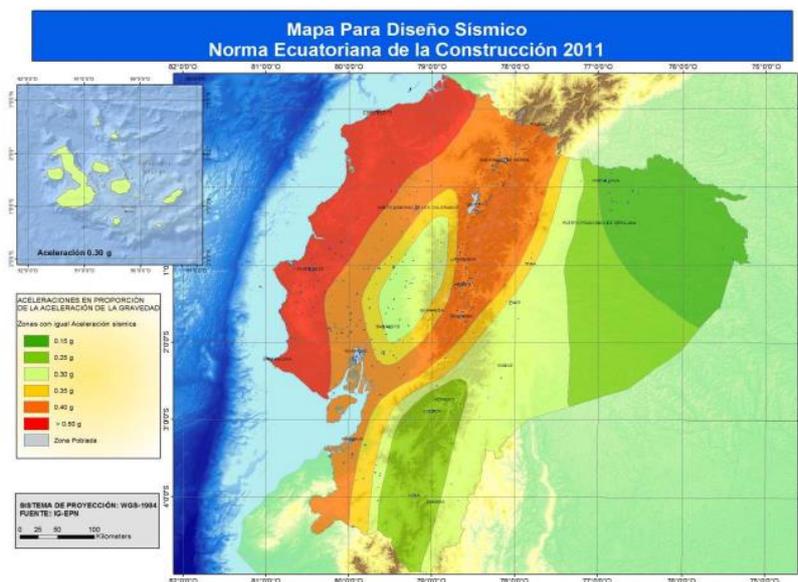


Figura 5: Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor Z (Máxima aceleración de la zona).

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011

Tabla 1

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

| Zona sísmica | I | II | III | IV | V | VI |
|---------------------------------------|------------|------|------|------|------|----------|
| Valor factor Z | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | ≥ 0.50 |
| Caracterización de la amenaza sísmica | Intermedia | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy Alta |

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011

Riesgo: Es la probabilidad de que una amenaza se transforme en un desastre se lo conoce como riesgo; se relaciona con componentes culturales, históricos, políticos, socioeconómicos, ambientales.

$$R = Va * Vu * Pe$$

Donde:

R= Riesgos

Va= valor humano o de infraestructura

Vu= Vulnerabilidad

Pe= Peligrosidad

Vulnerabilidad: Es la capacidad de modificar las respuestas que tienen las personas frente a las situaciones de riesgo.

Peligrosidad: Probabilidad de que ocurran eventos potencialmente desastrosos que afecte a los seres humanos, durante un periodo de tiempo en una zona determinada.

Accesibilidad: Condiciones físicas que faciliten el acceso de los usuarios y bienes a la zona de interés.

Evaluación del Peligro o Amenaza: Existen cuatro tipos de análisis para poder evaluar esta variable, en el cual se sabe que el pasado es la clave para entender el futuro.

Análisis Probabilístico: Este análisis permite determinar períodos de retorno y magnitud de los mismos mediante el estudio cronológico de datos estadísticos, mediante técnicas, métodos y procedimientos usados por analistas.

Análisis Heurístico (o Experto): Es el análisis que se realiza basándose en los conocimientos de un especialista en el tema para poder examinar la susceptibilidad del territorio ante un tipo particular de amenaza.

Análisis Determinístico: Es un proceso en el cual se realizan modelos matemáticos, basados en fenómenos físicos ya ocurridos.

Área Segura: Zona o conjunto de zonas en las cuales la probabilidad de que exista un grado de accidentalidad de las personas por causas naturales o humanas es mínima.

2.2 Definición de carácter político administrativo

Nuevo Modelo de Gestión Educativa

El Nuevo Modelo de Gestión Educativa (NMGE) es un proyecto que se desarrolla desde enero de 2010, el cual busca una reestructuración del Ministerio de Educación (MINEDUC) para garantizar y asegurar el cumplimiento del derecho a la educación.

El objetivo del proyecto está en garantizar la rectoría del sistema mediante el fortalecimiento de instituciones existentes y la construcción de nuevas unidades educativas del milenio (UEM).

De tal manera, que las UEM y las instituciones educativas públicas con carácter experimental de alto nivel, tienen como objetivo establecer conceptos técnicos, pedagógicos y administrativos innovadores, como referente de la nueva educación pública en el país; adicionalmente, la comunidad educativa del milenio es el conjunto formado por la UEM y sus instituciones anexas.

Cada Comunidad Educativa del Milenio debe ser un referente de excelencia educativa, maximizar el bienestar de los estudiantes históricamente abandonados, y producir un efecto de “demostración” al ofertar un servicio educativo público de alta calidad en zonas rurales⁴.

Desconcentración

Desconcentrar significa transferir competencias para articular procesos, productos y servicios en los niveles territoriales, y con ello se consigue la garantía efectiva de los derechos ciudadanos. En este caso, el derecho a la educación.

Descentralización Administrativa

La descentralización administrativa es una tendencia que tiene el sector público para la organización, confiriendo personalidad jurídica propia a ciertos entes a los que se les otorga autonomía orgánica relativa, respecto del órgano central, para encargarle actividades administrativas⁵.

Zonas Administrativas

Es la regionalización o zonificación que implica la unión de dos o más provincias contiguas, con el fin de descentralizar las funciones administrativas de la capital Quito. La implementación

⁴ MINEDUC, www.educacion.gob.ec/que-es-el-nuevo-modelo-de-gestion-educativa/

⁵ UNAM, www.biblio.juridicas.unam.mx/libros/4/1920/6.pdf

del Nuevo Modelo de Gestión Educativa permite desconcentrar la administración educativa.



Figura 6: Esquema de distribución de zonas, distritos y circuitos

Fuente: Ministerio de Educación 2012

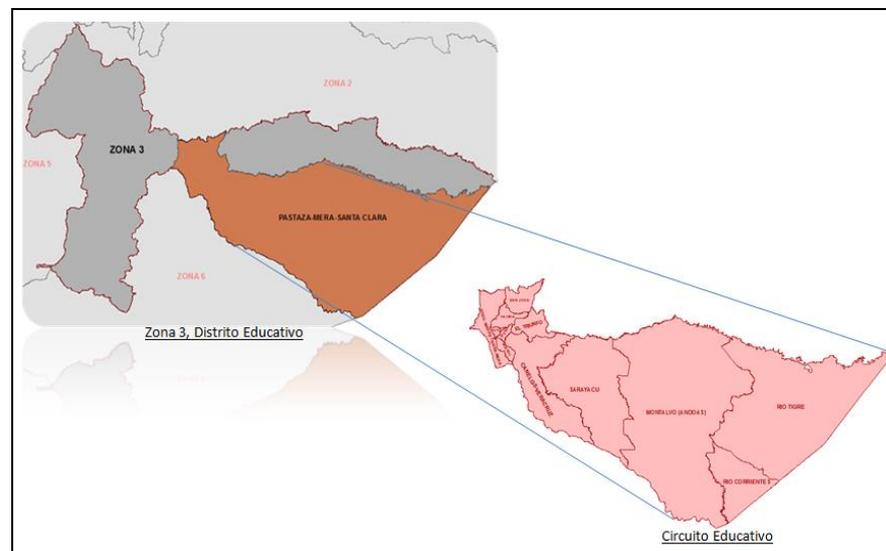


Figura 7: Distribución de distritos y circuitos educativos, Zona 3

Fuente: Christian Mendes

Tabla 2

Resumen General de la división de las zonas, distritos y circuitos educativos

| RESUMEN GENERAL | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Zona de Planificación | Total Distritos Educativos | Total Circuitos Educativos |
| 1 | 16 | 152 |
| 2 | 8 | 70 |
| 3 | 19 | 183 |
| 4 | 15 | 166 |
| 5 | 25 | 186 |
| 6 | 17 | 125 |
| 7 | 19 | 141 |
| 8 | 12 | 44 |
| 9 | 9 | 45 |
| Subtotal | 140 | 1112 |
| Zonas no delimitadas | 3 | 5 |
| TOTAL | 143 | 1117 |

Fuente: MINEDUC 2012

2.3 Criterios y metodología aplicada por el MINEDUC en la distribución de las Unidades Educativas del Milenio⁶

2.3.1 Criterios de Ubicación

Los posibles lugares donde se ubicarán las nuevas Unidades Educativas del Milenio han sido seleccionados en función de los siguientes criterios técnicos:

1. Atender a sectores históricamente relegados,
2. Satisfacer la demanda estudiantil urbana y rural,
3. Mejorar la calidad académica y las condiciones locales.

2.3.2 Factores que priorizan la ubicación

Los factores que priorizan la ubicación son:

1. Nivel de pobreza de la población,
2. Falta de oferta de servicios educativos,
3. Bajos resultados académicos en las pruebas nacionales (Pruebas SER).

2.4 Normas internacionales para la implantación de infraestructura educativa en zonas seguras

2.4.1 Norma Técnica Colombiana NTC 4595

Según la NTC 4595 el planeamiento general se resumen en:

⁶ <http://educacion.gob.ec/criterios-de-ubicacion/>

Los lotes para instalaciones escolares deben ubicarse en zonas en las cuales el riesgo de accidentalidad de las personas por causas naturales o humanas sea mínimo. En consecuencia, no es posible ubicar proyectos escolares en zonas pantanosas, rellenos sanitarios, áreas inundables, terrenos con alto riesgo de deslizamiento o receptores de éstos, etc. De igual forma, no deben realizarse proyectos escolares en predios que no permitan un distanciamiento mínimo de la construcción o instalación más cercana a 50 m. de líneas de alta tensión, canales o pozos abiertos, vías férreas y vías vehiculares de alto tráfico.

En relación con los usos compatibles, los predios para instalaciones escolares no pueden estar ubicados a distancias inferiores de 500 m, medidos perpendicularmente desde su límite más cercano, a plantas o complejos industriales que produzcan y expidan contaminantes y/o polucionantes o generen cualquier otra forma de riesgo. De igual forma, deben garantizar un distanciamiento, desde su límite más cercano, no inferior a 200 m. en relación con zonas de tolerancia, bares y otros que, por su uso, se constituyan en factores de riesgo para los usuarios.

Los lotes destinados para construir instalaciones escolares deben contar con dos vías de acceso claramente definidas para peatones y/o algún medio de transporte y con la señalización necesaria para promover su adecuado uso.

En cuanto a su configuración, en caso de existir razones de economía, los lotes destinados a la construcción de edificaciones e instalaciones escolares deben tener pendientes inferiores al 15 % y deben mantener dimensiones en una proporción tal que permita la ubicación adecuada de canchas multiuso u otras instalaciones de área considerable. Relaciones desde 1:1 hasta 1:4 se consideran apropiadas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006).

2.4.2 Norma Mexicana NMX-R-003-SCFI

El cumplimiento de la presente norma, permitirá identificar zonas seguras para la implantación de infraestructura educativa, que brinde a los usuarios un nivel de vida de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia.

Disposiciones del Medio Físico Natural

Según la NMX-R-003-SCFI, entre las condiciones no aptas para construcción de Infraestructura educativa están las siguientes condiciones hidrometeorológicas presentes en los terrenos para la implantación de infraestructura educativa:

- Terrenos susceptibles a inundarse (como depresiones, márgenes de ríos o arroyos y planicies de inundación).
- Ubicados en áreas con peligro de desbordamiento de ríos.
- Dentro del área de divagación de los meandros del cauce.

- Encañadas donde se encuentre aluvión suelto o bien fragmentos, cuyo tamaño sea mayor de 0.40 m (lo anterior indica que ahí se presentan escurrimientos mayores de 5.00 m/s cuya fuerza de arrastre es importante y pueden provocar decesos en la población).
- Ubicados en cuencas, cañadas, barrancas, cañones susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales.
- Localizados en zona de marea, de tormenta y de oleaje, particularmente los generados por ciclones tropicales en planicies costeras.
- Ubicados en áreas reservadas para recargas de acuíferos.
- Ubicados a menos de 500 m. de cuevas o meandros de ríos que no sean estables.

Las siguientes condiciones geológicas y geotectónicas presentes en los terrenos no son aptas para la implantación de infraestructura educativa:

- Ubicado sobre fallas geológicas.
- Propensos a deslizamientos del suelo o aquellos cercanos a una posible zona de deslizamiento y que puedan ser afectados por el mismo.
- Ubicados en las laderas de un volcán activo o no activo.
- Que contengan suelos de arenas o gravas no consolidadas y con nivel freático inferior a 600 mm.

- Dispersivos.
- Colapsables.
- Cercanos a bloques rocosos, en laderas o partes altas de cerros, con posibilidades de rodar o desprenderse, ya sea por efecto de sismo o por fenómenos erosivos.
- Ubicados en zonas donde haya existido o exista explotación de minas.
- Ubicados sobre cuevas o cavernas.
- Ubicados en zonas pantanosas, ciénagas y esteros.
- Ubicados en zonas donde se pueda manifestar el fenómeno de subsidencia, hundimiento regional y agrietamiento del terreno, ya sea por un proceso natural o antrópico.
- Ubicados en áreas reservadas para recargas de acuíferos.
- Ubicados sobre antiguas minas de arena.
- Que no están dentro de los programas de desarrollo urbano municipales, estatales y federales.

Las siguientes condiciones del medio físico transformado presentes en los terrenos no son aptas para la implantación de infraestructura educativa:

- Ubicados a una distancia igual o menor a 500 m. del lindero más cercano a los depósitos de basura y/o de plantas de tratamiento de basura o de aguas residuales.
- Ubicados a una distancia igual o menor a 1km. del límite de depósitos de combustible.

- Ubicados a una distancia igual o menor a 50 m. de las estaciones de servicio (gasolineras o gaseras).
- Ubicados a una distancia igual o menor a 500 m. de ductos en los que fluyan combustibles (gasoductos, oleoductos, etc.), así como de instalaciones industriales de alta peligrosidad.
- Ubicados a menos de 50 m. de las líneas de electrificación de alta tensión.
- Ubicados a menos de 30 m. de líneas troncales de electrificación.
- Ubicados a menos de 3 m. de ramales o líneas de distribución de alumbrado público, teléfono, telégrafo o televisión por cable.
- Ubicados dentro de los límites de influencia de campos de aviación, según las regulaciones aplicables.
- Ubicados en áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de basura en general.
- Ubicados en áreas que fueron cementerios.
- Que se encuentren en el área de influencia del desfogue o del embalse de una presa.
- Ubicados dentro del derecho de vía de ductos o tuberías que conduzcan materiales peligrosos, así como de caminos, vías de ferrocarril y cuerpos superficiales de agua, por donde se transporten materiales peligrosos.

- Ubicados dentro del radio de afectación por radiación de centrales nucleoelectricas o industrias que operen productos radiactivos.
- Ubicados sobre rellenos que contengan desechos sanitarios, industriales o químicos.
- Que hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, infecciosos o radiactivos.
- Ubicados dentro del radio de afectación derivado de algún desastre químico causado por fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad del mismo.
- Ubicados en intersecciones con carreteras, vialidades primarias o vías férreas (Secretaría de Economía de México, 2011).

Las siguientes condiciones del aspecto técnico presentes en los terrenos no son aptas para la implantación de infraestructura educativa:

Topografía

- El adquirente del terreno debe contar con un levantamiento topográfico georeferenciado. Salvo en terrenos sensiblemente planos (con desniveles máximos de 15 cm. por cada 100 cm.) el levantamiento deberá incluir curvas de nivel a una distancia máxima de 10 m. en el sentido transversal y longitudinal.

- La pendiente máxima de los terrenos debe ser de 15 cm. por cada 100 cm. de longitud en cualquier sentido; en el caso de que las pendientes sean mayores, el adquirente debe presentar un proyecto de terraceo, relleno o renivelación que permita aprovechar al menos el 90 % de la superficie del predio (Secretaría de Economía de México, 2011).

2.4.3 Normas Peruanas Para El Diseño De Locales Escolares De Primaria Y Secundaria

Según las normas técnicas para el diseño de locales escolares de primaria y secundaria desarrolladas por el convenio realizado por el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y La Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes (FAUA) en el año 2006 existen varios criterios para la selección de los terrenos para centros educativos, los cuales deben garantizar seguridad a los estudiantes, ya que como bien público, éste debe brindar protección y comodidad a la población escolar y a la comunidad en general.

Los criterios tomados en cuenta para el desarrollo de esta norma son:

- A la adquisición del terreno se debe contar con un levantamiento topográfico del predio con curvas de nivel a una distancia máxima de 10m. en el sentido transversal. Se exceptuarían aquellos que sean sensiblemente planos.

- La pendiente máxima de los terrenos debe ser de 15% de longitud en cualquier sentido; en el caso de que las pendientes sean mayores, el adquirente debe presentar un proyecto de aterrazamiento, relleno o nivelación que permita aprovechar al menos el 90 % de la superficie del predio, pudiendo utilizar rampas peatonales con una inclinación máxima de 10 cm. por cada 100 cm. o escalinatas que no excedan de 15 pasos entre descansos.
- Las Instituciones Educativas requieren de terrenos que reúnan ciertas condiciones favorables desde el punto de vista de configuración y relieve topográfico. Se ha establecido parámetros, con índices permisibles que cuantifiquen óptimamente el terreno: los terrenos no deberán ser de relieves accidentados mayores de 15% de pendiente, deberán en lo posible seleccionarse terrenos de relieve llano (menor a 5%) o en terrenos de relieve moderado (entre 5% y 15%).
- Deberá procurarse mantener cualquier elemento que sea de interés en las actividades educativas o confort ambiental. (árboles, etc.).
- La resistencia de suelo mínima aceptable será de 0.5 Kg./cm², y la capa freática debe encontrarse preferentemente a 1.50 m. de profundidad en época de lluvias o del incremento de nivel de dicha capa freática.

- Los terrenos deberán tener formas regulares, sin entrantes ni salientes, de perímetros definidos y mensurables, la relación entre sus lados como máximo debe ser de 1 a 2, cuyos vértices en lo posible sean hito de fácil ubicación y permanentes que permitan su registro (MINEDU - UNI – FAUA, 2006).

Para la construcción de locales educativos debe evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones naturales:

- Que contengan suelos de arenas o gravas no consolidadas.
- Ubicados en áreas con peligro de desbordamiento de ríos.
- Ubicados en áreas reservadas para recargas de acuíferos.
- Sujetos a erosión hídrica.
- Ubicados a menos de 500 m. de meandros de ríos que no sean estables.
- Que presenten fallas geológicas activas.
- Que se localicen en yacimientos petrolíferos o de gas que permitan una explotación de los mismos o que presenten probabilidades de futuros aprovechamientos.
- Que se localicen en zona de marea y de oleaje, en zonas costeras y lacustres particularmente los generados por Fenómenos de El Niño; se recomienda elegir un predio alejado de la línea de la costa, en vista de que, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud existe la posibilidad de generación de un maremoto. Para determinar

la distancia a la línea de la costa se pueden consultar experiencias pasadas.

- Ubicados en quebradas, cauce de huaycos susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales.
- Que presenten erosión severa, con desniveles profundos a menos de 100 m. de separación.
- Sujetos a un proceso erosivo causado por los vientos y/o por el escurrimiento excesivo de las aguas, por ejemplo playas o dunas.
- Ubicados sobre rellenos que contengan desechos sanitarios, industriales o químicos.
- Que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo en, o sobre el local escolar. En caso de terrenos localizados en o al pie de una ladera, se debe verificar la susceptibilidad a deslizamientos mediante inspección geológica y pruebas geotécnicas. En caso de que la ladera presente condiciones de inestabilidad, se puede considerar la factibilidad de su estabilización o bien la reubicación del futuro inmueble a distancia considerable del pie de la misma, en función de una opinión técnica calificada.
- Ubicados en las laderas de un volcán, sea éste activo o no.
- Evitar al máximo la acción de heladas, seleccionando un terreno que permita el flujo de aire frío tales como colinas o cualquier elevación sobre el nivel ordinario del terreno.

Para la construcción de locales escolares en centros poblados, sin menoscabo de las disposiciones legales aplicables, debe evitarse la selección de terrenos que presenten alguna o varias de las siguientes condiciones:

- Ubicados a una distancia igual o menor a 500 m. del lindero más cercano a los depósitos de basura y/o de plantas de tratamiento de basura o de aguas residuales.
- Ubicados a una distancia igual o menor a 500 m. del lindero más cercano a usos no compatibles como bares, cantinas y cualquier otro que pudiera agredir la moral y las buenas costumbres.
- Ubicados a una distancia igual o menor a 1 Km. del límite de depósitos de combustible y refinerías.
- Ubicados a una distancia igual o menor a 200 m. de las estaciones de servicio (cualquier tipo de materia combustible).
- Ubicados a una distancia igual o menor a 500 m. de ductos en los que fluyan combustibles (gasoductos, oleoductos, etc.), así como de instalaciones industriales de alta peligrosidad.
- Ubicados a menos de 100 m. de las líneas de electrificación de alta tensión.
- Ubicados a menos de 100 m. de líneas troncales de electrificación.

- Ubicados a menos de 3 m. de ramales o líneas de distribución de alumbrado público, teléfono, telégrafo o televisión por cable.
- Ubicados dentro de los límites de influencia de aeropuertos y pistas de aterrizaje según las regulaciones nacionales aplicables.
- Ubicados en áreas de relleno provenientes de residuos industriales, químicos, contaminantes o de basura en general.
- Ubicados en áreas que fueron cementerios.
- Ubicados dentro del derecho de vía de ductos o tuberías que conduzcan materiales peligrosos, así como de caminos, vías de ferrocarril y cuerpos superficiales de agua, por donde se transporten materiales peligrosos.
- Que hayan sido utilizados como depósitos de materiales corrosivos reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o infecciosos.
- Ubicados dentro del radio de afectación previsto ante la posible ocurrencia de algún desastre químico causado por alguna fuga, derrame, explosión o incendio de industrias localizadas en la vecindad del mismo.
- Ubicados en intersecciones con carreteras, vías principales o vías férreas (MINEDU - UNI – FAUA, 2006).

Zona de influencia

- Para la selección del terreno se debe tomar en consideración que los tiempos de recorrido del lugar de procedencia de los alumnos a la escuela, sean razonables en relación a las condiciones particulares de cada terreno, tales como la topografía, vías de comunicación, climatología, etc., atendiendo a las recomendaciones de las áreas de planeación educativa en cada región o municipio.
- En el caso de terrenos para locales educativos que beneficien a varias comunidades de la zona rural o varios asentamientos en zonas peri-urbanas, debe procurarse que se ubiquen a distancias y/o tiempos de recorrido similares de cada una de ellas.
- En todos los casos deben evitarse terrenos tales que para llegar a ellos sea necesario que los estudiantes tengan que cruzar zonas con peligros naturales como pueden ser corrientes de agua constante o esporádica (MINEDU - UNI – FAUA, 2006).

2.5 Información general de la zona de estudio

Como principal referente de la nueva educación fiscal en el país, se suscita una planificación incluyente mediante la aplicación de los derechos y garantías constitucionales, los compromisos internacionales y las políticas de estado.

Las UEM se distribuyen equitativamente a lo largo del territorio ecuatoriano, cubriendo zonas en las cuales existió una ausencia total o parcial del Estado.

En la Tabla 3 se detalla la ubicación de las escuelas monitoreadas, que se encuentran distribuidas en las nueve zonas de planificación (SENPLADES), cubriendo las regiones naturales del Ecuador continental:

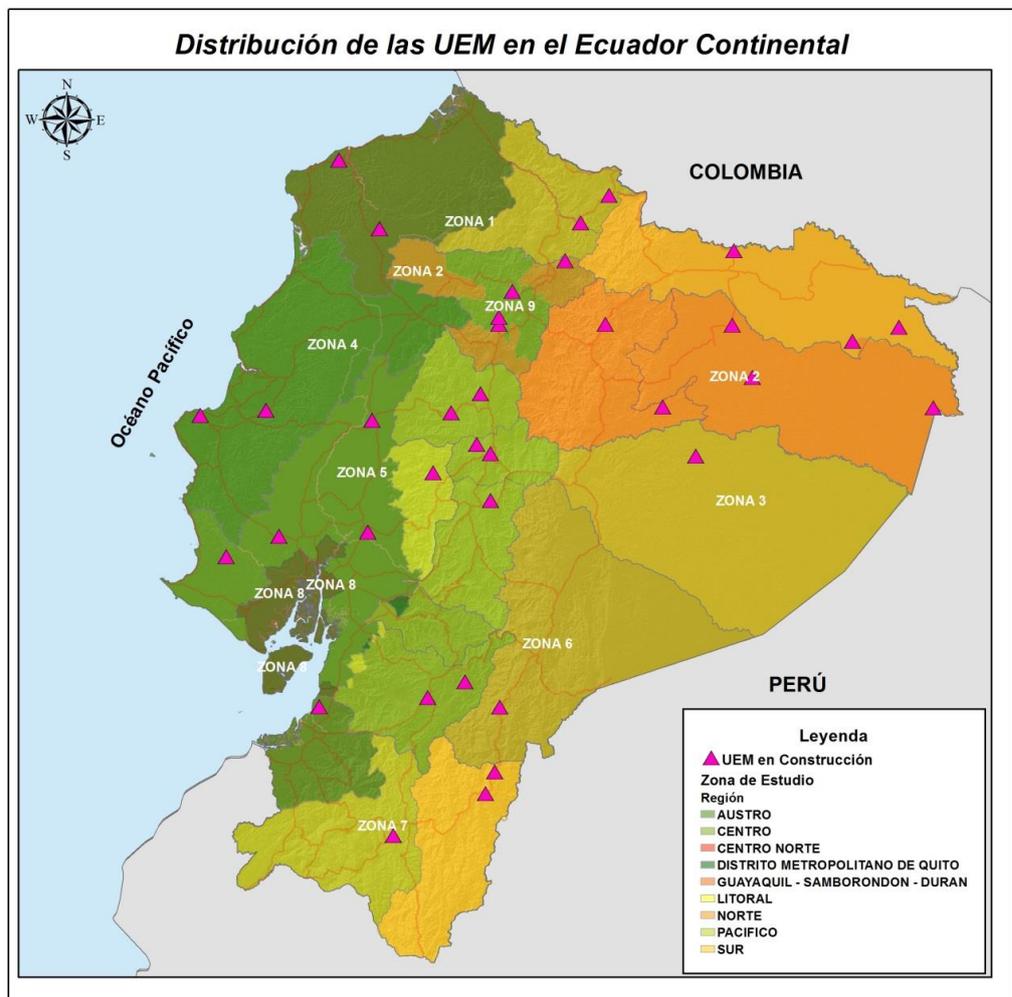


Figura 8: Distribución de UEM en el país.

Fuente: SEMPLADES, Christian Mendes

Tabla 3

Distribución de UEM en el país

| Zona | Provincia | Cantón | Parroquia | Nombre de la UEM |
|--------|------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Zona 1 | Carchi | Bolívar | Piquiucho | San Gabriel de Piquiucho |
| Zona 1 | Carchi | Tulcán | Santa Marta de Cuba | Carlos Romo Dávila |
| Zona 1 | Esmeraldas | Quinindé | Malimpia | Malimpia |
| Zona 1 | Esmeraldas | Esmeraldas | Simón Plata | Simón Plata |
| Zona 1 | Sucumbíos | Lago Agrio | General Farfán | Rafael Rodríguez |
| Zona 2 | Napo | El Chaco | Santa Rosa | Santa Rosa del Chaco |
| Zona 2 | Napo | Tena | Chontapunta | Chontapunta |
| Zona 2 | Orellana | La Joya de los Sachas | La Joya de los Sachas | La Joya de los Sachas |
| Zona 2 | Orellana | Francisco de Orellana | Dayuma | Rodrigo Borja |
| Zona 2 | Orellana | Aguarico | Nuevo Rocafuerte | Nuevo Rocafuerte |
| Zona 2 | Pichincha | Cayambe | Olmedo | Pesillo |
| Zona 3 | Cotopaxi | Saquisilí | Canchagua | Canchagua |
| Zona 3 | Chimborazo | Guano | San Andrés | Guano |
| Zona 3 | Tungurahua | Ambato | Quisapincha | Quisapincha |
| Zona 3 | Tungurahua | Ambato | Chibuleo | Chibuleo |
| Zona 4 | Manabí | Junín | Junín | Junín |
| Zona 4 | Manabí | Manta | Tarqui | Tarqui (Manta) |
| Zona 5 | Bolívar | Salinas | Salinas | Salinas |
| Zona 5 | Los Ríos | Quevedo | San Camilo /24 | Nicolás Infante Díaz |

| | | | | |
|--------|---------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
| | | | de Mayo | |
| Zona 5 | Los Ríos | Babahoyo | Clemente Baquerizo | Eugenio Espejo |
| Zona 5 | Santa Elena | Santa Elena | Colonche | continúa |
| Zona 6 | Azuay | Gualaceo | San Juan | Gualaceo |
| Zona 6 | Azuay | Cuenca | Victoria del Portete | Victoria del Portete |
| Zona 6 | Morona Santiago | San Juan Bosco | San Juan Bosco | San Juan Bosco |
| Zona 7 | El Oro | El Guabo | Tendales | Tendales |
| Zona 7 | Loja | Catamayo | El Tambo | El Tambo |
| Zona 7 | Zamora Chinchipe | El Pangui | El Pangui | El Pangui |
| Zona 7 | Zamora Chinchipe | Yantzaza | Los Encuentros | 10 de Agosto |
| Zona 8 | Guayas | Isidro Ayora | Isidro Ayora | Isidro Ayora |
| Zona 9 | Pichincha | Quito | Chillogallo | Mejía |
| Zona 9 | Pichincha | Quito | Pomasqui | Montúfar |
| Zona 9 | Pichincha | Quito | La Mena | 24 de Mayo |

Fuente: Christian Mendes

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

Las UEM son construidas con el objetivo de ofrecer una educación de calidad con un modelo de gestión ajustado a estándares internacionales y que cumpla con los requerimientos del Ecuador. Forman parte de un proyecto de desarrollo integral con la finalidad de vincular a la comunidad en el progreso de sus habitantes, incluyendo a la familia, sectores sociales, productivos, culturales, entre otros.

El MCCTH, con la finalidad de garantizar una educación de calidad realiza el monitoreo de la infraestructura educativa (visitas realizadas a las UEM en ejecución y en funcionamiento). En este proceso se identificó que los montos de las obras se elevaban por la generación de contratos complementarios, muchas veces realizados por no haberse considerado las diferentes características geográficas de la zona de construcción.

En este contexto, algunas de las empresas constructoras de las unidades educativas del milenio no pueden cumplir con los plazos establecidos en las fechas contractuales, lo que genera alertas sobre las razones específicas que pueden ocasionar estos retrasos. De ahí la importancia de las fichas, que registran las particularidades de las causas de los retrasos.

3.1 Recopilación de información existente

Para la ejecución de este proyecto se realizó la identificación y recopilación de toda la información que se estimó de importancia, con la finalidad de tener un documento consolidado y fiable; esta información se encuentra en formato digital y análogo. A continuación se describe el tipo de información seleccionada:

- Archivos análogos (fichas técnicas) con información referente al porcentaje de avance en la ejecución física por infraestructura, ejecución física por aspecto, servicios, ubicación, fecha de inicio de obra y posible finalización, capacidad de la infraestructura, avance de las obras desagregado en cada uno de los aspectos que la componen, monto del proyecto, y observaciones correspondientes. (Archivo de la CGISE del MCCTH)
- Planos de implantación de las obras.
- Archivo fotográfico.

Las fichas de campo levantadas por el MCCTH sirvieron como apoyo primordial para extraer información del avance porcentual de cada una de las unidades educativas y con esto poder identificar el cumplimiento del plazo establecido a la fecha contractual.

El MINEDUC proporcionó información sobre la metodología aplicada para la ubicación de las UEM por medio de su fuente de información pública (página web <http://educacion.gob.ec/criterios-de-ubicacion>).

A continuación, en la Tabla 4 se presenta el análisis de la información contenida en las fichas. En la matriz se puede evidenciar la

ubicación de la obra (zona, provincia, cantón y parroquia), fecha de inicio y fin, fecha de corte de la información, avance porcentual referente al estado general de la obra, y el estado con referencia al plazo de la firma del contrato; esta información sirve para identificar si la obra está dentro del plazo de entrega con respecto al tiempo contractual, y al avance de la infraestructura.

Tabla 4

Análisis de información recopilada

| Nombre de la UEM | Zona | Provincia | Cantón | Parroquia | Fecha Inicio de la Obra | Fecha Estimada de Fin de la Obra | Fecha Corte de Información | Estado General (%) | Estado de Obra |
|---------------------------|------|------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|
| San Gabriel de Piquiucho | 1 | Carchi | Bolívar | Piquiucho/Juncal | 15/05/2013 | 01/02/2014 | 04/11/2013 | 33,17 | Atrasada |
| Carlos Romo Dávila | 1 | Carchi | Tulcán | Santa Martha de Cuba | 21/12/2012 | 21/12/2013 | 04/11/2013 | 57 | Atrasada |
| Simón Plata | 1 | Esmeraldas | Esmeraldas | Esmeraldas | 25/03/2013 | 19/01/2014 | 24/01/2014 | 58 | Atrasada |
| Malimpia | 1 | Esmeraldas | Quinindé | Malimpia | N/I | N/I | 23/01/2014 | 20 | N/I |
| Cuyabeno | 1 | Sucumbíos | Cuyabeno | Cuyabeno | N/I | 31/07/2013 | N/I | 100 | Entregada |
| Pañacocha | 1 | Sucumbíos | Shushufindi | Pañacocha | N/I | 31/07/2013 | N/I | N/I | N/I |
| Santa Rosa | 2 | Napo | El Chaco | Santa Rosa | 10/01/2013 | 15/12/2013 | 28/11/2013 | 71 | Atrasada |
| Chonta Punta | 2 | Napo | Tena | Chontapunta | 16/02/2013 | 16/12/2013 | 20/09/2013 | 68 | A tiempo |
| Nuevo Rocafuerte | 2 | Orellana | Aguarico | Nuevo Rocafuerte | 04/03/2013 | 29/11/2013 | 07/01/2014 | 40 | Atrasada |
| Rodrigo Borja | 2 | Orellana | Francisco de Orellana | Dayuma | 01/04/2013 | 01/02/2014 | 09/01/2014 | 48 | Atrasada |
| Joya de los Sachas | 2 | Orellana | Joya de los Sachas | Joya de los Sachas | 19/12/2012 | 18/12/2013 | 08/01/2014 | 24 | Atrasada |
| Pesillo | 2 | Pichincha | Cayambe | Olmedo | 22/05/2013 | 22/12/2013 | 15/11/2013 | 55,07 | Atrasada |
| Rafael Rodríguez Palacios | 2 | Sucumbíos | Lago Agrio | General Farfán | 01/04/2013 | 01/07/2013 | 10/01/2014 | 43 | Atrasada |

continúa

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------|----------------|------------------------|------------|------------|------------|-------|----------|
| Guano | 3 | Chimborazo | Guano | San Andrés | 13/02/2013 | 17/07/2013 | 04/09/2013 | 80 | Atrasada |
| Canchagua | 3 | Cotopaxi | Saquisilí | Canchagua | 04/03/4698 | 30/10/2013 | 08/11/2013 | 83,7 | Atrasada |
| Quisapincha | 3 | Tungurahua | Ambato | Quisapincha | N/I | N/I | 14/02/2014 | 98 | N/I |
| Chibuleo | 3 | Tungurahua | Ambato | Chibuleo | 15/04/2013 | sep-13 | 10/02/2014 | 39 | Atrasada |
| Junín | 4 | Manabí | Junín | Junín | 29/11/2012 | 31/10/2013 | 17/10/2013 | 88,45 | Atrasada |
| Colegio Réplica Manta | 4 | Manabí | Manta | Tarqui | 05/12/2012 | 22/11/2013 | 15/10/2013 | 86,94 | Atrasada |
| Salinas | 5 | Bolívar | Guaranda | Salinas | 12/11/2012 | sep-13 | 29/10/2013 | 90 | Atrasada |
| Isidro Ayora | 5 | Guayas | Isidro Ayora | Isidro Ayora | N/I | 11/05/2013 | 18/10/2013 | 69,44 | Atrasada |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 5 | Los Ríos | Babahoyo | Clemente Baquerizo | 29/11/2012 | 31/10/2013 | 15/11/2013 | 97,36 | Atrasada |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 5 | Los Ríos | Quevedo | San Camilo/ 24 mayo | 13/09/2012 | 10/02/2013 | 14/11/2013 | 96,48 | Atrasada |
| Cerezal | 5 | Santa Elena | Santa Elena | Colonche | 19/06/2013 | 30/08/2013 | 02/12/2013 | 29 | Atrasada |
| Victoria del Portete | 6 | Azuay | Cuenca | Victoria del Portete | 16/09/2013 | 01/05/2014 | 01/11/2013 | 4,31 | Atrasada |
| Paiguara/ Gualaceo | 6 | Azuay | Gualaceo | San Juan | 06/08/2012 | 15/09/2013 | 01/11/2013 | 89,99 | Atrasada |
| San Juan Bosco | 6 | Morona Santiago | San Juan Bosco | San Juan Bosco | 24/05/2013 | 13/11/2013 | 13/01/2014 | 41 | Atrasada |
| Eloy Alfaro | 7 | El Oro | El Guabo | El Guabo | 01/02/2013 | 30/11/2013 | 13/11/2013 | 45,75 | Atrasada |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------------|-----------|-------------------|------------|------------|------------|-------|----------|
| Tambo | 7 | Loja | Catamayo | El Tambo | 28/05/2013 | oct-13 | 01/11/2013 | 22,22 | Atrasada |
| El Pangui | 7 | Zamora Chinchiipe | El Pangui | El Pangui | 07/01/2013 | 04/09/2013 | 31/10/2013 | 32,55 | Atrasada |
| 10 de Noviembre | 7 | Zamora Chinchiipe | Yantzaza | Los Encuentros | 14/01/2013 | 11/08/2013 | 31/10/2013 | 79,78 | Atrasada |
| Colegio Réplica Mejía | 9 | Pichincha | Quito | Quitumbe | N/I | 04/12/2013 | | 41 | N/I |
| Colegio Réplica Montúfar | 9 | Pichincha | Quito | Pomásqui | 06/05/2013 | 30/12/2013 | 21/11/2013 | 41 | Atrasada |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 9 | Pichincha | Quito | La Mena | N/I | 31/12/2013 | 20/11/2013 | 68 | N/I |

Fuente: Christian Mendes

Después de evidenciar el estado de las obras se consideró que es pertinente realizar una nueva visita in-situ, para verificar la problemática. Previo a esta actividad se realizó trabajo en oficina, ya que como norma primordial antes de salir al campo se debe planificar con el propósito de esclarecer inquietudes y optimizar recursos económicos y tiempo.

En la planificación en gabinete, se utilizó cartografía de libre acceso con la finalidad de identificar la influencia de diferentes tipos de variables (fenómenos naturales) que se presentan con mayor frecuencia como la presencia de fallas geológicas, líneas sísmicas, peligros volcánicos, zonas de inundación, entre otras, que afectan a la construcción de nueva infraestructura educativa y que no pueden distinguirse fácilmente sobre la zona en estudio o se necesita un cierto nivel de experiencia para hacerlo.

La cartografía base a nivel nacional (1:50000) se obtuvo a través del Instituto Geográfico Militar (IGM), como ente rector y, del portal público del Sistema Nacional de Información (SNI) se obtuvo la cartografía temática (1:250000) que facilita el análisis en gabinete.

A continuación, en la **Tabla 5** se presenta un detalle de la cartografía base y temática que fue utilizada para identificar el tipo de amenaza a la cual está expuesta la infraestructura en ejecución, que tiene datos de la fuente, el año, tipo y una breve descripción de la información:

Tabla 5

Información cartográfica utilizada en el proyecto (Formato shape)

| Sistema | Objeto | Fuente | Año | Tipo | Descripción |
|---|---|--------------------|------|------------------------|--|
| Sistema de Asentamientos Humanos | Peligro volcánico | IGENP-STGR | S/I | Polígono | Zonas susceptibles a eventos volcánicos |
| Información Base | Información IGM base | IGM | 2013 | Polígono, Línea, Punto | Coberturas Base IGM |
| DPA Referencial | Provincias 2011 | INEC | 2011 | Polígono | División administrativa referencial |
| Sistema Ambiental | Sistema Nacional de Bosques y Vegetación Protectora | MAE | 2013 | Polígono | Identificación de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Bosques Protectores y vegetación protectora. |
| Información Base | Río | IGM | 2013 | Línea | Capas de Información Geográfica Base |
| Información Base | Vías | IGM | 2013 | Línea | Capas de Información Geográfica Base |
| Sistema Ambiental | SNAP | MAE | 2008 | Polígono | Sistema Nacional de Áreas Protegidas |
| Sistema Ambiental | Pendiente | MAGAP-IICA-CLIRSEN | 2002 | Polígono | Rangos de inclinación del terreno |
| Sistema Ambiental | Movimiento de masas | MAGAP – STGR | S/I | Polígono | Susceptibilidad a movimientos en masa |
| Sistema Ambiental | Área inundación | INAMHI-MAGAP | 2002 | Polígono | Áreas de inundación permanente |

Fuente: Sistema Nacional de Información 2014

Después de analizar la información cartográfica, la información levantada por el MCCTH y las normas internacionales, se identificó que las variables que se presentan con mayor periodicidad en las unidades educativas del milenio monitoreadas, y por ende han sido seleccionadas para la ejecución del proyecto, son las siguientes:

- Cercanía a zonas inundables
- Cercanía a zonas con movimientos en masa
- Nivel de peligro sísmico
- Influencia volcánica
- Pendientes
- Se realizó modificación del terreno

Tabla 6

Comparación de normas con respecto a las variables estudiadas.

| Variable | NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (Condiciones no aptas) | NORMA MEXICANA (Condiciones no aptas) | NORMAS TÉCNICAS PERUANAS (Condiciones no aptas) |
|----------------------------------|--|---|---|
| Cercanía zonas inundables | No es posible ubicar proyectos escolares en zonas pantanosas, áreas inundables | Terrenos ubicados a menos de 500 m. de cuevas o meandros de ríos que no sean estables. Los ubicados en zonas pantanosas, ciénagas y esteros. | Los ubicados en áreas con peligro de desbordamiento de ríos. Los ubicados a menos de 500 m. de meandros de ríos que no sean estables. |
| Movimientos en masa | Terrenos con alto riesgo de deslizamiento o receptores de éstos | Los propensos a deslizamientos del suelo o aquellos cercanos a una posible zona de deslizamiento y que puedan ser afectados por el mismo. Los cercanos a bloques rocosos, en laderas o partes altas de cerros, con posibilidades de rodar o desprenderse | Los que tengan posibilidad o peligro de deslizamientos del suelo en, o sobre el local escolar |
| Nivel de peligro sísmico | Los lotes para instalaciones escolares deben ubicarse en zonas en las cuales el riesgo de accidentalidad de las personas por causas naturales o humanas sea mínimo | Los terrenos ubicados sobre fallas geológicas | Los que presenten fallas geológicas activas. Los ubicados en quebradas, cauce de huaycos susceptibles a erosión y asociados a intensas precipitaciones pluviales. Los que presenten erosión severa, con desniveles profundos a menos de 100 m. de separación. |
| Influencia volcánica | Los lotes para instalaciones escolares deben ubicarse en zonas en las cuales el riesgo de accidentalidad de las personas por causas naturales o humanas sea mínimo | Ubicados en las laderas de un volcán activo o no activo | Los ubicados en las laderas de un volcán, sea éste activo o no. |
| Pendientes | No deben tener pendientes superiores al 15 grados | La pendiente máxima debe ser de 15 grados, eso quiere decir 15 cm por cada 100 cm. de longitud en cualquier sentido | La pendiente máxima de los terrenos debe ser de 15% en cualquier sentido |

Fuente: Elaboración Propia

Adicional a la selección, se propuso a la Coordinación General de Información, Seguimiento y Evaluación (CGISE), realizar nuevas visitas, que fueron programadas tomando en cuenta el porcentaje de avance de las obras, las particularidades de cada UEM, el tipo de problemática (administrativa o técnica), las observaciones realizadas por parte de la empresa fiscalizadora de la obra y la información levantada por el MCCTH en su primer monitoreo.

Las variables están calculadas por el nivel de intensidad, considerando la distancia al punto en el que se presenta la amenaza vigente para la UEM, riesgos que varían dependiendo la ubicación de las obras, según su regiones naturales; en la sierra no se presentan los mismos fenómenos que en la costa o el oriente, como inundaciones, peligros volcánicos, líneas sísmicas, etc.

Para el cálculo del nivel de impacto de cada una de las variables se utilizó la siguiente ponderación:

Tabla 7

Asignación del nivel de intensidad.

| Criterio de Distancia | Intensidad | Valor |
|---|------------|-------|
| Cuando la UEM se encuentra en o próximo del centro del área de la amenaza | Alta | 1 |
| Cuando la UEM se encuentra en los límites del área de la amenaza | Media | 2 |
| Cuando la UEM se encuentra fuera del área de la amenaza | Baja | 3 |

Fuente: Christian Mendes

Fichas de Campo

Con la finalidad de levantar la información en la nueva visita se diseñó una ficha de campo que contiene atributos que permiten registrar generalidades de la infraestructura como el área en estudio, las variables a monitorear, observaciones de singularidades o factores que retrasan la obra, y un registro fotográfico.

Fichas para el trabajo en campo

Tabla 8

Ficha de campo.

| FICHA DE CAMPO | | | | |
|---------------------------|------|-----------|-------------|-------------------|
| Nombre de la UEM: | | Distrito: | | |
| Localidad: | | Circuito: | | |
| Región: | | Zona: | | |
| Coordenadas: | X | Y | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | |
| Cercanía zonas inundables | | | | |
| Movimientos en masa | | | | |
| Zona sísmica | | | | |
| Influencia volcánica | | | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | OBSERVACIÓN |
| Nivel de peligro sísmico | | | | |
| | LAVA | CENIZA | PIROCLASTOS | FLUJOS DE LAHARES |
| Tipo de peligro volcánico | | | | |
| | Alta | Media | Baja | Porcentaje % |
| Pendientes | | | | |
| OBSERVACIÓN GENERAL | | | | |

Fuente: Christian Mendes

Las fichas de campo ayudaron a coleccionar la información de una manera más ordenada y óptima. A continuación se describe cada uno de los campos de la ficha:

- **Nombre de la UEM.-** El nombre de la unidad educativa del milenio en caso de que ya tenga un nombre asignado, de lo contrario llevará el nombre de la parroquia en donde está ubicada.
- **Localidad.-** Nombre de la parroquia en el cual se encuentra la infraestructura.
- **Región.-** Nombre de la región natural en la que se encuentra.
- **Distrito.-** Nombre que lleva el distrito educativo donde está situada la unidad educativa del milenio.
- **Circuito.-** Nombre que lleva el circuito educativo donde está situada la unidad educativa del milenio.
- **Zona.-** Número de zona de planificación (SENPLADES) en la que se encuentra la UEM.
- **Coordenada X:** Coordenada en X (Longitud) en la que se encuentra la UEM monitoreada, en el sistema de referencia WGS84, proyección UTM, zona 17sur, precisión +/- 5m (GPS navegador).
- **Coordenada Y:** Coordenada en Y (Latitud) en las que se encuentra la UEM monitoreada, en el sistema de referencia

WGS84, proyección UTM, zona 17sur, precisión +/- 5m (GPS navegador).

Para poder clasificar la intensidad de cada variable, se identifica la ubicación de la infraestructura; si ésta se encuentra en la zona de afectación directa (en el centro o próxima a éste) la intensidad será alta, si se encuentra en zonas alejadas o de afectación indirecta (límites de la zona de afectación) la intensidad será catalogada como media, y si la infraestructura se encuentra fuera de la zona de afectación, la intensidad será baja. A continuación se describen las variables que se tomaron en cuenta en las fichas de campo y la información con las que se las llenó:

- **Cercanía a zonas inundables.-** Distancia de ubicación con respecto a ríos o zonas inundables.



Figura 9: Grado de intensidad en zonas inundables.

Fuente: Christian Mendes

- **Movimientos en masa.-** Distancia de ubicación con respecto a zonas propensas a deslizamientos de tierra.

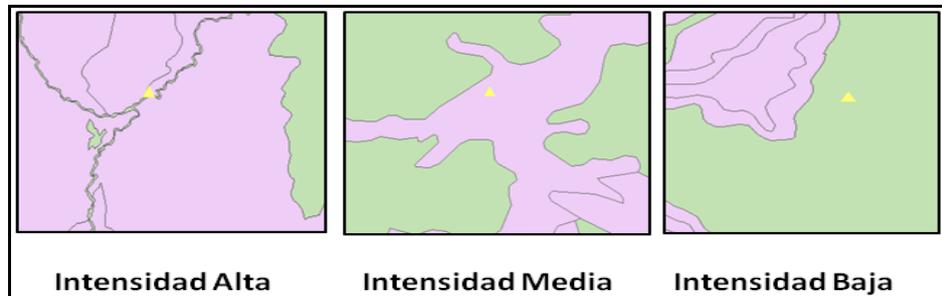


Figura 10: Grado de intensidad en zonas con la presencia de movimientos de masas.

Fuente: Christian Mendes

- **Zona Sísmica.-** Distancia de ubicación con respecto a zonas propensas a sismos como fallas geológicas.



Figura 11: Grado de intensidad en zonas con peligros sísmicos.

Fuente: Christian Mendes

- **Influencia Volcánica.-** En caso de identificar la posible afectación de algún tipo de influencia volcánica, se llena colocando el nombre del volcán, la intensidad (distancia a la afectación) de la variable, y el tipo de peligro volcánico.

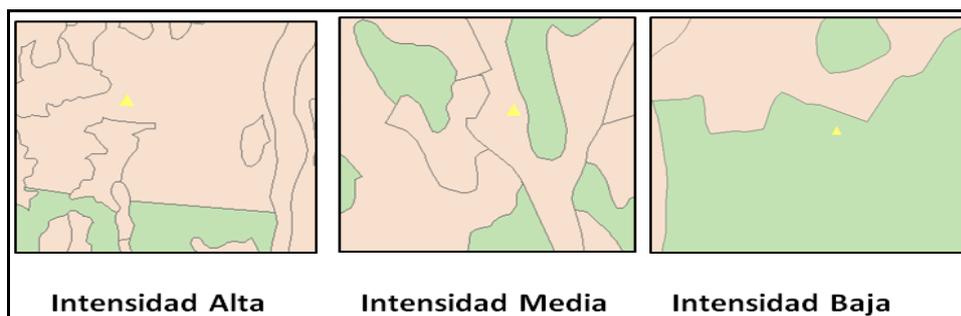


Figura 12: Grado de intensidad en zonas con peligros volcánicos.

Fuente: Christian Mendes

Adicionalmente se incorpora la variable “Modificación del Terreno” que indica si se realizó una modificación del terreno mayor a la planificada; en caso de ser afirmativo se representa con el número 1, de lo contrario se representa con el número 0.

En el Anexo 1 se presenta la información en las fichas de cada una de las unidades educativas del milenio que fueron levantadas en campo, con su respectivo archivo fotográfico.

En la planificación previa a las salidas de campo, se coordinó con representantes de la entidad requirente (MINEDUC) y los entes ejecutores de obras (SECOB⁷, EEEP⁸, PETROAMAZONAS-EP⁹, PCDEE¹⁰) para realizar una visita conjunta.

Ya en campo, una entrevista con el residente y el fiscalizador de obra es necesaria e imprescindible, puesto que facilita la obtención de información

⁷ SERVICIO DE CONTRATACION DE OBRAS

⁸ ECUADOR ESTRATÉGICO EMPRESA PÚBLICA

⁹ PETROAMAZONAS EMPRESA PÚBLICA

¹⁰ PROGRAMA CANJE DE DEUDA ECUADOR – ESPAÑA

particular que no pudo ser identificada en la primera visita y tampoco en el trabajo de gabinete. De esta forma los detalles y las variables definidas en campo se evidencian con mayor facilidad y objetividad.



Figura 13: Entrevista con el residente y fiscalizador de la obra (UEM de Guano).

Fuente: Christian Mendes

Posterior a la entrevista se procede a recorrer la zona de implantación junto con la infraestructura, de esta manera se levanta toda la información necesaria con su respectivo archivo fotográfico.



Figura 14: Levantamiento de información en la obra (UEM Simon Plata).

Fuente: Christian Mendes

3.2 Análisis de la información de campo

En la Tabla 9 se presentan los datos de la tabulación de las fichas de campo según los niveles de intensidad con los que se presentan las variables, junto con la frecuencia que tiene cada uno de éstos en las UEM.

Tabla 9

Tabulación de encuestas de campo.

| Variable | Cercanía a zonas inundables | Cercanía a zonas con Movimientos en masa | Nivel de peligro sísmico | Influencia volcánica | Pendientes Pronunciadas | Se realizó Modificación del Terreno |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Nombre UEM | | | | | | |
| Colegio Réplica Montúfar | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| UEM Cerezal | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Isidro Ayora | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Quisapincha | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| UEM Chibuleo | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| UEM El Pangui | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM 10 de Noviembre | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Canchagua | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Junín | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Salinas | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |

continúa

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UEM Guano | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Eloy Alfaro | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM San Juan Bosco | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| UEM Tambo | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 |
| UEM Santa Rosa | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| UEM Chonta Punta | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Rodrigo Borja | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Joya de los Sachas | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| Colegio Réplica Manta | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Victoria del Portete | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Colegio Réplica Mejía | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| UEM Pesillo | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| UEM Simón Plata | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| UEM Malimpia | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |

Fuente: Christian Mendes

La tabulación de las fichas de campo ayudó a identificar el valor de las variables y la incidencia que tienen en las unidades educativas del milenio monitoreadas. Con este procedimiento se pudo realizar un modelo para delimitar o identificar zonas adecuadas para la implantación de infraestructura educativa.

En la **Figura 12**, se puede observar los diferentes procesos que se aplicaron para desarrollar cada variable, y que se detallarán posteriormente.

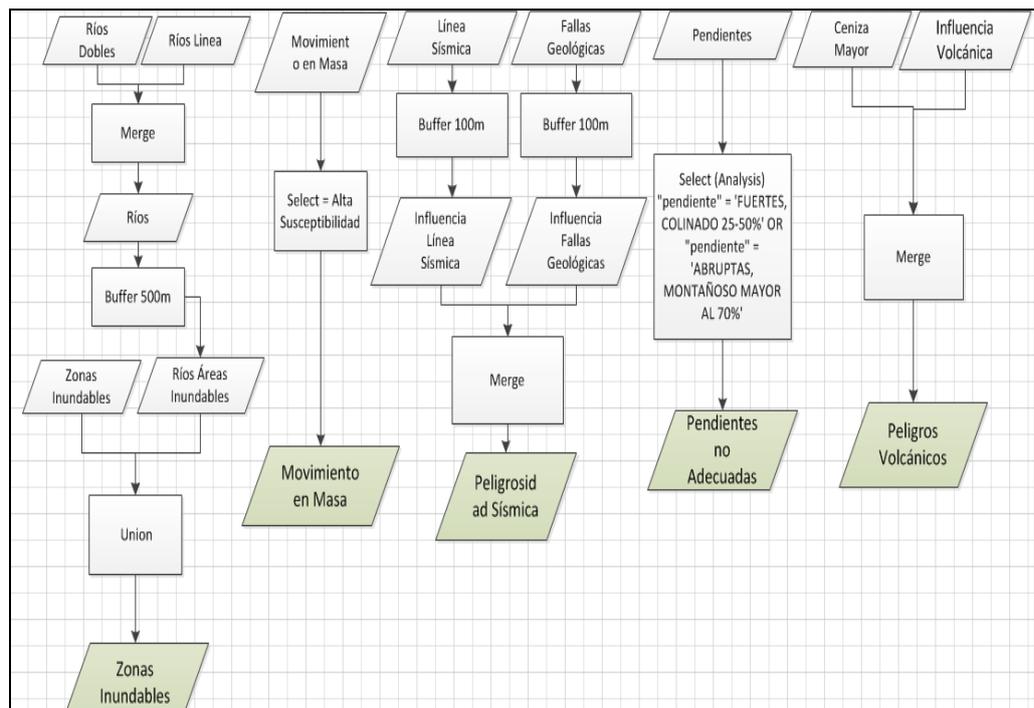


Figura 15: Diagrama de proceso para determinar variables de afectación a las UEM.

Fuente: Christian Mendes

3.3 Identificación de áreas seguras para la implementación de infraestructura educativa

Recurriendo a la ayuda que ofrecen los sistemas de información geográfica para el análisis del territorio, y basándose en normas internacionales para identificar terrenos adecuados para implantar infraestructura educativa, se realiza una selección de áreas que no

cumplen con los parámetros y con un conjunto de requerimientos fundamentales para que sea un zona óptima.

Se generó una cobertura georeferenciada de las unidades educativas del milenio monitoreadas, empleando información levantada en campo, y se la colocó sobre la cobertura de las distintas regiones naturales del Ecuador continental.

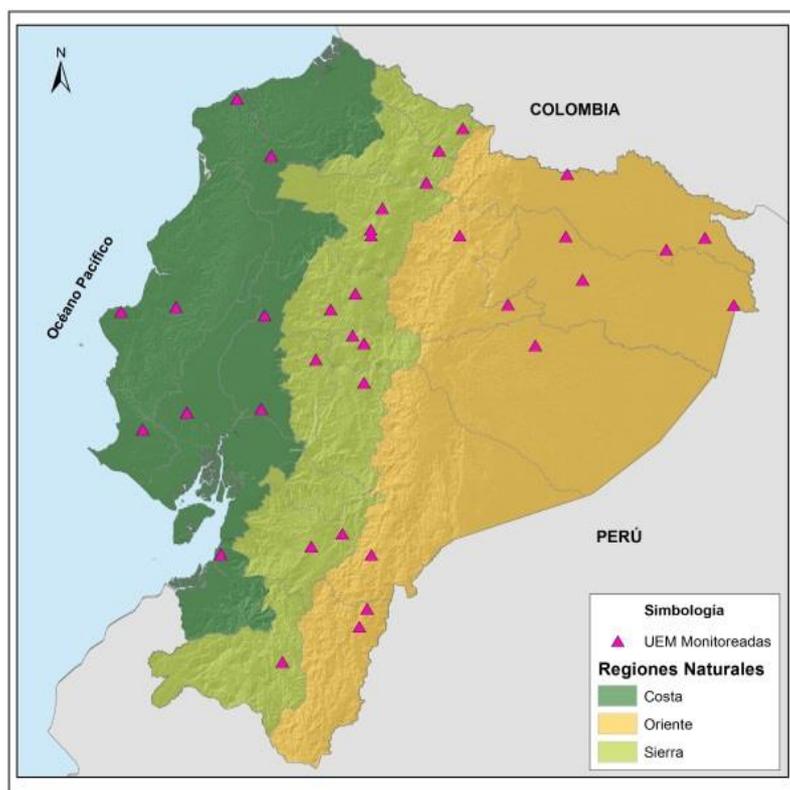


Figura 16: UEM georeferenciadas en las regiones naturales.

Fuente: INEC 2011, Christian Mendes

Con las UEM en ejecución georeferenciadas, y contando con la cobertura cartográfica de la región natural a la que pertenecen, se procede a seleccionar y generar coberturas de cada una de las variables estudiadas

que ponen en riesgo la infraestructura y en un futuro la integridad de los usuarios (estudiantes, profesores, personal administrativo entre otros).

3.3.1 Zonas inundables

En este proyecto se considera que las UEM ubicadas en zonas que se encuentran a una distancia menor a 500 m. (tomados desde el centroide de la variable) de cuevas o meandros de ríos que no sean estables (riesgo de desbordamiento) tienen mayor riesgo por inundación¹¹. Esto se puede visualizar en la figura que se muestra a continuación:

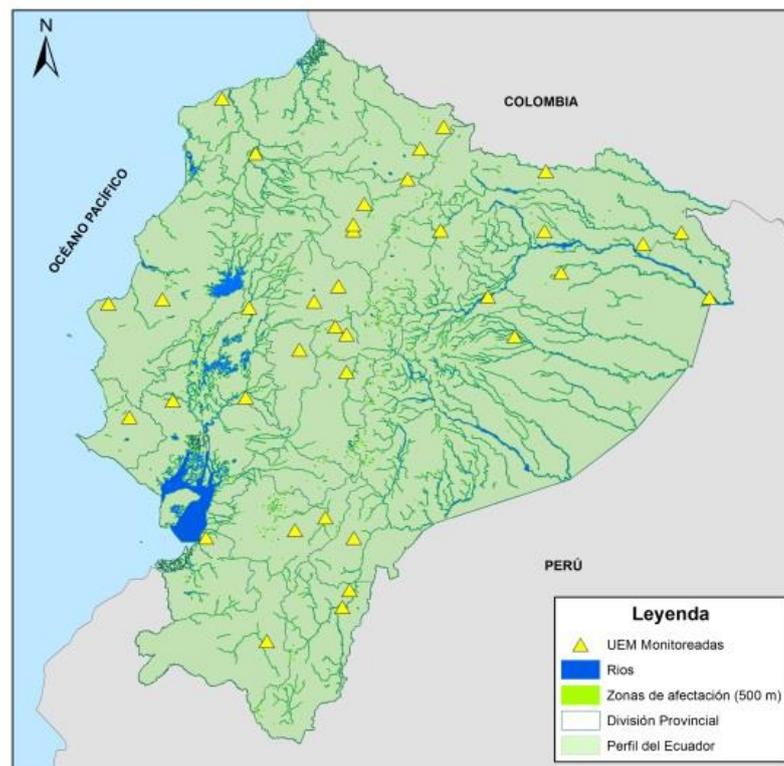


Figura 17: Zonas ubicadas a 500 m de los ríos.

Fuente: IGM 2013, Christian Mendes

¹¹ NORMA MEXICANA NMX-R-003-SCFI 2011

Adicionalmente, se consideran zonas inundables aquellas delimitadas por las instituciones técnicas científicas responsables de la generación y difusión de la cartografía temática¹².

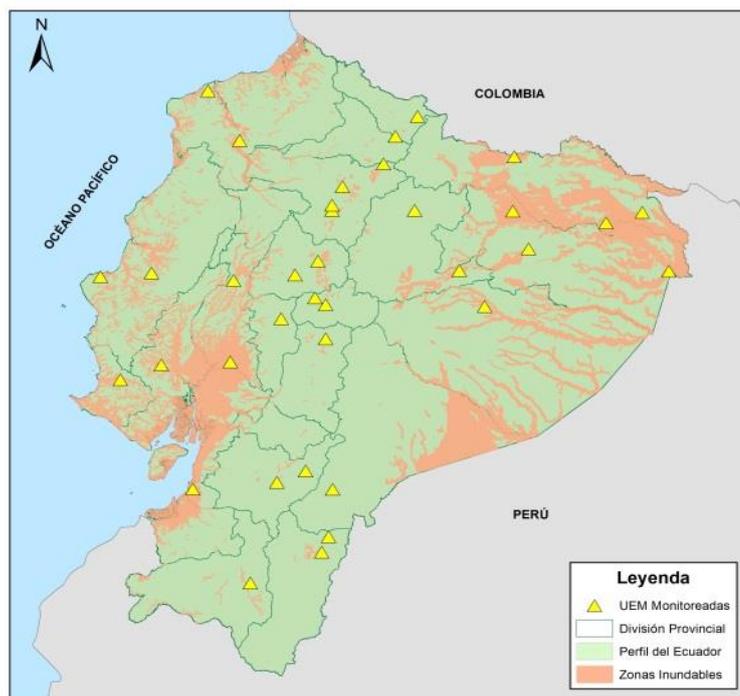


Figura 18: Zonas inundables.

Fuente: INAMHI-MAGAP 2002, Christian Mendes

3.3.2 Movimientos en masa

Utilizando la cobertura de movimientos en masa que se obtuvo del SNI, se identificaron las zonas propensas a tener alta incidencia de movimientos en masa, generados por las características que tiene el suelo, su permeabilidad, y sus pendientes. Estas zonas fueron clasificadas por instituciones como el MAGAP¹³ - STGR¹⁴.

¹² INAMHI-MAGAP 2002

¹³ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

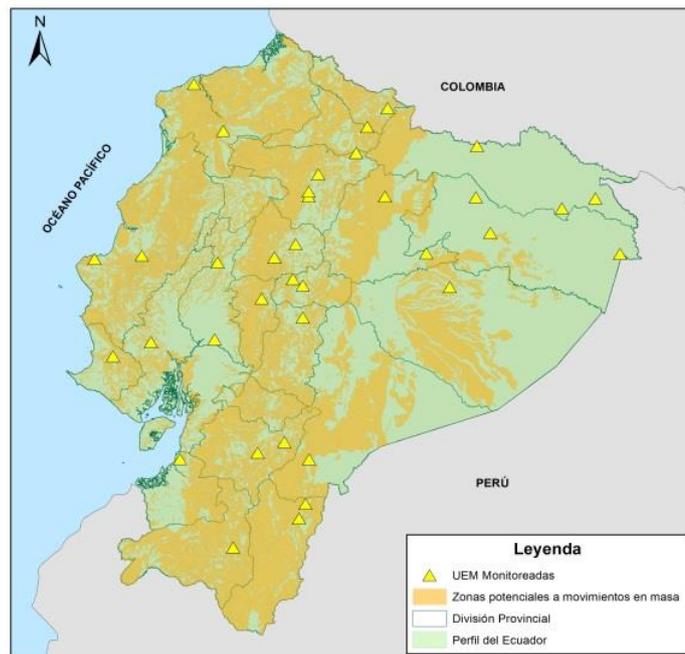


Figura 19: Zonas propensas a movimientos en masa.

Fuente: MAGAP-STGR, Christian Mendes

3.3.3 Nivel de peligrosidad sísmica

Las zonas que se catalogan como de alta peligrosidad sísmica, son áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de sismos, debido a la diversidad de las características geográficas, que involucran movimientos y aceleraciones del suelo.

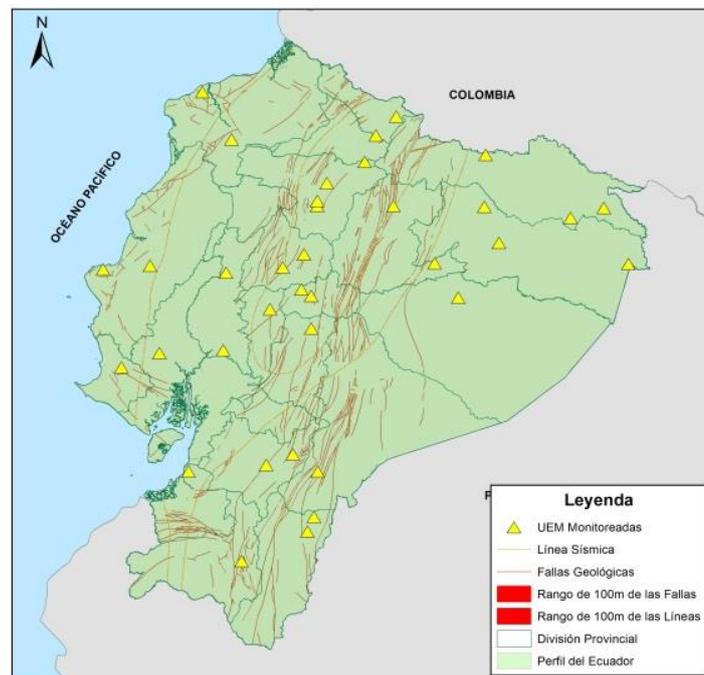


Figura 20: Zonas con presencia de fallas geológicas y líneas sísmicas.

Fuente: MAGAP-PRONAREG, Christian Mendes

3.3.4 Peligros volcánicos

Por la presencia de la Cordillera de los Andes en el Ecuador existen varios volcanes, que generan peligros. Basándose en la cobertura de influencia de fenómenos volcánicos como caída de ceniza, lahares, piroclastos, etc.; se realizó la selección de zonas que tienen la presencia de estos fenómenos.

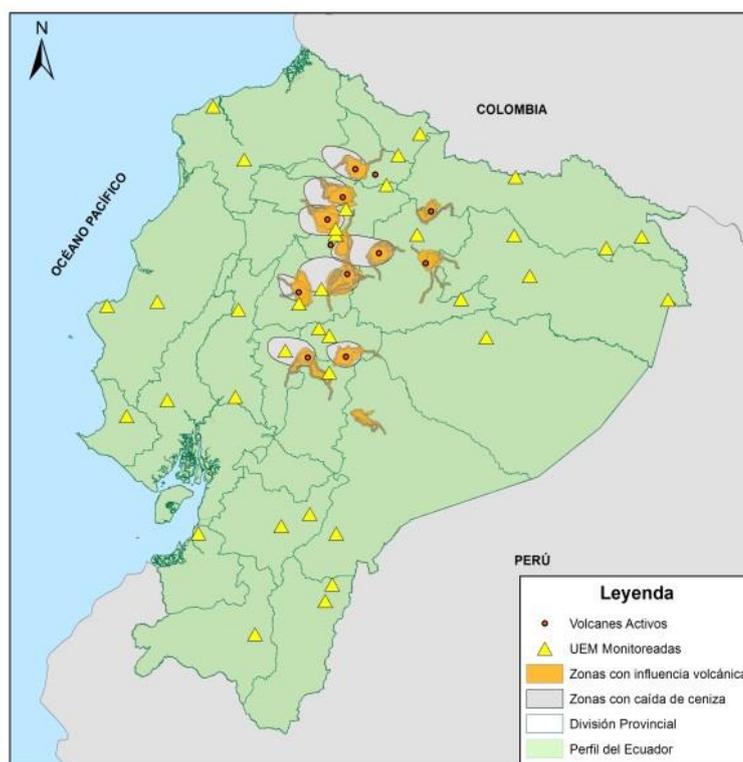


Figura 21: Zonas con presencia de peligros volcánicos.

Fuente: IGENP-STGR, Christian Mendes

3.3.5 Pendientes

En gran parte de la sierra, y con menor intensidad en el resto del territorio ecuatoriano, la presencia de montañas caracterizan la zona como irregular, con pendientes superiores al 25%, que están catalogadas como no aptas para la implantación de infraestructura educativa, zonas que fueron clasificadas por el MAGAP-IICA¹⁵- CLIRSEN¹⁶.

¹⁵ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

¹⁶ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos

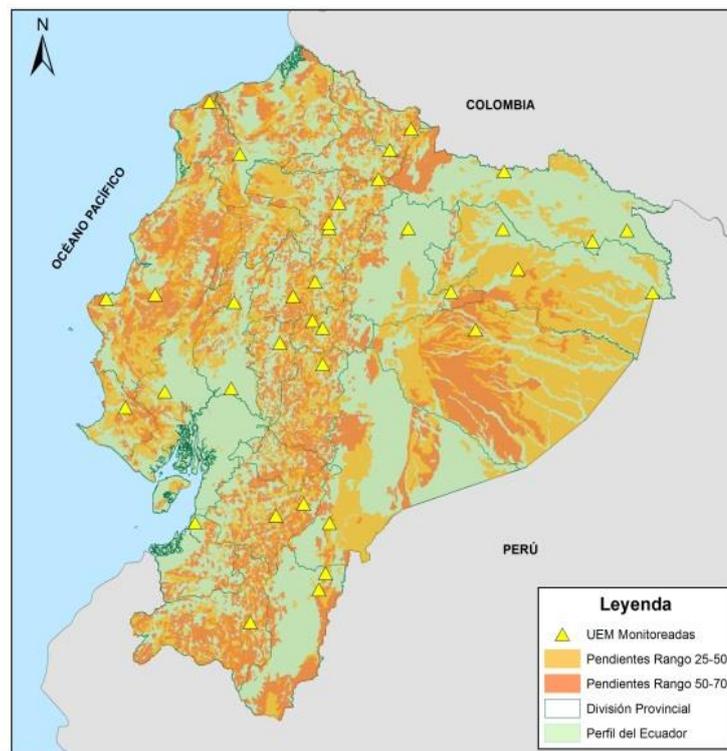


Figura 22: Zonas con pendientes inadecuadas para implantar UEM.

Fuente: MAGAP-IICA-CLIRSEN, Christian Mendes

Finalmente en la Figura 20, se puede observar la unión de todos los parámetros (coberturas) antes mencionados sin descartar ninguna variable, para proceder con la selección de áreas adecuadas para la implantación de las unidades educativas del milenio en Ecuador continental.

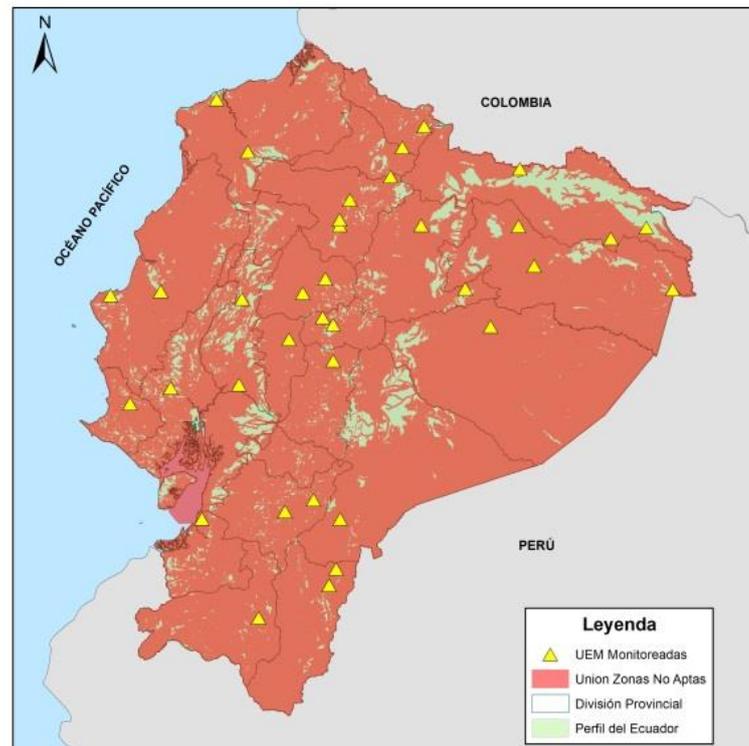


Figura 23: Variables inadecuadas para la implantación de UEM.

Fuente: Christian Mendes

3.4 Automatización del proceso

En caso de necesitar repetir el proceso para un área diferente o aplicar alguna variación en los parámetros, se realizó la automatización de las tareas de geoprocésamiento mediante la herramienta del Arcgis10.1 llamada Model Builder que facilita esta acción.

En el Model Builder se manejan entradas, procesos y salidas de información. Se puede tener varias entradas para un solo proceso y una sola salida como se muestra en la figura 21:

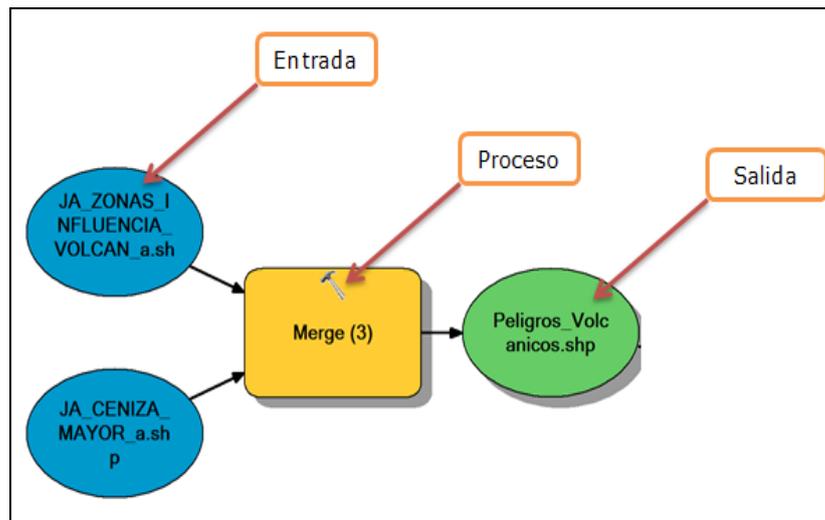


Figura 24: Componentes del geoprocetamiento.

Fuente: Christian Mendes

En el **Anexo 2** se presenta el modelo generado para este proyecto, que sirvió como base para alcanzar el objetivo principal de este trabajo. A continuación en la **Figura 22** se tiene un pequeño esquema del modelo.

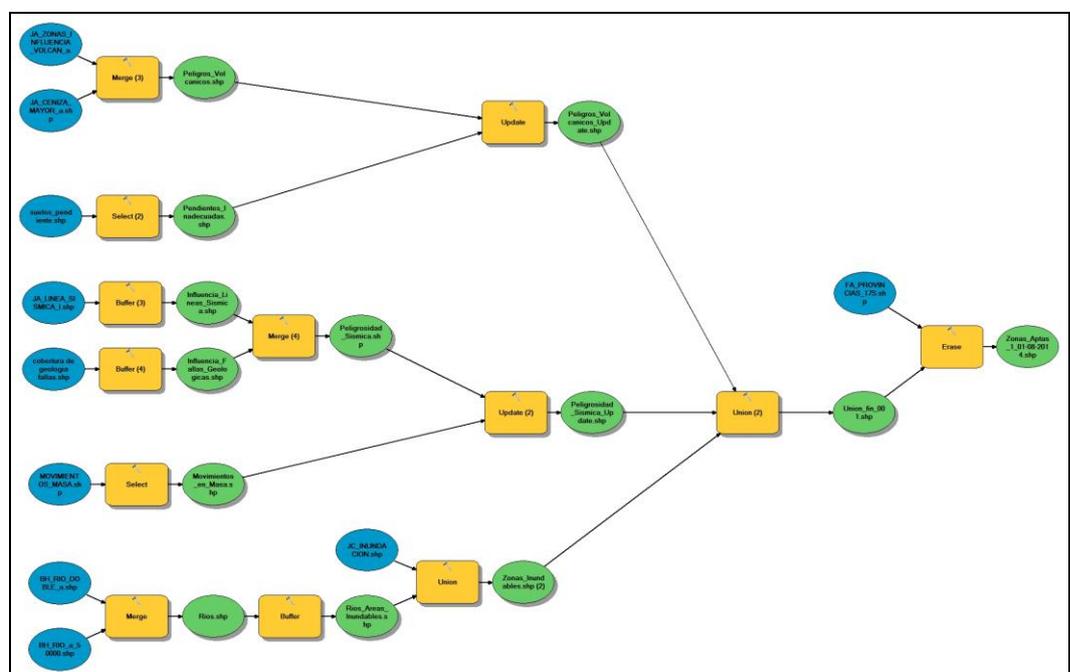


Figura 25: Modelo automatizado de selección de zonas adecuadas para implantar UEM.

Fuente: Christian Mendes

3.5 Desarrollo de los Modelos

Para el presente proyecto se desarrolló 3 modelos, en los cuales se mantienen constantes las características de las variables utilizadas, exceptuando las pendientes, a las cuales se consideró modificaciones causadas por el movimiento de tierras consecuencia del proceso de nivelación de suelos por parte de la constructora, y en relación a posibles modificaciones de las otras variables no representan aumentos significativos a montos de construcción de obra.

A continuación se presentan los modelos desarrollados.

3.5.1 Modelo N° 1

Para realizar el primer modelo geoespacial, se tomó en cuenta las pendientes inferiores al 12% de inclinación, acercándose a los parámetros sugeridos en las normas, el territorio ecuatoriano por ser tan accidentado y poseer una topografía variada, en la cobertura de pendientes suministrada (escala de trabajo 1: 250.000), presentan un porcentaje menor a lo sugerido en las normas internacionales (15% de inclinación), que representa el 10,76% del territorio del Ecuador continental, como se puede observar en la Figura 23.

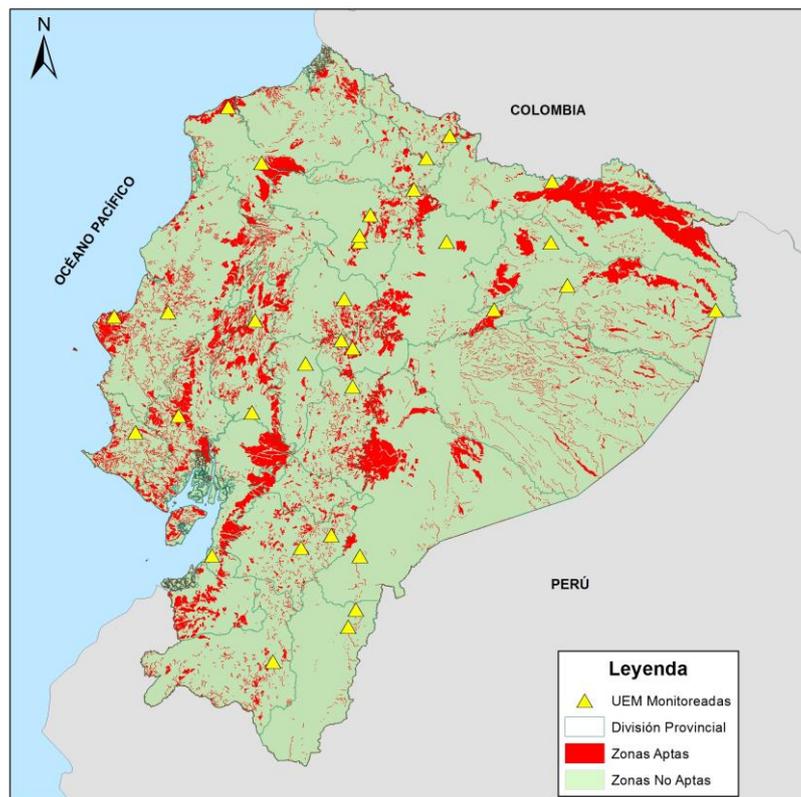


Figura 26: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 1).

Fuente: Christian Mendes

3.5.2 Modelo N° 2

En el modelo N° 2 las pendientes mayores o iguales al 25% de inclinación son descartadas, ya que según lo indicado en las normas estudiadas, se consideran como inadecuadas para la implantación de infraestructura educativa, por estar en un rango mayor al 15% de inclinación.

Según el segundo modelo, aproximadamente el 16,31% del área de Ecuador continental es apta para poder implantar infraestructura educativa.

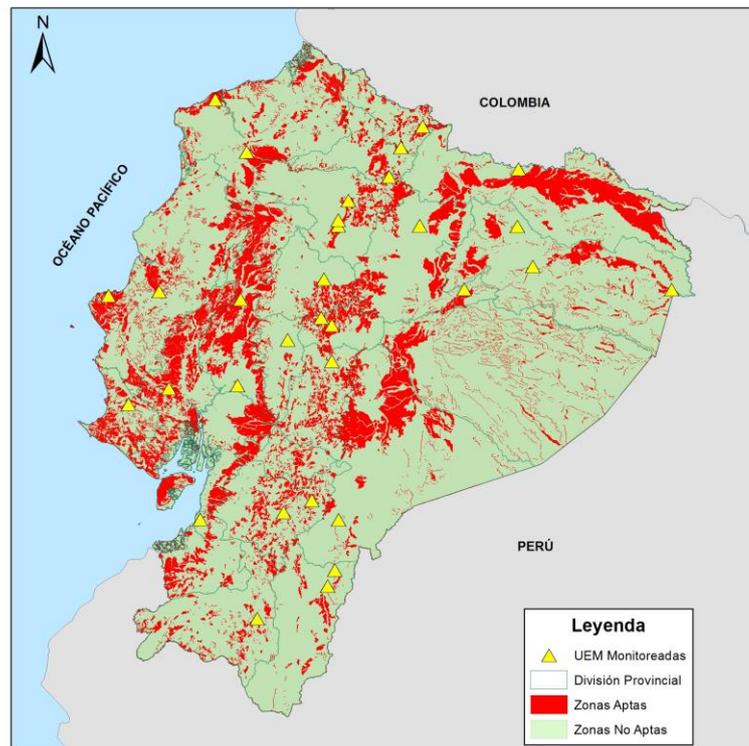


Figura 27: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 2).

Fuente: Christian Mendes

3.5.3 Modelo N° 3

En este modelo se descartaron las pendientes con rangos mayores o iguales al 70% de inclinación por ser consideradas como inadecuadas para la implantación de infraestructura educativa, según las normas estudiadas, y generan condiciones imposibles de cubrir para la modificación del terreno.

Se calculó el área seleccionada en el modelo N° 3 y nos indica que aproximadamente el 35,34% del área de Ecuador continental es apta para poder implantar infraestructura educativa.

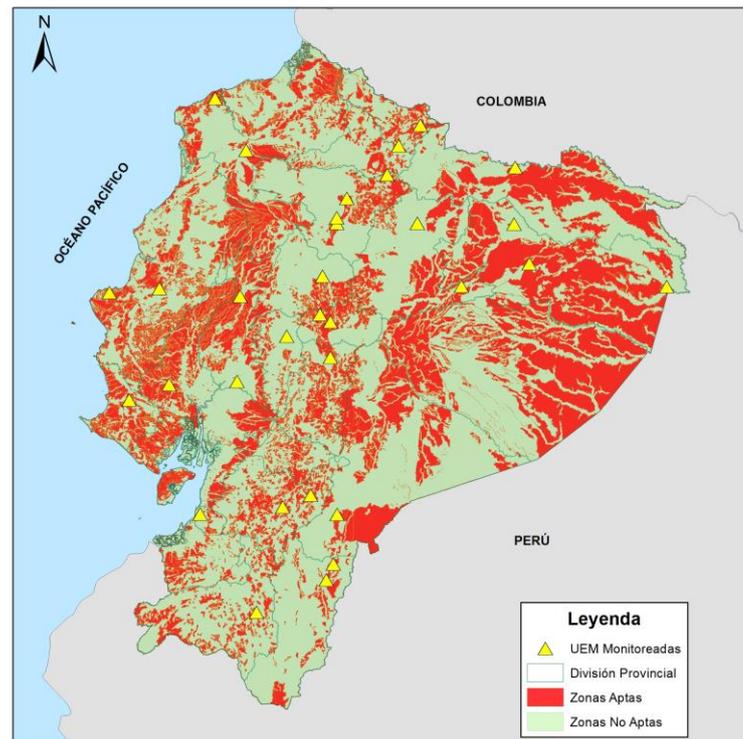


Figura 28: Zonas adecuadas para implantar UEM (Modelo N° 3).

Fuente: Christian Mendes

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1 Resultados de la tabulación de las fichas

Luego de realizar el análisis de la información geográfica y la tabulación de las fichas de campo, se identificó el número de unidades educativas del milenio que son afectadas por las variables estudiadas.

Con el monitoreo realizado a las unidades educativas del milenio, se identificó que todas tienen peligro de ser afectadas por los diferentes riesgos naturales estudiados, aclarando que la afectación varía de intensidad según la ubicación y el tipo de infraestructura. Estas afectaciones pueden ser inofensivas para la infraestructura, pero en algunos casos pueden causar otro tipo de anomalías, como por ejemplo en la caída de ceniza puede afectar la salud humana.

La **Tabla 10** que se muestra a continuación presenta los datos de la sistematización de las fichas levantadas en campo. En la tabla se encuentra detallada cada una de las variables analizadas, la intensidad de afectación por el riesgo determinado, el número de UEM afectadas, y la representación porcentual en la muestra total.

Tabla 10

Resultados de la tabulación.

| Variable | Intensidad | Nº UEM | Porcentaje |
|---------------------------|------------|--------|------------|
| Cercanía zonas inundables | 1(alta) | 18 | 56,25% |
| | 2(media) | 3 | 9,38% |
| | 3(baja) | 11 | 34,38% |
| Movimientos en masa | 1(alta) | 5 | 16,00% |
| | 2(media) | 2 | 6,00% |
| | 3(baja) | 25 | 78,00% |
| Nivel de peligro sísmico | 1(alta) | 0 | 0,00% |
| | 2(media) | 6 | 19,00% |
| | 3(baja) | 26 | 81,00% |
| Influencia volcánica | 1(alta) | 0 | 0,00% |
| | 2(media) | 4 | 12,50% |
| | 3(baja) | 28 | 87,50% |
| Pendientes | 1(alta) | 7 | 21,88% |
| | 2(media) | 4 | 12,50% |
| | 3(baja) | 21 | 65,63% |
| Modificación del Terreno | Si | 16 | 50,00% |
| | No | 16 | 50,00% |

Fuente: Christian Mendes

Las UEM están distribuidas a lo largo de las diferentes regiones naturales del Ecuador continental, lo que explica la posible influencia de las amenazas naturales:

- 9 UEM en la costa
- 14 UEM en la sierra
- 9 UEM en el oriente

En la Tabla 11, que se presenta a continuación, se encuentran los datos del análisis realizado con la cartografía proporcionada y generada, en la que se encuentra el número de UEM, la distribución, y el tipo de afectación a las que están expuestas.

Tabla 11

Clasificación de las UEM afectadas por los riesgos naturales estudiados, distribuidas por regiones naturales.

| Variable | Número de UEM afectadas | Costa | Sierra | Oriente | Porcentajes de UEM con posible afectación |
|---|--------------------------------|--------------|---------------|----------------|--|
| Inundaciones | 16 | 5 | 5 | 6 | 50,00% |
| Movimiento de masas | 10 | 3 | 4 | 3 | 31,25 % |
| Peligrosidad Sísmica | 10 | 3 | 4 | 3 | 31,25 % |
| Peligrosidad Volcánica | 10 | 2 | 7 | 1 | 31,25 % |
| Pendientes Inadecuadas (mayor al 70% de inclinación) | 7 | 1 | 4 | 2 | 21,88 % |

Fuente: Christian Mendes

Con las respectivas visitas in situ se evidenció los tipos de afectaciones así como la intensidad a las que se enfrentan las unidades educativas del milenio. A continuación se presenta la intensidad con que cada una de las variables afectaría a las UEM:

Cercanía zonas inundables

Tabla 12

Unidades Educativas del Milenio expuestas a afectación por la cercanía a zonas inundables.

| Nombre de la UEM | Cercanía a zonas inundables (Intensidad) |
|--------------------------------|---|
| UEM Isidro Ayora | 1 |
| UEM Chibuleo | 1 |
| UEM 10 de Noviembre | 1 |
| UEM Junín | 1 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 1 |
| UEM Guano | 1 |
| UEM Eloy Alfaro | 1 |
| UEM San Juan Bosco | 1 |
| UEM Santa Rosa | 1 |
| UEM Chonta Punta | 1 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 1 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 1 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 1 |
| UEM Rodrigo Borja | 1 |
| UEM Joya de los Sachas | 1 |
| UEM Pesillo | 1 |
| UEM Simón Plata | 1 |
| UEM Malimpia | 1 |
| UEM Cerezal | 2 |
| UEM El Pangui | 2 |
| UEM Victoria del Portete | 2 |
| Colegio Réplica Montúfar | 3 |
| UEM Quisapincha | 3 |
| UEM Canchagua | 3 |

continúa

| | |
|---|---|
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 |
| UEM Salinas | 3 |
| UEM Tambo | 3 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 |
| Colegio Réplica Manta | 3 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 3 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 3 |
| Colegio Réplica Mejía | 3 |

Fuente: Christian Mendes

Los datos levantados en campo muestran la influencia que tiene cada una de las zonas de estudio debido a sus características climáticas, zonas con posible peligro de inundación, y afectación a la infraestructura de las unidades educativas del milenio debido a la cercanía; obteniéndose resultados de la intensidad alta equivalente al 56,25%, media equivalente al 9,38% y baja equivalente al 34,38%.

Movimientos en masa

Tabla 13

Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con movimientos de masa.

| Nombre de la UEM | Movimientos en masa (Intensidad) |
|-------------------------|---|
| UEM Junín | 1 |
| UEM San Juan Bosco | 1 |
| UEM Santa Rosa | 1 |
| UEM Rodrigo Borja | 1 |
| UEM Simón Plata | 1 |

continúa

| | |
|--------------------------------------|---|
| UEM Guano | 2 |
| UEM Tambo | 2 |
| Colegio Réplica Montúfar | 3 |
| UEM Cerezal | 3 |
| UEM Isidro Ayora | 3 |
| UEM Quisapincha | 3 |
| UEM Chibuleo | 3 |
| UEM El Pangui | 3 |
| UEM 10 de Noviembre | 3 |
| UEM Canchagua | 3 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 |
| UEM Salinas | 3 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 3 |
| UEM Eloy Alfaro | 3 |
| UEM Chonta Punta | 3 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 3 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 3 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 3 |
| UEM Joya de los Sachas | 3 |
| Colegio Réplica Manta | 3 |
| UEM Victoria del Portete | 3 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 3 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 3 |
| Colegio Réplica Mejía | 3 |
| UEM Pesillo | 3 |
| UEM Malimpia | 3 |

Fuente: Christian Mendes

Con respecto a las zonas con posible amenaza de ocurrencia de movimiento de masas, el 15,63% de las unidades educativas del milenio monitoreadas tienen una intensidad alta, el 6,25% tiene una intensidad media, y el 78,13% tiene una intensidad baja.

Nivel de peligro sísmico

Tabla 14

Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con peligro sísmico.

| Nombre de la UEM | Nivel de peligro sísmico (Intensidad) |
|--------------------------------------|--|
| Colegio Réplica Montúfar | 2 |
| UEM Chibuleo | 2 |
| UEM Canchagua | 2 |
| UEM Salinas | 2 |
| UEM Guano | 2 |
| UEM Santa Rosa | 2 |
| UEM Cerezal | 3 |
| UEM Isidro Ayora | 3 |
| UEM Quisapincha | 3 |
| UEM El Pangui | 3 |
| UEM 10 de Noviembre | 3 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 |
| UEM Junín | 3 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 3 |
| UEM Eloy Alfaro | 3 |
| UEM San Juan Bosco | 3 |
| UEM Tambo | 3 |
| UEM Chonta Punta | 3 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 3 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 3 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 3 |
| UEM Rodrigo Borja | 3 |
| UEM Joya de los Sachas | 3 |
| Colegio Réplica Manta | 3 |
| UEM Victoria del Portete | 3 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 3 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 3 |
| Colegio Réplica Mejía | 3 |
| UEM Pesillo | 3 |
| UEM Simón Plata | 3 |
| UEM Malimpia | 3 |

Fuente: Christian Mendes

El 18,75% de las unidades educativas del milenio monitoreadas se encuentran en zonas con probabilidad de ocurrencia sísmica de intensidad media, el 81,25% restante se ubica en una zona con una intensidad baja, alejadas de zonas con probabilidad de ocurrencia del fenómeno.

Influencia volcánica

Tabla 15

Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por la cercanía a zonas con influencia volcánica.

| Nombre de la UEM | Influencia volcánica (Intensidad) |
|--------------------------------|--|
| UEM San Juan Bosco | 2 |
| UEM Tambo | 2 |
| UEM Santa Rosa | 2 |
| UEM Victoria del Portete | 2 |
| Colegio Réplica Montúfar | 3 |
| UEM Cerezal | 3 |
| UEM Isidro Ayora | 3 |
| UEM Quisapincha | 3 |
| UEM Chibuleo | 3 |
| UEM El Pangui | 3 |
| UEM 10 de Noviembre | 3 |
| UEM Canchagua | 3 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 |
| UEM Junín | 3 |
| UEM Salinas | 3 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 3 |
| UEM Guano | 3 |
| UEM Eloy Alfaro | 3 |
| UEM Chonta Punta | 3 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 3 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 3 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 3 |
| UEM Rodrigo Borja | 3 |

continúa

| | |
|--------------------------------------|---|
| UEM Joya de los Sachas | 3 |
| Colegio Réplica Manta | 3 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 3 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 3 |
| Colegio Réplica Mejía | 3 |
| UEM Pesillo | 3 |
| UEM Simón Plata | 3 |
| UEM Malimpia | 3 |

Fuente: Christian Mendes

En el Ecuador existe la presencia de volcanes debido a la formación de cadenas montañosas generadas por el choque de placas, lo que indica la presencia de una topografía sinuosa. En este sentido, se identificó que el 12,50% de las UEM monitoreadas están en zona de afectación directa (intensidad alta y media) con posible ocurrencia de fenómenos volcánicos, y el 87,50% se encuentran en zona con intensidad baja, afectados principalmente por la caída de ceniza.

Pendientes

Tabla 16

Unidades Educativas del Milenio con posible afectación por estar ubicadas en zonas con pendientes inadecuadas.

| Nombre de la UEM | Pendientes (Intensidad) |
|----------------------------|-------------------------|
| Colegio Réplica Montúfar | 1 |
| UEM Quisapincha | 1 |
| UEM Chibuleo | 1 |
| UEM San Juan Bosco | 1 |
| UEM Santa Rosa | 1 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 1 |
| Colegio Réplica Mejía | 1 |

continúa

| | |
|--------------------------------------|---|
| UEM Salinas | 2 |
| UEM Tambo | 2 |
| UEM Victoria del Portete | 2 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 2 |
| UEM Cerezal | 3 |
| UEM Isidro Ayora | 3 |
| UEM El Pangui | 3 |
| UEM 10 de Noviembre | 3 |
| UEM Canchagua | 3 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 3 |
| UEM Junín | 3 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 3 |
| UEM Guano | 3 |
| UEM Eloy Alfaro | 3 |
| UEM Chonta Punta | 3 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 3 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 3 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 3 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 3 |
| UEM Rodrigo Borja | 3 |
| UEM Joya de los Sachas | 3 |
| Colegio Réplica Manta | 3 |
| UEM Pesillo | 3 |
| UEM Simón Plata | 3 |
| UEM Malimpia | 3 |

Fuente: Christian Mendes

Este estudio muestra que al momento de elegir el área para la construcción de las UEM, la pendiente del terreno no fue uno de los parámetros principales para la selección del mismo, ya que se identificó que el 21,88% de las unidades se edifican en zonas con pendientes de un porcentaje de inclinación alto; el 12,50% en zonas con pendientes con un porcentaje de inclinación media y el 65,63% en zonas con pendientes con un porcentaje de inclinación baja; resaltando que se considera como intensidad baja áreas con pendientes modificables.

Modificación del Terreno

Tabla 17

Unidades Educativas del Milenio que tuvieron que realizar modificaciones del terreno (más de lo planificado).

| Nombre de la UEM | Modificación del Terreno |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Colegio Réplica Montúfar | 0 |
| UEM Cerezal | 0 |
| UEM Quisapincha | 0 |
| UEM Canchagua | 0 |
| UEM Paiguara/Gualaceo | 0 |
| UEM Junín | 0 |
| UEM Salinas | 0 |
| UEM Guano | 0 |
| UEM Eloy Alfaro | 0 |
| UEM Tambo | 0 |
| UEM Santa Rosa | 0 |
| UEM San Gabriel de Piquiucho | 0 |
| UEM Joya de los Sachas | 0 |
| Colegio Réplica Manta | 0 |
| Colegio Réplica Nicolás Infante Díaz | 0 |
| UEM Pesillo | 0 |
| UEM Isidro Ayora | 1 |
| UEM Chibuleo | 1 |
| UEM El Pangui | 1 |
| UEM 10 de Noviembre | 1 |
| Colegio Réplica Eugenio Espejo | 1 |
| UEM San Juan Bosco | 1 |
| UEM Chonta Punta | 1 |
| UEM Carlos Romo Dávila | 1 |
| UEM Nuevo Rocafuerte | 1 |
| UEM Rafael Rodríguez Palacios | 1 |
| UEM Rodrigo Borja | 1 |
| UEM Victoria del Portete | 1 |
| Colegio Réplica 24 de Mayo | 1 |
| Colegio Réplica Mejía | 1 |
| UEM Simón Plata | 1 |
| UEM Malimpia | 1 |

Fuente: Christian Mendes

Debido a la ubicación de las UEM en terrenos irregulares, el 50% de las empresas constructoras ha realizado considerables movimientos de tierra (más de lo proyectado inicialmente) para una adecuación del área de construcción, lo que genera contratos complementarios y aumento del rubro total de la obra.

En la **Tabla 18**, se presenta la infraestructura afectada por los riesgos naturales estudiados, resaltando que existen unidades educativas del milenio que son afectadas por más de una variable.

Tabla 18

UEM afectadas por las amenazas naturales estudiadas.

| Zona de planificación | Provincia | Cantón | Nombre UEM | Variable |
|-----------------------|------------|------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Carchi | Bolívar | San Gabriel de Piquiucho | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| 1 | Esmeraldas | Esmeraldas | Simón Plata | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| 2 | Napó | El Chaco | Santa Rosa del Chaco | Inundaciones |
| | | | | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| | | | | Peligros volcánicos |
| 2 | Pichincha | Cayambe | Pesillo | Pendientes |
| | | | | Movimiento de masas |
| 2 | Napó | Tena | Chontapunta | Peligros sísmicos |
| 2 | Orellana | Aguarico | Nuevo Rocafuerte | Inundaciones |
| 2 | | | | Inundaciones |

continúa

| | | | | |
|---|------------------|-----------------------|------------------|---------------------|
| 2 | Orellana | Francisco de Orellana | Rodrigo Borja | Inundaciones |
| 3 | Chimborazo | Guano | Guano | Peligros volcánicos |
| 3 | Cotopaxi | Saquisilí | Canchagua | Peligros volcánicos |
| 3 | Tungurahua | Ambato | Quisapincha | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| | | | | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |
| 5 | Bolívar | Salinas | Salinas | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |
| 5 | Santa Elena | Santa Elena | Cerezal | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| | | | | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |
| 6 | Azuay | Gualaceo | Gualaceo | Inundaciones |
| 6 | Morona Santiago | San Juan Bosco | San Juan Bosco | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| 7 | Loja | Catamayo | El Tambo | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |
| 7 | Zamora Chinchipe | El Pangui | El Pangui | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |
| 7 | Zamora Chinchipe | Yantzaza | 10 de Noviembre | Inundaciones |
| | | | | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| 8 | Guayas | Isidro Ayora | Isidro Ayora | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| 9 | Pichincha | Quito | 24 de Mayo | Peligros volcánicos |
| 9 | Pichincha | Quito | Réplica Montúfar | Movimiento de masas |
| | | | | Peligros sísmicos |
| | | | | Peligros volcánicos |
| | | | | Pendientes |

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Del estudio realizado en la propuesta metodológica para identificar áreas seguras para la construcción de unidades educativas del milenio, que tome en cuenta normas internacionales de implantación de infraestructura educativa, mediante un modelo espacial se concluye que:

1. El levantamiento de información en territorio ayudó a obtener una base de datos confiable y consolidada, de forma que fue factible desarrollar el presente estudio y sirvió como base fundamental para la identificación de las variables con mayor incidencia durante la fase de construcción¹⁷ de las unidades educativas del milenio.

2. El trabajo en territorio es complementario e indispensable para la actividad de gabinete, ya que existen errores de precisión, generalmente originadas por la escala de la información cartográfica utilizada en el análisis; y, porque se puede evidenciar que la infraestructura está expuesta a factores físicos, estacionarios que varían con el tiempo.

¹⁷ Fecha de corte de la información: Mayo 2014

3. El análisis inicial de información corroboró que 16 unidades educativas del milenio, que representan el 50% de la infraestructura monitoreada, tienen retraso en el avance de la obra con respecto a la fecha contractual.

4. El desarrollo de una metodología para identificar áreas seguras para la implantación de unidades educativas del milenio es sumamente importante, ya que se reduce la probabilidad de ubicar infraestructura en zonas de riesgo, y de esta forma se logra mitigar siniestros que afecten a la vida humana, a la infraestructura y evita el incurrir en gastos excesivos.

5. Se utilizó normas internacionales de Colombia, Perú y México en la identificación de zonas seguras para implantar infraestructura educativa, porque se adaptan a la realidad existente en nuestro país, y porque para Ecuador no se encontró un documento que cuente con un estudio similar.

6. Al analizar las normas y las afectaciones que sufren las UEM, las variables identificadas fueron: cercanía a zonas inundables, cercanía a zonas con movimientos en masa, nivel de peligro sísmico, influencia volcánica, zonas con pendientes inadecuadas. Al realizar la visita in situ se identificó que en el área de construcción del 50% de las

UEM monitoreadas se realizaron modificaciones no contempladas del terreno.

7. Existen varias UEM que se encuentran afectadas por más de un riesgo natural, en muchos de los casos la caída de ceniza es el segundo más común.

8. Se desarrolló y validó tres modelos geospaciales con diferentes variables, a fin de identificar el modelo que más se ajuste a la realidad y permita determinar las zonas seguras para la construcción de las UEM con parámetros internacionalmente aceptados.

9. Para el presente estudio se realizaron variaciones a los rangos de las pendientes debido a que es un parámetro modificable, que varía según la zona geográfica y región natural en la que se requiera implantar la infraestructura educativa, y no generar rubros excesivos.

10. La ejecución del primer modelo geoespacial, cumple con las expectativas requeridas, ya que al trabajar en terrenos con pendientes menores del 12% de inclinación (15% es lo sugerido según las normas estudiadas), se obtuvo un área óptima del 10.76% para la construcción de UEM seguras, eso quiere decir 26.694.78 Km² del área de Ecuador continental.

11. Aplicando una modificación a las variables, en el segundo modelo geoespacial, con pendientes menores o iguales al 25% de inclinación, se amplió a un 16,31% el área óptima de terrenos aprovechables para la implantación de infraestructura educativa en el Ecuador continental.

12. El tercer modelo geoespacial, presenta mayor extensión de área óptima edificable, del 35,34%, aclarando que se trabajó con pendientes menores o iguales al 70% de inclinación que aumentan el costo de la construcción de las UEM ya que es necesario realizar modificaciones del terreno como movimientos de tierra para adecuar el área y en muchos de los casos estos costos no contemplados encarecen la obra.

13. La automatización del proceso es indispensable para aplicar este modelo en diferentes zonas y a diferentes escalas, esto es en caso de querer identificar zonas seguras para implantar infraestructura educativa en provincias, cantones, parroquias, etc.

RECOMENDACIONES

1. Para este tipo de estudios es necesario desarrollar un trabajo en oficina previo a la salida de campo, con la finalidad de analizar toda la información referente al área planificada para la construcción de la UEM, de esta forma se descartan varios terrenos que no cumplen un número mínimo de requisitos.

2. En los estudios iniciales para la implantación de infraestructura educativa se debe hacer un análisis geoespacial previo del territorio, de esta manera se ayuda a identificar la zona idónea, priorizando los requisitos para encontrar zonas con menor cantidad de posibles afectaciones por riesgos, logrando optimizar recursos humanos, económicos y de tiempo.

3. En caso de no poseer una normativa nacional, vigente, que rija la implantación de infraestructura educativa, se debe buscar normas de regiones o países con características similares a fin de respaldar comparaciones.

4. Se debe desarrollar normas para la implantación de infraestructura educativa que se adapten a las características geográficas de cada una de las regiones naturales en el Ecuador.

5. Las variables geográficas deben ser aplicadas con mayor importancia al momento de elegir el área en la cual se quiere implantar infraestructura educativa.

BIBLIOGRAFIA

Ministerio de Educación República de Ecuador. (Julio de 2010). *MINEDUC*. Recuperado el 17 de Julio de 2014, de <http://educacion.gob.ec/criterios-de-conformacion/>

Ministerio de Educación República de Ecuador. (Abril de 2012). *MINEDUC*. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/BOLET%C3%8DN_INFORMATIVO_01_NMGE.pdf

CHRISTIAN TURÉGANO ROLDÁN. (2011). *Instituto Nacional de la Infraestructura Física y Educativa*. Recuperado el 04 de Agosto de 2014, de <http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/Normateca%20Capfce/nmx-r-003-scfi-2011.pdf>

COLEGIO DE INGENIEROS MECÁNICOS DEL GUAYAS. (06 de Abril de 2011). *CIMEG*. Recuperado el 03 de Septiembre de 2014, de <http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.13->

[EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EN%20LA%20CONSTRUCCION%20EN%20ECUADOR-021412.pdf](http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.13-)

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2009). *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de <http://toolkit.ineesite.org/toolkit/INEEcms/uploads/1005/INEE%20Notas%20orientacion%20para%20escuelas%20seguras.pdf>

Javier de Jesús Rendón Sosa. (2009). *Gobierno del Estado de México*. Recuperado el 01 de julio de 2014, de <http://www.edomex.gob.mx/ecal/doc/pdf/modelodegestionEE.pdf>

Ministerio de Educación Nacional República de Colombia. (Marzo de 2006). *MINEDUCACION*. Recuperado el Agosto de 2014, de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación República de Ecuador. (Mayo de 2013). *MINEDUC*. Recuperado el 05 de Julio de 2014, de <http://educacion.gob.ec/el-circuito-educativo/>

Ministerio de Educación República de Ecuador. (Marzo de 2013). *MINEDUC*, 2014. Recuperado el 11 de Julio de 2014, de <http://educacion.gob.ec/criterios-de-ubicacion/>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN REPÚBLICA DEL PERÚ. (16 de Enero de 2009). *Ministerio de Economía y Finanzas*. Recuperado el 11 de Julio de 2014, de http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/centro_info/normas_educacion/NORMAS_ESPECIFICAS/EDUCACION_BASICA/EDUCACION_BASICA_REGULAR/PRIMARIA_%20Y_SECUNDARIA/Doc_de_trabajos_Primaria_Secundaria_11ene09.pdf

UNESCO. (Diciembre de 1997). *UNESCO*. Recuperado el 10 de Agosto de 2014, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001106/110684s.pdf>