



**Determinación de derechos, restricciones y responsabilidades de predios ubicados en áreas expuestas a deslizamientos utilizando la norma ISO19152; 2012 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM), en el sector centro-sur occidental del Distrito Metropolitano de QUITO.**

Chisaguano Chisaguano, Stalin David

Departamento de Ciencias de la Tierra Y de la Construcción

Carrera de Ingeniería en Geográfica y del Medio Ambiente

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente

Salazar Martinez, Rodolfo Jaime Fernando, Ph. D. (c)

10 de septiembre del 2021

## Urkund Analysis Result

Analysed Document: tesis Stalin Chisaguano.docx (D112083261)  
 Submitted: 9/5/2021 7:58:00 PM  
 Submitted By: revisiones.orkund.ecu@gmail.com  
 Significance: 5 %

### Sources included in the report:

T\_DASIEL\_ROMO\_2.0\_orkund.docx (D77784752)  
 Tesis\_Ushiña\_Dennis11.docx (D50260029)  
 Tesis\_Borja\_Taboada.docx (D62097502)  
 QUINGA\_TIBAN\_Tesis\_Final.docx (D88640713)  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22379/1/T-ESPE-043724.pdf>  
[http://www.catastrolatino.org/documentos/Ramirez\\_Farias\\_Ponencia\\_IDERA\\_2013.pdf](http://www.catastrolatino.org/documentos/Ramirez_Farias_Ponencia_IDERA_2013.pdf)  
[https://www.researchgate.net/profile/Ivan\\_Palacios\\_Orejuela/publication/348211840\\_SUSCEPTIBILIDAD\\_A\\_DESLIZAMIENTOS\\_EN\\_LA\\_VIA\\_ALOAG-SANTO\\_DOMINGO\\_MEDIANTE\\_LOGICA\\_DIFUSA/links/5ff3cdf692851c13feeb4758/SUSCEPTIBILIDAD-A-DESLIZAMIENTOS-EN-LA-VIA-ALOAG-SANTO-DOMINGO-MEDIANTE-LOGICA-DIFUSA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ivan_Palacios_Orejuela/publication/348211840_SUSCEPTIBILIDAD_A_DESLIZAMIENTOS_EN_LA_VIA_ALOAG-SANTO_DOMINGO_MEDIANTE_LOGICA_DIFUSA/links/5ff3cdf692851c13feeb4758/SUSCEPTIBILIDAD-A-DESLIZAMIENTOS-EN-LA-VIA-ALOAG-SANTO-DOMINGO-MEDIANTE-LOGICA-DIFUSA.pdf)  
[http://www.swisstierrascolombia.com/wp-content/uploads/2020/06/2017\\_12\\_FIG\\_WW7\\_Cartagena\\_LADM\\_Jegal.pdf](http://www.swisstierrascolombia.com/wp-content/uploads/2020/06/2017_12_FIG_WW7_Cartagena_LADM_Jegal.pdf)  
<http://geoespacial.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/01/Geoespacial13.1.pdf>

### Instances where selected sources appear:

37

### Firma:

RODOLFO JAIME  
 FERNANDO  
 SALAZAR  
 MARTINEZ

Firmado digitalmente  
 por RODOLFO JAIME  
 FERNANDO SALAZAR  
 MARTINEZ  
 Fecha: 2021.09.05  
 07:42:05 -05'00'

**Salazar Martínez, Rodolfo Jaime Fernando Ph.D. (c)**

**DIRECTOR**



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

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

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **"Determinación de derechos, restricciones y responsabilidades de predios ubicados en áreas expuestas a deslizamientos utilizando la norma ISO19152:2012 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM), en el sector centro-sur occidental del Distrito Metropolitano de QUITO"** fue realizado por el señor **Chisaguano Chisaguano Stalin David** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 06 de septiembre de 2021

Firma:

RODOLFO JAIME FERNANDO SALAZAR MARTINEZ  
 Firmado digitalmente por RODOLFO JAIME FERNANDO SALAZAR MARTINEZ  
 Fecha: 2021.09.09 07:42:34 -05'00'

**Salazar Martínez, Rodolfo Jaime Fernando Ph.D. (c)**

C. C.: 1705683082



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Chisaguano Chisaguano, Stalin David**, con cédula de ciudadanía n°172264029-7, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Determinación de derechos, restricciones y responsabilidades de predios ubicados en áreas expuestas a deslizamientos utilizando la norma ISO19152; 2012 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM)**, en el sector centro-sur occidental del Distrito Metropolitano de QUITO, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 21 de septiembre de 2021

Firma

**Chisaguano Chisaguano, Stalin David**

C.C.: 1722640297



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

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

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Chisaguano Chisaguano, Stalin David**, con cédula de ciudadanía n° 172264029-7, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Determinación de derechos, restricciones y responsabilidades de predios ubicados en áreas expuestas a deslizamientos utilizando la norma ISO19152; 2012 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM)**, en el sector centro-sur occidental del Distrito Metropolitano de QUITO, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Sangolquí, 21 de septiembre de 2021**

**Chisaguano Chisaguano, Stalin David**  
C.C.:1722640297

## Dedicatoria

*Dedico esta tesis al ser maravilloso del universo, Jehová nuestro Dios el creador del cielo y la tierra, que nunca me abandono sobre todo en los momentos más difíciles, me brindo su amor inigualable y fuerzas para poder continuar y por medio de él lograr alcanzar esta meta.*

*A los seres más maravillosos que me regaló esta vida, mis padres que día a día confiaron en mí a pesar de las circunstancias; lograron fomentar en mí las ganas para salir adelante haciendo esfuerzos que no podre ganar nunca.*

*A mis hermanos y hermanas que con su apoyo incondicional permitieron que continúe adelante con este logro, brindándome su cariño, respeto y ganas de luchar por lo que uno se anhela, haciéndome sentir como un ejemplo de lucha y superación.*

*A mis amigos/as que siempre estuvieron ahí en los buenos y malos momentos tanto en la vida de estudiante como en mi vida personal, logrando grabar en mi memoria momentos únicos.*

*A mis docentes universitarios por brindarme día a día su conocimiento; sobre todo al Director de tesis el Ingeniero Rodolfo Salazar que encamino este logro cuando más desorientado me encontraba.*

*Dedicado de la misma manera a las personas y parientes lejanos que confiaron en mí, me brindaron su apoyo para poder sustentar este logro.*

## Agradecimientos

*Agradezco a Dios por el tiempo perfecto que me brinda, por darme la oportunidad de tan maravillosa experiencia, por los momentos vividos que nos los cambiaría por nada.*

*Agradezco a mi madre y a mi padre por reglarme la vida, ayudarme a cumplir esta meta que anhele con todo mi ser, por brindarme su apoyo incondicional, fomentarme valores que me han convertido en un hijo ejemplar para mis hermanos; y a ellos por cuidarme, ayudarme y darme motivos para seguir adelante.*

*Agradezco a las personas que me apoyaron para la elaboración de este proyecto principalmente a mi director de tesis Ing. Rodolfo Salazar y mi compañera de estudios Ing. Yomaira Quinga que fueron las personas que supieron brindarme su conocimiento y sobre todo paciencia en cada uno de los tropiezos por los que pasaba, sin ellos este proyecto no sería posibles.*

*Agradezco a la universidad por darme la oportunidad de conocer a gente muy interesante que ha plasmado experiencias únicas y recuerdos imborrables, sobre todo con mis amigos/as Pamela, Esteban, Michelle, Santiago, Dennys, Erika, Dayana y Eliana. Con los cuales aprendí a vivir de una manera sorprendente cada momento dentro y fuera de la universidad.*

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Urkund.....                                      | 2  |
| Certificado de aprobación por el tutor .....     | 3  |
| Auditoria de responsabilidad .....               | 4  |
| Autorización de publicación .....                | 5  |
| Dedicatoria .....                                | 6  |
| Agradecimientos.....                             | 7  |
| Tabla de contenido .....                         | 8  |
| Índice de tablas.....                            | 11 |
| Índice de figuras.....                           | 12 |
| Resumen.....                                     | 14 |
| Abstract .....                                   | 15 |
| Capítulo I .....                                 | 16 |
| Generalidades .....                              | 16 |
| Antecedentes .....                               | 16 |
| Planteamiento del problema.....                  | 17 |
| Justificación e importancia.....                 | 18 |
| Área de influencia.....                          | 20 |
| Objetivos .....                                  | 21 |
| Metas .....                                      | 22 |
| Capitulo II .....                                | 23 |
| Marco teórico.....                               | 23 |
| Administración territorial.....                  | 23 |
| Derechos, Responsabilidades y Restricciones..... | 29 |
| Gestión de Riesgo .....                          | 32 |

|   |     |
|---|-----|
| Sistemas de Información Geográfica (SIG).....   | 36  |
| Lógica difusa.....  | 36  |
| Variables que intervienen en la metodología de la lógica difusa para la determinación de deslizamientos ..... | 37  |
| Base de datos geográfica .....  | 39  |
| Plan de mitigación .....  | 40  |
| Fundamentación legal.....   | 41  |
| Capitulo III .....  | 43  |
| Metodología.....  | 43  |
| Diagrama de flujo .....   | 43  |
| Land Risk Management Model.....   | 44  |
| Contexto.....   | 44  |
| Proceso.....  | 48  |
| Lógica difusa.....  | 65  |
| Catastro del DMQ y predios vulnerables a deslizamientos.....  | 68  |
| Relación de la información catastral del DMQ con la norma ISO 19152:2012 .....                                | 70  |
| Derechos, responsabilidades y restricciones basados en la norma ISO 19152:201273                              |     |
| Planificación .....   | 80  |
| Escenarios respecto de la aplicación de la Norma ISO 19152: 2012 y la gestión del riesgo.....                 | 83  |
| Acciones de mitigación .....  | 87  |
| Integración de la gestión del riesgo en el catastro.....  | 91  |
| Generación de las entidades:.....   | 94  |
| Montaje de la ficha catastral STDm.....   | 96  |
| Capitulo IV .....   | 104 |
| Conclusiones: .....   | 104 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Recomendaciones: ..... | 107 |
| Bibliografía .....     | 108 |
| Anexo .....            | 113 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Información utilizada de fuentes oficiales .....                                 | 47 |
| <b>TABLA 2:</b> Asunciones, Limitaciones e Incertidumbres .....                                  | 49 |
| <b>TABLA 3:</b> Resolución ráster de acuerdo con la escala .....                                 | 51 |
| <b>Tabla 4:</b> Tipo de pendientes .....   | 52 |
| <b>Tabla 5:</b> Ponderaciones para la cobertura vegetal .....                                    | 54 |
| <b>Tabla 6:</b> Estaciones meteorológicas .....  | 57 |
| <b>Tabla 7:</b> Funciones de membresía fuzzy .....   | 66 |
| <b>Tabla 8:</b> Paquete Partes. ....   | 70 |
| <b>Tabla 9:</b> Paquete Unidad Administrativa .....  | 71 |
| <b>Tabla 10:</b> Paquete Unidad Espacial.....  | 71 |
| <b>Tabla 11:</b> SubPaquete Representación Espacial.....   | 73 |
| <b>Tabla 12:</b> Propuesta de plan de mitigación de acuerdo con los siguientes escenarios.....   | 83 |
| <b>Tabla 13:</b> Plan de mitigación para predios críticamente vulnerables a deslizamientos. .... | 87 |
| <b>Tabla 14:</b> Entidades.....  | 94 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Mapa de ubicación .....   | 20 |
| Figura 2: Relación del catastro y el sistemas de administración de tierras .....    | 24 |
| Figura 3: Paquetes y subpaquetes LADM.....  | 26 |
| Figura 4: Estructura LADM .....   | 27 |
| Figura 5: Relación del catastro y el LADM.....                                      | 32 |
| Figura 6: Interesados gestión de riesgos.....                                       | 34 |
| Figura 7: Modelo de gestión de riesgos “land risk management model” .....           | 35 |
| Figura 8: Flujograma .....  | 43 |
| Figura 9: Mapa de ubicación .....   | 45 |
| Figura 10: Componentes del catastro multifinlatario del DMQ .....                   | 46 |
| Figura 11: Mapa de pendientes .....   | 53 |
| Figura 12: Mapa de cobertura vegetal.....   | 56 |
| Figura 13: Mapa de precipitación .....  | 59 |
| Figura 14: Mapa de litología.....   | 60 |
| Figura 15: Mapa de fallas geológicas .....  | 62 |
| Figura 16: Mapa de distancia a ríos y quebradas .....                               | 63 |
| Figura 17: Mapa de distancia a vías.....  | 64 |
| Figura 18: Mapa de zonas vulnerables a deslizamientos.....                          | 67 |
| Figura 19: Mapa de afectaciones de predios.....                                     | 69 |
| Figura 20: Mapa de restricción de área protegida .....                              | 75 |
| Figura 21: Mapa de predios con restricción respecto a ríos y quebradas. ....        | 77 |
| Figura 22: Mapa de predios con restricción a vías. ....                             | 79 |
| Figura 23: Tabla de atributos shp predios afectados.....                            | 80 |
| Figura 24: Modelo del catastro actual y del propuesto catastro iso 19152:2012 ..... | 91 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 25: Relación del catastro y la gestión de riesgos.....             | 93  |
| Figura 26: Postgres.....  | 97  |
| Figura 27: Configuración wizard .....                                     | 98  |
| Figura 28: Generación de entidades .....                                  | 98  |
| Figura 29: Relación del catastro y la gestión de riesgos.....             | 99  |
| Figura 30: Grupo de entidades usadas en el perfil de tenencia social..... | 100 |
| Figura 31: Relaciones de tenencia .....                                   | 101 |
| Figura 32: Relación de la información gráfica con la alfanumérica .....   | 102 |
| Figura 33: Plantilla del informe predial.....                             | 103 |

## Resumen

En los últimos años el aumento de la ocurrencia de desastres ha sido más notorio debido a varios factores tanto naturales como antrópicos dentro de los cuales está el crecimiento poblacional y por ende el mal uso del suelo. En el presente proyecto se realiza la determinación de derechos, restricciones y responsabilidades para las unidades espaciales (predios) que tienen conflictos de uso del suelo en lugares vulnerables a deslizamientos en la zona urbana centro sur occidental del Distrito Metropolitano de Quito. Se intervienen tres parroquias con una extensión aproximada de 1252 ha, para la implementación del modelo propuesto por la norma ISO 19152: 2012, Land Administration Domain Model. El modelo se lleva a cabo de acuerdo con un estudio detallado que determina las zonas con afectaciones antiguas y actuales, o aquellas más propensas a deslizamientos, mediante la metodología de la lógica difusa. Se utiliza el catastro vigente de la ciudad de Quito, para la aplicación de la norma ISO a fin de determinar los derechos, responsabilidades y restricciones para cada predio, mediante una comparación entre los diferentes datos obtenidos y los posibles conflictos entre áreas en riegos y las construcciones existentes. La planificación territorial es la estructura adecuada para la prevención por este motivo, se genera una base de datos con la aplicación Social Tenure Domain Model (STDM), en la que se detalla cada uno de los atributos que poseen algún tipo de conflicto incluido un plan de mitigación específico del predio que permite tomar las decisiones adecuadas. De este modo se contribuye con uno de los objetivos de desarrollo sostenible número 11 que busca generar ciudades y comunidades sostenibles.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **LADM**
- **ISO 19152:2012**
- **LÓGICA DIFUSA**

## **Abstract**

In recent years, the increase in the occurrence of disasters has been more noticeable due to various natural and anthropic factors, including population growth and therefore poor land use. In this project, the determination of rights, restrictions and responsibilities for spatial units (properties) that have land use conflicts in places vulnerable to landslides in the central south western urban area of the Metropolitan District of Quito is carried out. Three parishes with an approximate extension of 1252 ha are intervened for the implementation of the model proposed by the ISO 19152: 2012 standard, Land Administration Domain Model. The model is carried out according to a detailed study that determines the areas with old and current affectations, or those more prone to landslides, using the fuzzy logic methodology. The current cadastre of the city of Quito is used for the application of the ISO standard in order to determine the rights, responsibilities and restrictions for each property, by means of a comparison between the different data obtained and the possible conflicts between areas under irrigation and the existing constructions. Territorial planning is the appropriate structure for prevention, for this reason, a database is generated with the Social Tenure Domain Model (STDM) application, in which each of the attributes that have some type of conflict is detailed, including a plan of specific mitigation of the property that allows to make the appropriate decisions. In this way, it contributes to one of the sustainable development objectives number 11 that seeks to generate sustainable cities and communities.

### **KEY WORDS:**

- **LADM**
- **ISO 19152:2012**
- **FUZZY LOGIC**

## Capítulo I

### Generalidades

#### Antecedentes

En los últimos años se ha observado una gran problemática en referencia a los movimientos y asentamientos de la población tanto local como regional que ha migrado hacia las ciudades con mayor índice de desarrollo con el fin de buscar el bienestar para su familia y nuevas oportunidades para un mejor futuro (FAO, 2016).

Por sus condiciones económicas esta migración trae consigo varios efectos, entre ellos, que la población se asiente en lugares o sitios no aptos para construir sus viviendas; en el peor de los casos sitios que están expuestos a amenazas naturales y antrópicas como volcánicas, hundimientos, deslizamientos, incendios, y otros factores. (Aizpiri, Guerrero, & Ormaetxea, 2015)

Burbano (2017) denota que los deslizamientos son una de las principales problemáticas de origen geológico que afectan a los humanos, causando muertes y grandes daños a la propiedad, anteponiendo a la pendiente como uno de los factores primordiales para la ocurrencia de los deslizamientos en zonas con mayor número de ellas.

Por otro lado, Jaramillo (2016) menciona posibles riesgos que arrastraría consigo la no planificación de una construcción, así como los efectos del cambio climático y advierte de daños irreparables a la población y las comunidades que están asentadas en las orillas de los ríos, quebradas y otros sitios peligrosos con el fin de obtener un lugar en donde vivir, trabajar y desarrollarse.

Varios sitios se han ido evidenciando con algún tipo de peligro en los últimos años debido al llamado cambio climático, que ha vuelto más susceptibles algunas zonas que no presentaban ningún cambio en su suelo manteniendo las características propias del sitio. Por el momento se

ha observado un cambio o aumento en la precipitación debido al problema del cambio de clima observando lluvias fuertes y sequías extensas (Jaramillo E. , 2016).

Otro de los factores que ha intervenido para que estos sectores sean más vulnerables a los deslizamientos es la forma en la que se ha cambiado la estructura en el uso del suelo con la tala indiscriminada de los bosques, la compactación en el uso de los suelos que no permiten un drenaje adecuado de las aguas desde las partes altas, que en varias ocasiones ya ha demostrado sus efectos como es el caso del deslizamiento ocurrido en el sector de El Pinar, al noroccidente de Quito (Zafirir, 2015).

Por ésta y varias razones, en el Distrito Metropolitano de Quito se han realizado varios estudios que permiten determinar las zonas de deslizamientos con la utilización de nuevas tecnologías.

El Modelo para el Dominio de Administración del Territorio (LADM Land Administration Domain Model), permite realizar la administración adecuada de los territorios, con el fin de buscar una posible solución a los problemas sociales que en este caso son las construcciones inadecuadas debido al mal uso o mala planificación del uso del suelo. Se tiene varios estudios en diferentes partes del mundo, pero se pretende obtener información clara y precisa a nivel local (Salazar, El contexto de la norma ISO 19152 Land Administration Domain Model (LADM) en el ámbito iberoamericano, 2016).

### **Planteamiento del problema**

Varias razones conllevan a realizar este proyecto, como es el caso del crecimiento poblacional causante de que las personas por la necesidad de encontrar un lugar en donde vivir, tengan que buscar sitios de acuerdo con su economía, sin haber realizado con anterioridad una planificación o un estudio técnico previo adecuado para adquirir el predio en el cual se van a asentar.

Existen varias entidades reguladoras que realizan un control adecuado para cuando se va a realizar algún tipo de construcción, estableciendo especificaciones técnicas, ordenanzas y normativas municipales que avalan. Por otro lado, cuando no se cumple esta legalidad, se habla de construcciones ilegales o informales que presentan una preocupación sobre el estado o la situación en la que se las está adquiriendo o vendiendo.

Tales motivos llevan al planteamiento de un solo problema como es la inadecuada o inexistente determinación de los predios que se encuentran dentro de las zonas con mayor vulnerabilidad a sufrir un deslizamiento, así como sus condiciones, con las que podrían acarrear pérdidas tanto materiales como humanas, debido a la inadecuada planificación a la hora de la construcción de las viviendas en sitios considerados de alto riesgo. Resuelto dicho problema se contribuye con uno de los objetivos de desarrollo sostenible respecto de la vivienda digna y el buen vivir de la población.

Con este estudio se pretende eliminar la incertidumbre que se tiene sobre las condiciones en que vive la población, por el hecho de que ocurra algún deslizamiento en los sitios expuestos y el futuro de encontrarse con una problemática muy grande; tomando decisiones con el fin de resguardar la integridad física y psicológica de los pobladores, así como la idiosincrasia de la ciudadanía.

### **Justificación e importancia**

En el año 2015, los líderes mundiales plantearon diecisiete (17) objetivos de desarrollo sostenible (ODS), con el fin de erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar prosperidad para todos, los cuales se deben alcanzar hasta el 2030; se resalta al número once (11): “Ciudades y comunidades sostenibles”, en el que se plantea metas como lograr ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, dada la desproporción de la población que vive en ciudades y que debe ser atendida para la sostenibilidad del planeta, incidiendo en el acceso a viviendas seguras,

transporte, servicios básicos y zonas verdes dignas para las personas más vulnerables (Naciones Unidas, 2015).

Es muy importante la determinación de las zonas que poseen conflictos de uso del suelo y posteriormente su análisis a nivel predial con la normativa ISO 19152;2012 LADM dentro de áreas vulnerables a deslizamientos, con el fin de generar una planificación urbanística adecuada, debido a que en los últimos años la ciudad ha ido creciendo en todos los sentidos y no se ha tomado en cuenta suficientemente este tipo de problemática, que a futuro podría ocasionar daños irreparables para la población (Zafirir, 2015). Por ende, el LADM permite establecer un modelo con acciones que el ser humano puede tomar a la hora de determinar conflictos de uso del suelo en zonas más vulnerables a deslizamientos (Salazar, El contexto de la norma ISO 19152 Land Administration Domain Model (LADM) en el ámbito iberoamericano, 2016).

Se toma en cuenta la realización de este proyecto en la zona determinada puesto que tiene algunos antecedentes de deslizamientos y algunos sitios vulnerables que se pueden evidenciar a simple vista; la topografía del suelo es inestable y existe presencia de asentamiento de la población que ha migrado desde el campo a la ciudad (Jaramillo E. , 2016).

Jaramillo (2016) acota que, adicional a los riesgos suscitados, existen sitios con una posible modificación del uso del suelo en su estructura y que están propensos a diferentes riesgos. Entre ellos están los deslizamientos que últimamente se ha venido observando en varias zonas de la capital, como es el caso del Barrio El Pinar al norte o El Troje al sur de la ciudad de Quito, los cuales se dan dado por acciones antrópicas como la mala planificación, los permisos inadecuados para la construcción, deforestación, crecimiento urbano, entre otros.

La determinación de estas zonas contribuirá con el desarrollo de un modelo para la ubicación de sitios seguros para la vivienda de toda la población del sector de estudio que permita

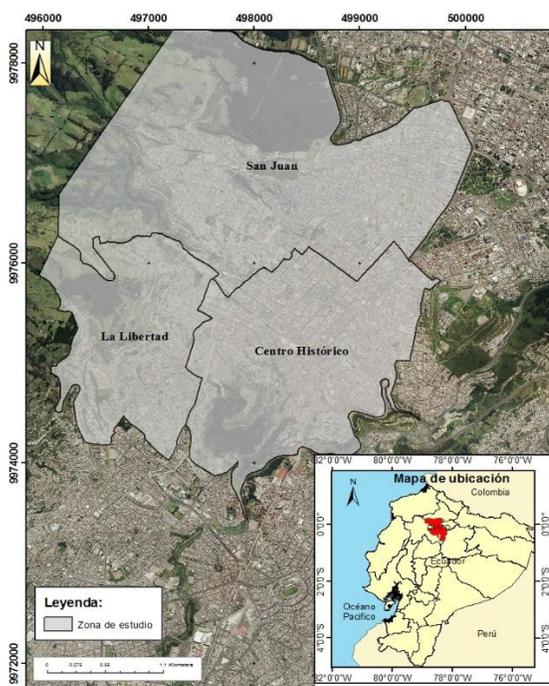
a futuro realizarla a nivel de todo Quito con la finalidad de hallar alternativas para radicalizar las penalidades por construcción o incentivos para reubicación.

### Área de influencia

El presente estudio se desarrolla en el Ecuador Continental, en el área conformada por las parroquias urbanas: San Juan, Centro histórico y La Libertad ubicadas en el centro-sur occidental del DMQ, con una extensión aproximada de 1252 ha (Figura 1).

**Figura 1:**

#### MAPA DE UBICACIÓN



*Nota:* área urbana de las parroquias San Juan, La Libertad y Centro Histórico, donde se encuentran las parroquias del Distrito Metropolitano de Quito.

## **Objetivos**

### **General:**

Desarrollar un modelo para determinación de derechos, restricciones y responsabilidades de predios en áreas propensas a deslizamientos con la aplicación de la norma ISO 19152; 2012 Land Administration Domain Model (LADM), en el sector centro-sur occidental del Distrito Metropolitano de Quito, con el fin de resguardar el bienestar de la población.

### **Específicos:**

**O1:** Determinar los criterios que se van a implementar en el estudio, con el fin de estructurar la información del catastro y de los deslizamientos.

**O2:** Implementar los criterios necesarios para la determinación de las zonas de deslizamientos que se encuentren presentes dentro del área de estudio aplicando la metodología de la lógica difusa.

**O3:** Generar el inventario de predios de acuerdo con las especificaciones de la norma ISO19152: 2012 LADM, del sector de estudio mediante el catastro obtenido por del DMQ a escala 1:5000.

**O4:** Determinar predios con conflicto de uso del suelo dentro de las áreas propensas a deslizamientos.

**O5:** Identificar los elementos que debe contener una propuesta de acción para la mitigación de riesgos de deslizamientos en áreas con conflictos de uso y ocupación del suelo aplicando la normativa ISO 19152.2012 LADM.

**Metas**

**O1; M1:** Un flujograma que permita determinar la metodología del proyecto, así como los criterios utilizados para el desarrollo de la determinación de derechos, responsabilidades y restricciones en zonas con conflicto de uso y ocupación del suelo.

**O2; M2:** Un mapa del cálculo de probabilidad de deslizamientos en el área de estudio con la utilización de los criterios en la aplicación de la metodología de la lógica difusa.

**O3; M3:** Un mapa de predios que van a ser analizados dentro de la zona de estudio de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 19152; 2012 LADM, aplicando un modelo conceptual que permita una adecuada organización y una correcta toma de decisiones a escala 1:5000 ya que esta permite una clara visualización de los resultados.

**O4; M4:** Un informe final de las posibles zonas de conflicto de usos del suelo, con una base datos que contenga y permita visualizar las fotos y las evidencias de las zonas o predios con conflicto de uso y ocupación de suelo dentro de las 3 parroquias de estudio.

**O5; M5:** Tablas descriptivas de los elementos que debe contener una propuesta de mitigación a nivel predial, con actividades y estrategias de carácter preventivo que deben ejecutarse con el fin de resguardar la integridad de la población afectada dentro de la zona de estudio.

## Capítulo II

### Marco teórico

A continuación se define cada uno de los conceptos tomados en cuenta para la elaboración de una guía metodológica con el fin de realizar un plan de mitigación en zonas potencialmente propensas a deslizamientos en donde se evidencia un inadecuado plan de uso del suelo basándose en la normativa ISO 19152: 2012 LADM; así como la aplicación de la Lógica difusa y su respectiva metodología, para encontrar zonas propensas a deslizamientos, implementando una evaluación espacial multicriterio con cada una de las variables determinadas para la correcta gestión del riesgo.

### Administración territorial

#### Sistema de administración de tierras SAT

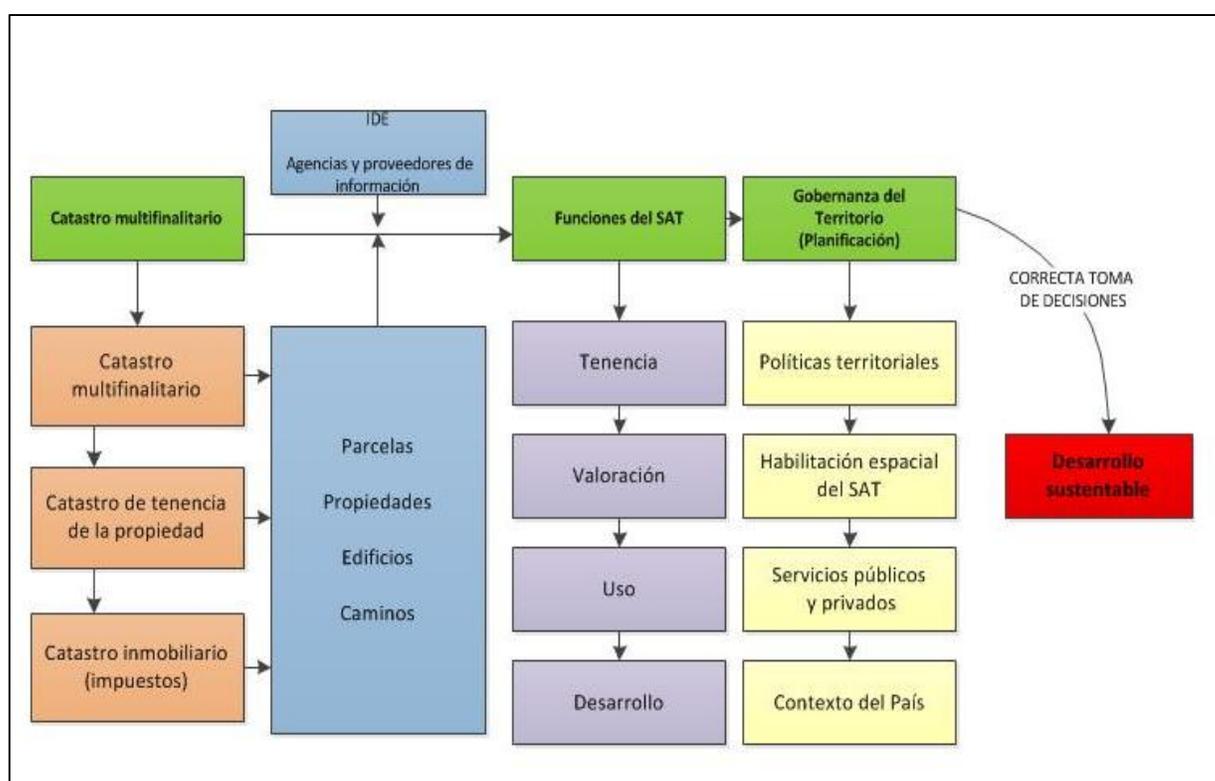
El sistema de administración de tierras SAT (LAS: por sus siglas en inglés: Land Administration Systems) no es una disciplina nueva. Ha evolucionado a partir del catastro y el registro de tierras, con un enfoque específico en la seguridad de los derechos sobre la tierra, con la idea global de construir sistemas para determinar herramientas de implementación de políticas y estrategias de gestión del territorio en apoyo de la sostenibilidad y el desarrollo. Los SAT determinan los procesos de registro y difusión de la información sobre la propiedad, el valor, el uso y los recursos asociados (Dawidowicz, 2017).

La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO, 2016) define el sistema de administración de tierras como los procesos que incluyen la determinación (a veces llamada 'adjudicación') de los derechos sobre la tierra y otros atributos; inspeccionarlos y describirlos, su documentación detallada y el suministro de información relevante para apoyar los mercados de tierras.

Muchos países están desarrollando Sistemas de Administración de Tierras. Bases de datos de sistemas de información de tierras, incluidos catastros, registros de tierras, registros de impuestos y planes de uso de tierra que están integrados para mejorar las funciones de los sistemas de información de tierras y proporcionar un apoyo efectivo para otros sistemas y procesos económicos. (FAO, 2016)

**Figura 2:**

*RELACIÓN DEL CATASTRO Y SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS*



*Nota:* Representación de la relación del catastro con el sistema de administración de tierra y todas las partes interesadas. Fuente: ( Land Administration System for Sustainable Development , 2017)

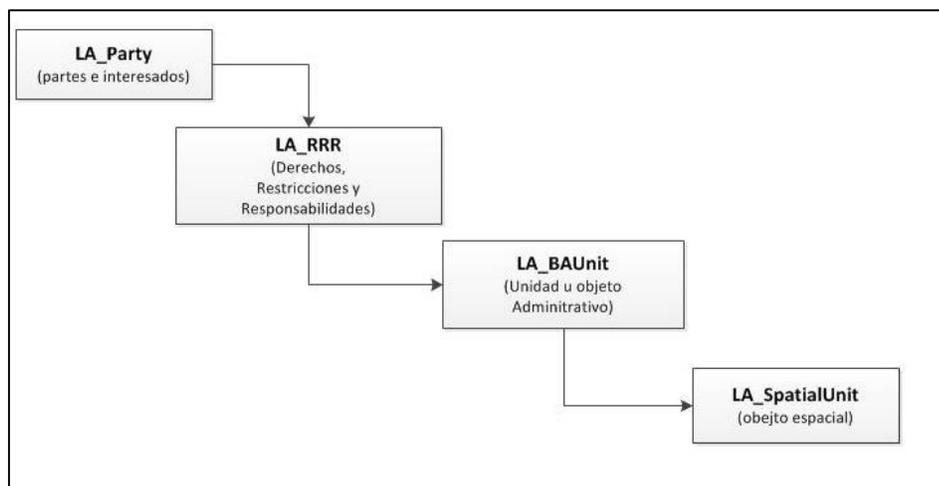
Los sistemas de administración de tierras deberían idealmente:

1. Garantizar la propiedad y la tenencia segura
2. Apoyar el sistema de impuestos sobre la tierra y la propiedad.
3. Constituir seguridad para los sistemas de crédito.

4. Desarrollar y monitorear los mercados de tierras.
5. Proteger tierras estatales
6. Reducir disputas de tierras
7. Facilitar la reforma agraria
8. Mejorar la planificación urbana y el desarrollo de infraestructura.
9. Apoyar la gestión del territorio basada en la consideración del medio ambiente.
10. Producir datos estadísticos. (FAO, 2016)

**ISO 19152 -2012, Modelo de Dominio de Administración de Tierras – LADM (Land Administration Domain Model)**

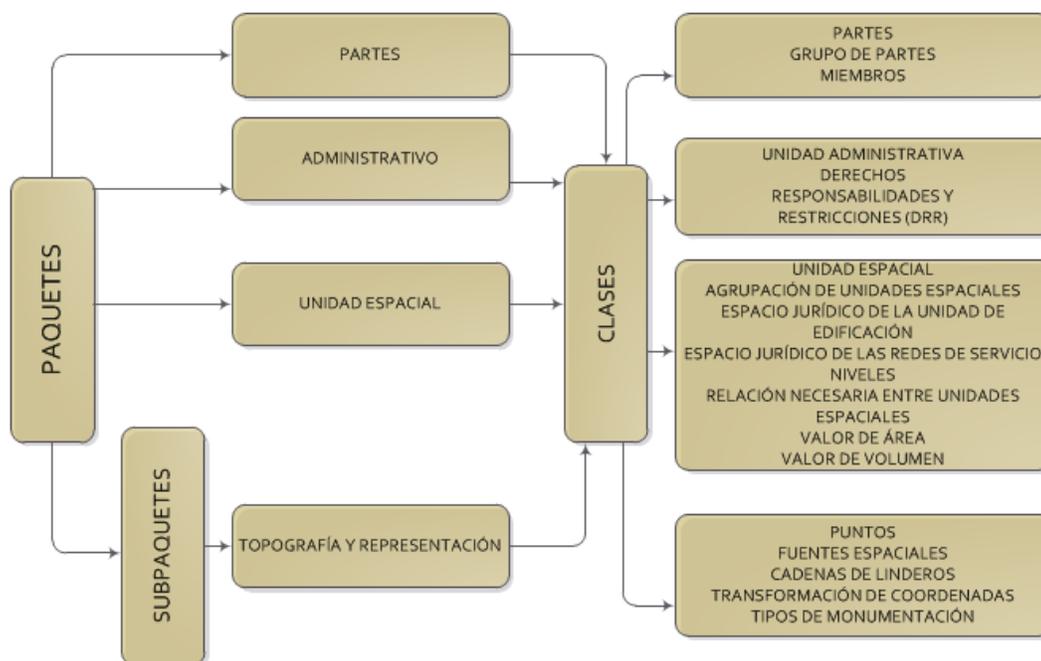
Se denomina Modelo de Dominio de Administración de Tierras con sus siglas en inglés LADM, el cual fue desarrollado en el Comité Técnico 211, de la organización de Internacional de Normalización (ISO) y se lo identifica como ISO 19152 (Lemmen, Van Oosterom, & Thompson, 2010); este modelo se lo desarrolla en base a los planteamientos de la normativa del catastro 2014 y varios enunciados descritos por Lemmen et al., (2015) en los que se habla de las relaciones entre el registro de los predios, sus derechos, responsabilidades y restricciones que pueden llegar a implantar una buena gestión del territorio (Salazar & Miranda, 2016).

**Figura 3:***PAQUETES Y SUBPAQUETES LADM*

NOTA. Clasificación de las clases según la norma ISO19152. Fuente: (ISO, 2012)

El Modelo de Dominio de Administración de Tierras proporciona un mecanismo formal que describe datos para la administración de tierras, como los tradicionales datos catastrales y hechos específicos relacionados con la tenencia, valor y uso de los predios. Se implementa desarrollando un esquema de aplicación o perfil del modelo LADM. (Dawidowicz, 2017)

A continuación, se detalla de manera general, en la figura N°4, la estructura de las relaciones entre los paquetes LA Party, LA RRR, LA BAUnit y LA SpatialUnit que intervienen en el desarrollo del LADM:

**Figura 4:***ESTRUCTURA LADM*

*Nota.* Paquetes y subpaquetes de modelos LADM según la norma ISO 19152:2012 (ISO, 2012).

Las principales clases para la puesta en marcha de la LADM son cuatro:

1. La\_Party: abarca a las personas y las organizaciones.
2. La\_RRR: abarca a las subclases: derechos, restricciones o responsabilidades.
3. LA\_BAUnit: abarca a las unidades administrativas básicas.
4. La\_SpatialUnit: abarca las unidades espaciales.

Por otro lado, LADM proporciona una base extensible para el desarrollo y el refinamiento de sistemas eficientes y efectivos, basados en una arquitectura dirigida por modelos que permiten a las partes involucradas, comunicarse, según el vocabulario compartido (es decir, una ontología), implicada por el modelo. (Alvarez, 2018)

La idea global de construir sistemas estatales de administración de tierras es determinar las infraestructuras de los datos geoespaciales para la implementación de políticas y estrategias

de gestión del territorio en apoyo del desarrollo sostenible. Cada infraestructura incluye arreglos institucionales, un marco legal, procesos, estándares, información sobre la tierra, sistemas de gestión y difusión, y tecnologías necesarias para apoyar la asignación, la regulación de los mercados de tierras, la valoración, el control del uso y el desarrollo de intereses en la tierra (FAO, 2016).

Álvarez (2016), interpreta su concepto del Modelo de Dominio de Administración de Tierras (LADM) como un “Conjunto de normas, estándares, herramientas, procesos y actores, que participan en la cadena de Administración de Tierras, atendiendo a las altas aspiraciones del Estado en el desarrollo de políticas integrales para el manejo estandarizado de la información y la prestación de servicios eficientes hacia el ciudadano” pretendiendo definir la relación entre el ser humano y la tierra o la tenencia de tierras, creando un modelo núcleo con mayor interoperabilidad basado en un consenso semántico y técnico.

El uso de los correspondientes estándares que este modelo aplica para su gestión proporciona el desarrollo de su sistema de administración territorial que utiliza el esquema de una infraestructura de datos espaciales, permitiendo una adecuada gestión de la calidad de los datos, detectando inconsistencias que se presenten en el modelo LADM generado (Salazar & Miranda, 2016). Con el fin de representar de manera innovadora el componente espacial LADM basado en la norma ISO 19152-2012, integrando nuevos conceptos para una adecuada interpretación catastral tanto en la administración de tierra formal y la no formal (Lemmen, Van Oosterom, & Thompson, 2010).

La generación de un buen LADM permite realizar un análisis de los paradigmas existentes para la gestión y distribución de los recursos territoriales, con el objetivo de alcanzar un desarrollo territorial sostenible y sustentable y así poder mejorar la calidad de vida de los seres humanos y todo su entorno; incluso incorpora las instituciones que permitan controlar o fortalecer cada una

de las medidas señaladas. Partiendo desde la unidad básica que es considerada como predio o parcela (Alvarez, 2018)

De acuerdo con Salazar R. y Miranda D. (2016) se visualiza los siguientes objetivos acogidos a la norma ISO 19152 que pretenden incorporar la relación existente entre la tierra y las personas involucradas con el fin de generar un mismo lineamiento:

- Plantear un posible modelo de modo compartido, útil y práctico, que sirva como base para una normativa catastral y sistemas de administración territorial con el fin de crear una estandarización de los sistemas catastrales, reformas de procesos institucionales, integración de los registros de propiedad y una adecuada gestión del territorio.
- Ayudar a que se incremente el interés por el desarrollo de los procesos computacionales que permiten la interoperabilidad de datos para una eficiente y efectiva administración de tierras en las cuales estén involucradas las anteriores y nuevas versiones de la metodología de obtención de datos.
- Crear un sistema catastral estandarizado que facilite el intercambio de los datos obtenidos en diferentes entornos con el fin de unificar una normativa de manera general, respetando culturas o tradiciones presentes en los diferentes medios (Salazar & Miranda, 2016).

### **Derechos, Responsabilidades y Restricciones**

Estas clases buscan relacionar la parte interesada con el elemento territorial administrado, con el fin de determinar las posibles condiciones o afectaciones, ya que cada uno de los objetos territoriales incorporados al modelo deberá incluir derechos, responsabilidades y restricciones, así como la parte legal o normativa recomendada.

### **Derechos**

Se conoce como derecho una acción o un conjunto de acciones que se establecen dentro de un sistema para que un sujeto puede gozar de ellas, creados con la finalidad de generar un ambiente adecuado que satisfaga las necesidades del individuo (ISO, 2012).

En este caso, el derecho corresponde a la tenencia y uso de la tierra. Hablándose de documentos únicos y legales como el registro de una escritura o títulos de propiedad emitidos por las entidades gubernamentales que se relaciona con la propiedad. Estos derechos son un conjunto de información legítima amparada en procesos de adjudicación que cumplen con leyes específicas e independientes a cada una de las condiciones en donde se ocupa un espacio territorial (Lemmen, van Oosterom , & Bennet , 2015).

### **Responsabilidades**

Considerada como una obligación a la cual se ve sometida cualquier acción tanto formal o informal, siempre y cuando se tome en cuenta todos los criterios para su ejecución. Como por ejemplo la responsabilidad de no construir a una cierta distancia del eje de la vía, en sitios con alta vulnerabilidad de riesgo, así como la creación de una vereda para la libre circulación ciudadana, entre otras responsabilidades que permiten la generación de ciudades resilientes (ISO, 2012).

### **Restricción**

Se la puede considerar toda ley obligatoria la cual no debe ser negociada o mal ejecutada ya que puede llegar a ocasionar daños irreparables tanto en la parte social, económica y pública, por ende, debe ser cumplida a cabalidad, dependiendo de las condiciones del lugar (Lemmen, Van Oosterom, & Thompson, 2010).

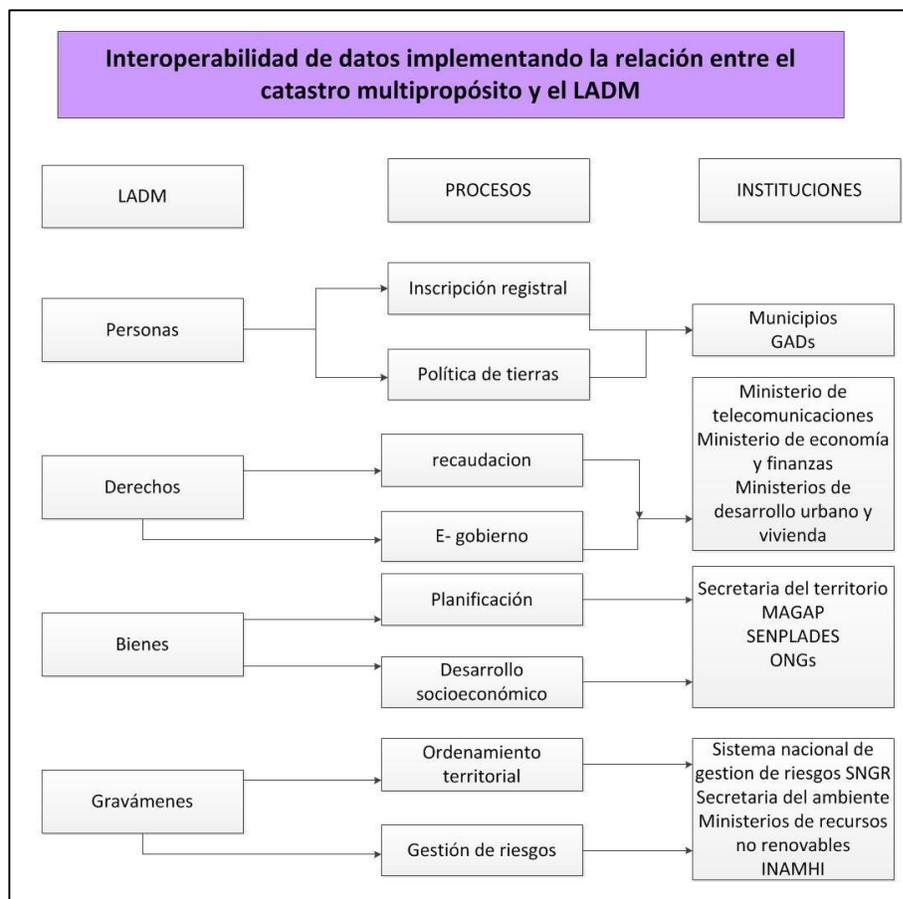
### **Catastro**

Este término en nuestro medio considera el catastro inmobiliario multifinanciarío el cual especifica de una manera muy clara y concisa los detalles que posee cada uno de los predios siendo características de tipo físico, jurídico y económico, con el fin de generar información integrada para la creación de nuevos planes de desarrollo, así como la gestión adecuada y una correcta toma de decisiones en algún sitio determinado (Acuerdo Ministerial N°017, 2020).

La información geográfica emitida por el DMQ, instituciones municipales y entidades voluntarias sirve como datos espaciales para una adecuada administración del territorio, determinando al catastro como la base de la información, entre otras, para la gestión de riesgos. Información importante que contiene el catastro es la ubicación de los predios, su clave catastral que es el código único e irremplazable de cada predio de manera local.

Figura 5:

## RELACIÓN DEL CATASTRO Y EL LADM



*Nota.* En la figura se detallan la relación y desarrollo del modelo LADM con el catastro multipropósito, definiendo cada una de las partes interesadas así como sus correspondientes instituciones encargadas. Fuente: adaptado de Williamson et al. (2005)

### Gestión de Riesgo

#### Definición

Definido como una “Combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas” en un determinado tiempo y lugar, que puede acarrear un sin número de circunstancias adversas las cuales ocasionan daños a los bienes materiales así como pérdidas

humanas, sin que nadie pueda impedir la presencia del algún evento que causa alteración en el equilibrio físico de la tierra (Jaramillo R. , 2016).

### **Riesgo a deslizamientos.**

Considerados como uno de los fenómenos más desastrosos para la humanidad ya que causan la pérdida de un sin número de bienes materiales y seres humanos en un instante de tiempo y en un lugar inimaginable, estos deslizamientos o movimientos de tierra traen consigo consecuencias como la modificación del suelo, el bloqueo de ríos, puentes y vías que dejan incomunicados a las poblaciones aledañas (Diaz, 2009).

Ocurriendo con más frecuencia en presencia de fallas geológicas, laderas (forma natural) y taludes (forma artificial, intervención humana), que permanecieron por varios años estables pero que en un momento inesperado podrán activarse como un deslizamiento de tierra ocasionando grandes efectos catastróficos (Diaz, 2009).

Además cabe recalcar que se puede generar un deslizamiento luego de haberse suscitado uno con anterioridad debido a que ha transcurrido un periodo de tiempo y las condiciones o criterios geológicos, hidrológicos y de erosión que presenta el terreno no presentan las características de un suelo estable; además de no haber tomado cartas en el asunto con el fin de minimizar el impacto que ocasionaría el evento, presenciándose con mayor o menor intensidad y velocidad en un lapso de tiempo no determinado (Quiñones, 2011).

### **AS/NZS ISO3100:2009 Risk Management-Principles and guidelines**

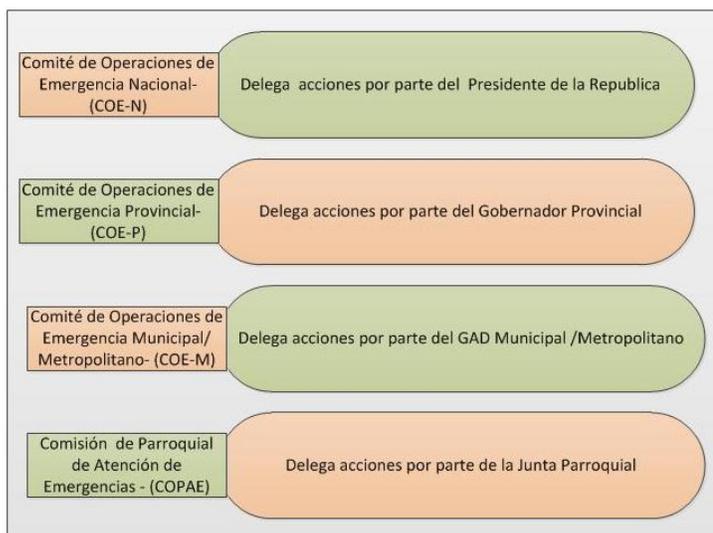
Es una herramienta que permite gestionar el riesgo desde su identificación, análisis y evaluación en al ámbito territorial y consta de 3 partes: los principios que deberían cumplir las organizaciones para una gestión de riesgos efectiva, las bases de datos y los acuerdos que conllevan una gestión de riesgo, así como el proceso que muestra de forma integrada todo el modelo de gestión de riesgos. Se denomina AS/NZS ISO3100:2009 a esta herramienta que en la

actualidad se aplica en diferentes áreas que pueden ser laboral, económica, ambiental, etc., tanto en la parte pública como privada (AS/NZS ISO, 2009)

Con el fin de precautelar la integridad de toda la nación en el Ecuador, el Servicio de Gestión de Riesgos y Emergencias a través de sus competencias es el ente encargado de la protección de los efectos negativos que trae consigo el origen de desastres tanto naturales como antrópicos. Delegando las competencias respectivas a los Comités de Operaciones de Emergencias (COE) que son las entidades responsables de la planificación, coordinación y operación de la respuesta rápida y atención a emergencias dirigidos de acuerdo con la máxima entidad territorial como se describe en la siguiente figura:

**Figura 6:**

*INTERESADOS GESTIÓN DE RIESGOS.*



*Nota.* Clasificación del COE de acuerdo con el ámbito territorial.

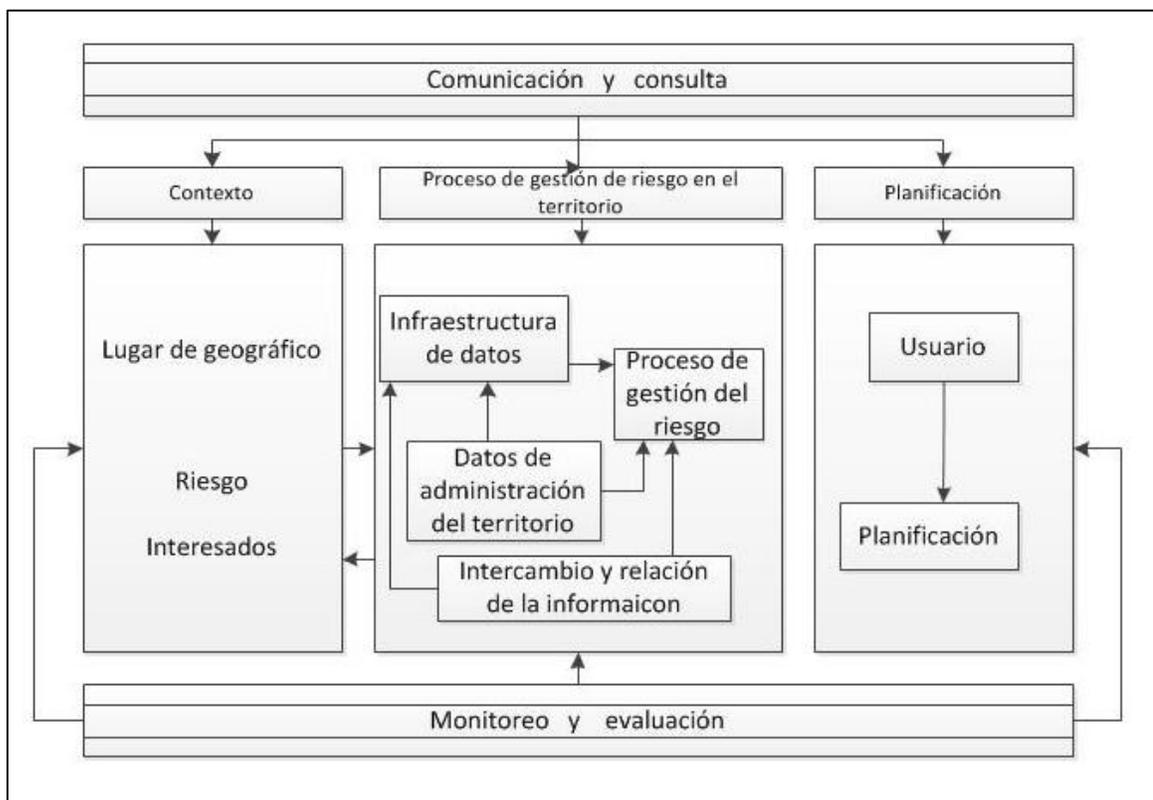
**Modelo de gestión de riesgos relacionado a la administración del territorio “Land Risk Management Model”**

Este modelo es una metodología utilizada para la gestión del riesgo en el territorio, la cual está basada en 3 pilares fundamentales (Potts, 2013), relacionados como aspectos importantes

entre los que se encuentra: el contexto, el proceso de gestión del riesgo en el territorio y la planificación, tal como detalla en el figura 7; así como una intervención de sub elementos que permiten un desarrollo adecuado del modelo Land Risk Management Model y sus componentes.

**Figura 7:**

*MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS “LAND RISK MANAGEMENT MODEL”*



**Nota.** Este modelo que permite generar el desarrollo de una buena gestión de riesgo junto con el sistema de administración territorial. Fuente: adaptado de (Potts, 2013).

Como contexto se detalla el escenario en el que se va a desarrollar la gestión del riesgo, identificando a todas las partes interesadas, los criterios del riesgo y el espacio geográfico en donde está ubicado. Por otro lado, en el proceso se determina la información necesaria que posee el lugar geográfico para la determinación y búsquedas de relaciones existentes entre el sistema de administración territorial y el proceso de gestión de riesgos; en cuanto a la planificación

territorial se la utiliza para la generación y toma de decisiones con el fin de reducir el riesgo (Potts, 2013).

### **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Se expresa como una herramienta de información que permite procesar de mejor manera un gran contenido de datos espaciales, así como su manipulación y modificación, contemplando una cierta relación entre el mundo real y el usuario (ARGIS, 2012).

### **Análisis espacial de datos geográficos**

Conlleva el análisis de un sin número de características o variables de interacción espacial, que cumplan con el objetivo ya antes planteado, buscando estrategias, cumpliendo leyes relacionadas a la espacialidad y que permita desarrollar o crear elecciones adecuadas para una correcta, toma de decisiones (Montezuma, 2009).

Es uno de los procesos más importantes para la aplicación de políticas dentro de un espacio geográfico determinado (Haining & Goodchild, 2005)

Actualmente estos análisis de datos espaciales geográficos han tenido un gran avance con la implementación de recientes tecnologías y modelación espacial, desarrollando nuevas y mejores técnicas que facultan la obtención de productos y aplicaciones de calidad, permitiendo satisfacer las necesidades que el usuario desee (Haining & Goodchild, 2005).

### **Lógica difusa**

Es un método utilizado para determinar un modelo probabilístico de riesgos, siendo uno de los que más se adapta a la realidad del terreno utilizado de forma generalizada con un rango estadístico menor de error. Completamente validado, y que permite sacar conclusiones de los estudios realizados y que se pueden observar en el terreno (Padilla, 2011).

La lógica difusa se enfoca principalmente en la interacción particular de cada variable que va a ser tomada en cuenta según el evento o fenómeno a ser determinando, con su respectiva

función de pertenencia en donde cada una de las variables juegan un papel importante y se combinan e interactúan entre sí, permitiendo un análisis estadístico breve y claro (Padilla, 2011).

Este método desarrolla productos de calidad mediante la utilización de algoritmos que relacionan los valores de los factores condicionantes y desencadenantes con la implementación de sistemas de información geográfica que nos permiten determinar la probabilidad de ocurrencia de algún tipo de evento catastrófico con datos verificables en el campo (Salcedo, 2017).

### **Variables que intervienen en la metodología de la lógica difusa para la determinación de deslizamientos**

#### **Variables condicionantes**

Se determinan de acuerdo con el evento a ser estudiado, en donde su valor es mayor a la hora de buscar la probabilidad de ocurrencia, por tal motivo existe una relación directa, ya que si se aumenta el valor esta variable tiende a crecer en cuanto al valor de probabilidad; las variables tomadas en cuenta son las siguientes:

#### **Cobertura vegetal**

Se toma en cuenta esta variable ya que Salcedo (2017) explica que la condición en la que se encuentra el suelo afecta directamente el análisis de la determinación de las zonas propensas a deslizamientos; un ejemplo claro se evidencia en la presencia o no de la vegetación, la cual interviene en las características que posee el suelo como estabilidad, drenaje, humedad y otros aspectos.

#### **Pendiente**

Es considerada como una variable primordial para este tipo de estudios. Según el PUOS del Distrito Metropolitano de Quito si esta variable empieza a tomar valores mayores a los 30° en adelante se puede construir, siempre y cuando exista un estudio adecuado y más minucioso para

obtener resultados en los que se pueda implementar cualquier el tipo de infraestructura y así dar un uso adecuado al suelo (Salcedo, 2017).

Por otro lado, Salcedo D. (2017) condiciona que mientras mayor es la pendiente en grados, mayor es la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en pequeñas o grandes magnitudes, entendiendo como una variable directamente proporcional a la ocurrencia de este tipo de eventos catastróficos.

### **Precipitación**

Variable que afecta o modifica las condiciones del terreno debido a la influencia del agua sobre el suelo ocasionando su erosión, en la cual algunos minerales que se encuentran impregnados en rocas son arrastrados debido a las precipitaciones, permitiendo la pérdida de los materiales que actúan como estabilizadores del suelo (Padilla, 2011).

### **Litología**

Variable que analiza la resistencia de la roca y su modificación, determinado una relación directamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia de una deslizamiento, ya que mientras más resistente sea la roca, más probable es la ocurrencia de un evento adverso (Salcedo, 2017).

### **Variables desencadenantes**

A continuación se detalla las variables que no poseen una relación directa con el riesgo estudiado, analizadas como variables con menor valor de probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, existiendo una relación inversamente proporcional, siendo las siguientes las tomadas en cuenta para este estudio:

### **Distancia de vías de comunicación**

Es la manera de establecer relación entre la influencia antrópica y las principales vías dentro de la zona de estudio, convertido a sectores los sectores con mayor presencia en sitios inestables debido a la modificación del terreno (Burbano, 2017).

### **Distancia a ríos**

Relacionada con la presencia de los recursos hídricos los cuales causan erosión, desbordamiento del agua y modificación en sus cauces que con el tiempo inestabiliza el terreno aumentando la probabilidad mayor de ocurrencia de deslizamientos (Burbano, 2017).

### **Distancia a Fallas geológicas.**

Es una de las variables que interviene con una gran influencia dentro de este estudio, puesto que provoca que el terreno se encuentre o no en movimiento, ya sea que se presente de manera lenta o de manera muy brusca y por un lapso de tiempo corto o largo, modificando completamente el terreno y todo lo que este a su paso, por ende se dice que la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es donde existe mayor presencia de fallas geológicas (Jaramillo R. , 2016).

### **Base de datos geográfica**

Es esencialmente un conjunto de datos organizados de una manera adecuada la cual permite un análisis y gestión de la información geográfica almacenada, sirviendo como un soporte para la implementación de algún proyecto o servicio a ser ejecutado; se relaciona con aplicaciones de Sistema de Información Geográfica (SIG) e Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), con el fin de generar procesos fundamentales para la obtención de productos cartográficos de calidad (IGN, 2018).

(ESRI, 2019) las define como un almacenamiento de datos geográficos de distintitos tipos, con el fin de generar un sistema común en el cual existan archivos de diversas temáticas y

tamaños; dependiendo del nivel de detalle, pueden ser bases de manera individual o corporativas con acceso a un sin número de personas o usuarios

A continuación; se presenta algunos beneficios que se tiene al incorporar una base de datos geográfica:

- Se implementa un repositorio de datos geográficos en el cual se puede interactuar fácilmente con unos intuitivos accesos de datos y su edición es más precisa.
- Los elementos geográficos poseen un contexto más rico y de calidad con lo cual se pueden hacer mejores mapas.
- Cuando se desea modificar algún objeto de la base de datos los elementos responden automáticamente a cambios en elementos vecinos, topología. (Vega F. R., 2007)

#### **Social Tenure Domain Model**

Es un sistema de información territorial desarrollado como un plugin del software QGIS, dirigido a mejorar la administración y levantamiento de información catastral en poblaciones de escasos recursos, se encuentra basado bajo los lineamientos de la norma ISO 19152:2012. Permite manejar todo tipo de unidades espaciales y sus correspondientes derechos, responsabilidades y restricciones con el fin de lograr una efectiva gestión de la información territorial. Se desarrolló gracias a la colaboración de Global Land Tool Network (GLTN), sobre la base de un software libre que gestiona la base de datos, permitiendo generar fichas catastrales y documentación relacionada con el catastro, entre otros (GLTN, 2018).

#### **Plan de mitigación**

Generados como respuestas a la sociedad, permiten precautelar la integridad de la población ante algún evento adverso suscitado en lugares expuestos a diferentes tipos de riesgos entre ellos inundaciones, deslizamientos, flujos de lodo y otros, que ponen en peligro a los habitantes y toda la infraestructura aledaña debido al mal uso del suelo y a actividades que

cambian completamente su estructura y sus sistemas de drenaje, debido al crecimiento poblacional en los últimos años (SENPLADES, 2015).

Entre las principales amenazas están las endógenas como los derrumbes, explosiones, incendios; y las exógenas entre las que están considerados los incendios forestales provocados por quemas no controladas, sismos, inundaciones, tormentas eléctricas, deslizamientos de terreno y atentados, los cuales requieren de un plan de mitigación que permitan disminuir el impacto de los diferentes efectos catastróficos (UTADEO, 2018).

Debido al aumento de la población humana, los recursos de la tierra se vuelven más escasos a nivel mundial debido a la responsabilidad de cada nación de abastecer o cubrir con las necesidades del hombre; por tal motivo se opta por regularizar cualquier lugar, sitio o predio sin que exista un estudio adecuado del uso del suelo. Por otro lado, se emiten leyes que velan por los derechos, responsabilidades y restricciones del ser humano, convirtiendo los territorios en lugares habitables en donde las condiciones tanto climáticas, topográficas y geológicas permitan precautelar el buen vivir ciudadano (Vega F. , 2017).

Un plan de mitigación analiza el factor de vulnerabilidad en donde se determina el grado relativo de sensibilidad que posee los predios ubicados en las zonas vulnerables a deslizamientos con el fin de determinar los efectos negativos que este presenten de acuerdo con el grado de exposición y daño (UTADEO, 2018).

### **Fundamentación legal**

- **Constitución de la República del Ecuador.**- Basado en el artículo 375 de la sección hábitat y vivienda, que detalla la garantía hacia el derecho al hábitat y una vivienda digna, aplicando planes y estrategias entre varios factores como la vivienda, servicios, equipamiento, mediante una adecuada gestión del territorio, con el fin de generar un catastro nacional integrado y georreferenciado (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

- **Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo.-** Con el fin de implantar leyes y normas generales del ordenamiento territorial, del uso y gestión del suelo tanto urbano como rural, con el fin de lograr generar un desarrollo sustentable (LOOTUGS, 2016)
- **Acuerdo Ministerial 029-16.-** Detallado por el Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI), establece normas generales, requisitos y criterios técnicos, aplicados al Sistema Nacional de Catastro Integral Georreferenciado de Hábitat y Vivienda, que permita actualizar de manera inmediata el catastro, así como un control desde su formación, mantenimiento hasta su publicación (Acuerdo ministerial Nro. 029, 2016).
- **Plan Nacional de Desarrollo.-** Mantiene una estrecha relación entre el territorio y el sujeto, con el fin de garantizar la sustentabilidad, la responsabilidad y la participación ciudadana, acompañada de políticas y proyectos públicos desarrollados a partir de un presupuesto asignado, generando información catastral de calidad confiable y accesible, que permitan generar decisiones adecuadas para la gestión pública (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).
- **Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM).** - Con el fin de desarrollar e implementar todas las técnicas y especificaciones necesarias para que todas las instituciones públicas o privadas puedan obtener o generar información espacial de acuerdo con su creación, edición y tipo de obtención, para darle mayor funcionalidad y sea de libre acceso para la población con una distribución adecuada de los datos (Perfil Ecuatoriano de Metadatos, 2010).

## Capítulo III

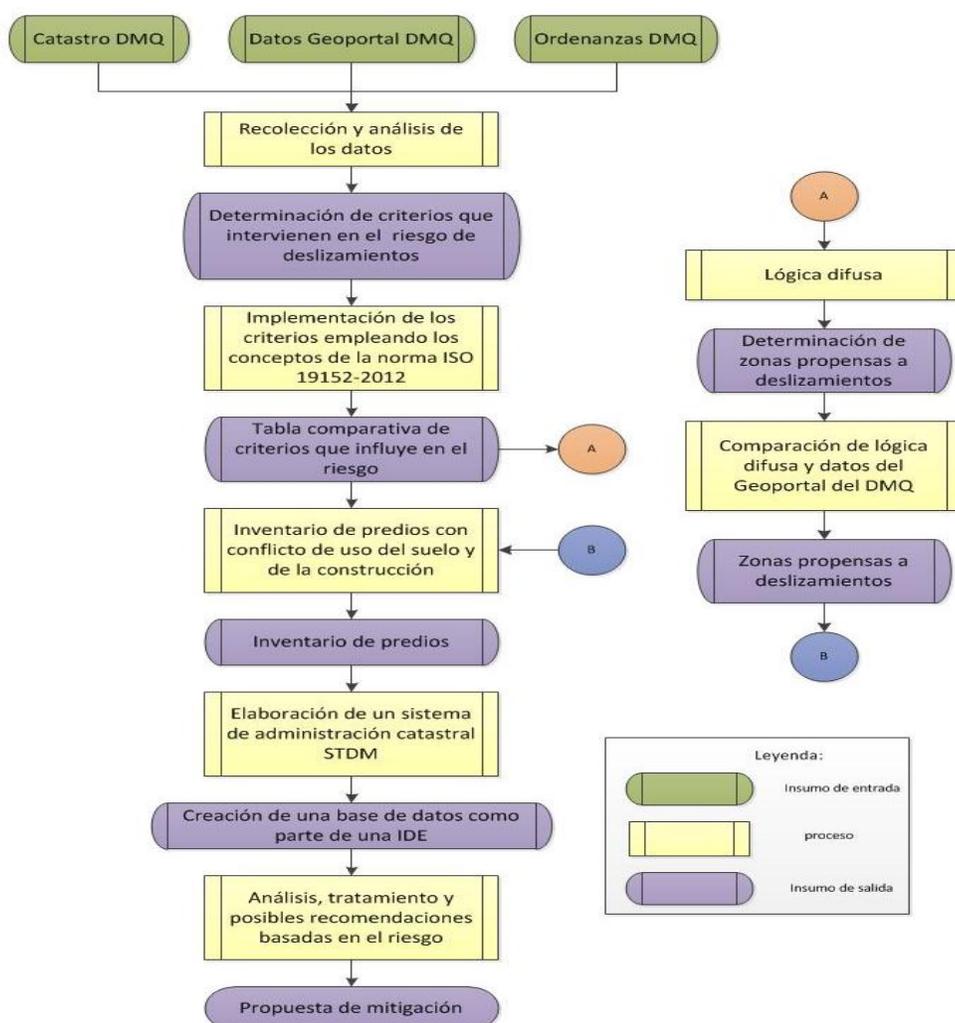
### Metodología

En el siguiente capítulo se describe de forma secuencial y ordenada cada uno de los procesos que se establecieron para la ejecución del estudio.

### Diagrama de flujo

Figura 8:

#### FLUJOGRAMA



*NOTA:* Se establece la metodología para la determinación de derechos, responsabilidades y restricciones de predios críticamente vulnerables a deslizamientos en el sector centro sur occidental de QUITO, basados en la norma ISO 19152-2012 LADM.

### **Land Risk Management Model**

Aplicación del modelo “**Land Risk Management Model**” como parte del proceso que se llevará a cabo para la determinación derechos, responsabilidades y restricciones basados en la norma ISO19152-2012. Con el fin de seguir una secuencia que permita la comprensión clara y concisa de la metodología.

Modelo que consta de tres partes: contexto, proceso y planificación basada en el riesgo.

#### **Contexto**

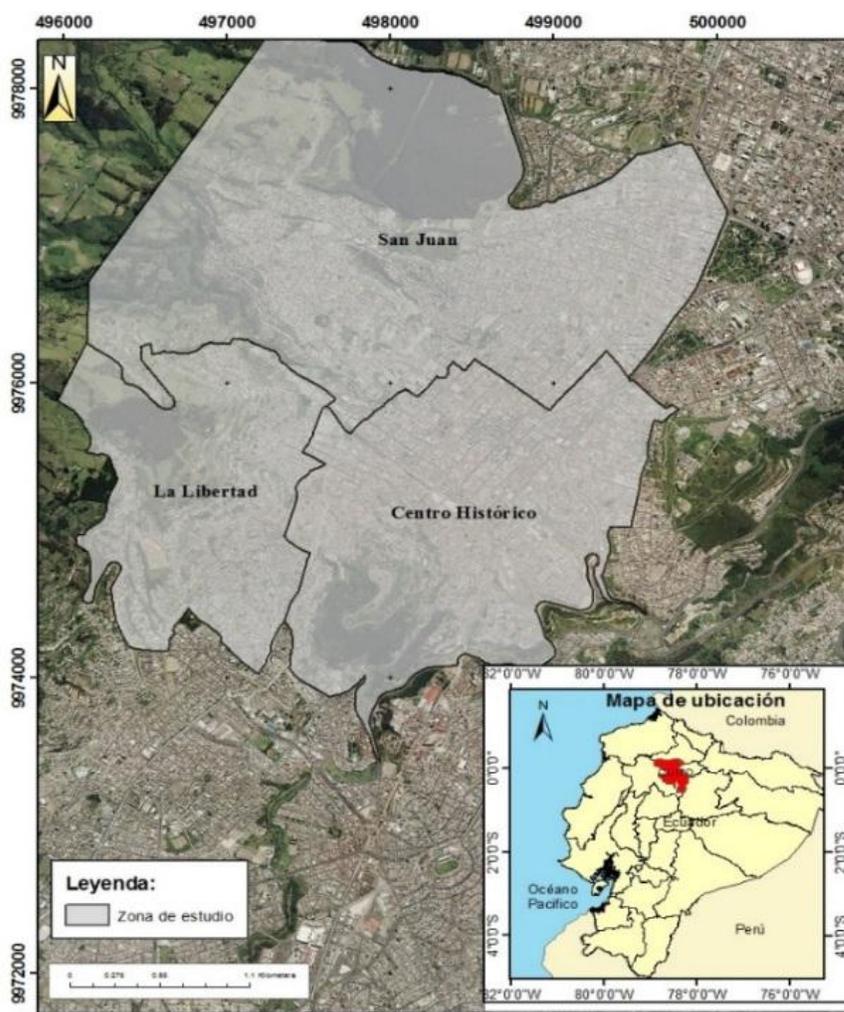
En este apartado del modelo “Land Risk Management Model” se determina las partes que van actuar, así como el lugar en donde se va a desarrollar todo el proceso de análisis y sus factores de riesgo y por último contar con una adecuada planificación para la gestión del riesgo.

#### **Delimitación de la zona de estudio.**

La ubicación de la zona de estudio se determinó recurriendo a los antecedentes registrados en el sitio, las condiciones climáticas, la obtención de la información, así como el alcance que ha tenido el Municipio de Quito con la actualización del catastro, en donde claramente se van a obtener resultados positivos tomando la decisión de analizar la siguiente zona que consta de la parte urbana de las 3 parroquias San Juan, La Libertad y Centro Histórico del DMQ, que se representa en la Figura 9.

Figura 9:

## MAPA DE UBICACIÓN



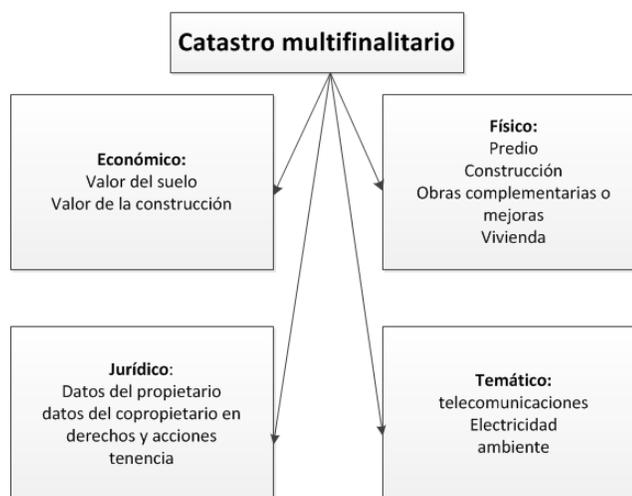
*Nota.* En el siguiente mapa se detalla la zona de estudio en la cual se va a implementar la metodología detallada en la figura 8, con el fin de determinar los predios críticamente vulnerables a deslizamientos.

**Recolección de la Información y análisis para la determinación de derechos  
responsabilidades y restricciones basados en el sistema de administración  
territorial del DMQ.**

La adquisición de la información catastral útil y actualizada se obtuvo de la Secretaría del Territorio del Distrito Metropolitano de QUITO, la cual consta de datos tipo shp tanto de las manzanas, lotes y construcciones de la área urbana de las 3 parroquias en estudio, así como las Ordenanzas y Acuerdos en vigencia que sirve para el análisis del catastro multifinalitario obtenido del portal del DMQ que está conformado por 4 componentes esenciales que se detallan en el siguiente gráfico.

**Figura 10:**

*COMPONENTES DEL CATASTRO MULTIFINALITARIO DEL DMQ*



*Nota.* Datos que posee el catastro multifinalitario con el fin de relacionarlos con la norma ISO19152.

Otro tipo de información necesaria son los Acuerdos Ministeriales que permiten definir cada uno de los criterios que están establecidos técnicamente para un correcto manejo del Sistema Catastral por ende se toman en cuenta los Acuerdos Ministeriales 029 y 017 que

pretenden generar un proceso para la obtención de un modelo catastral obligatorio para los Gobiernos Descentralizados Municipales y Metropolitanos, así como el cumplimiento de la ordenanza que en este caso se rige en la Ordenanza 0222 que impulsa la conformación de un catastro multifinalitario.

Estas ordenanzas permiten que se cumpla el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial (PMOT) y la buena gestión de los espacios públicos y aceras.

Otra información necesaria es la que se utiliza para determinar el mapa de áreas propensas a deslizamiento, que se obtiene del Geoportal del Distrito Metropolitano de Quito y fuentes estatales como el IGM y el INAMHI, detallando parámetros importantes como escala, sistema de referencia entre otros útiles para el estudio y obtención de los productos.

Detallando en la tabla 1 la siguiente información:

**Tabla 1:**

*Información utilizada de fuentes oficiales*

| <b>Capas de datos</b>       | <b>Escala</b> | <b>Fuente de información</b> |
|-----------------------------|---------------|------------------------------|
| <b>CURVAS DE NIVEL</b>      | 1:25000       | IGM                          |
| <b>ORTOFOTO CENTRO DMQ</b>  | 1:1000        | SECRETARIA DEL TERRITORIO    |
| <b>CATASTRO ACTUALIZADO</b> | 1:1000        |                              |
| <b>RED HIDRICA</b>          | 1:1000        | Geoportal DQM                |
| <b>USO DEL SUELO</b>        | 1:1000        |                              |
| <b>VIAS PRINCIPALES</b>     | 1:1000        |                              |
| <b>FALLAS GEOLOGICAS</b>    | 1:1000        |                              |
| <b>PRECIPITACION</b>        | 1:1000        | INAMHI                       |

## **Determinación de criterios relacionados con el catastro del DMQ y la norma ISO**

### **19152-2012 LADM de acuerdo con el riesgo a deslizamientos.**

Se determina los criterios dentro de la información proporcionada en cada uno de los atributos catastrales obtenido de la Secretaria del Territorio y del Geoportal del DMQ, con el fin de lograr relacionarlos con la norma ISO 19152-2012 y el riesgo a deslizamientos, definiendo sus respectivas clases y paquetes, así como la incorporación de criterios no establecidos dentro de la norma.

El catastro del DMQ está desarrollado de acuerdo a las 9 zonas en las que se divide para ser administrado, existiendo en cada uno de los predios su identificación única e intransferible como es la clave catastral que consta de 15 dígitos para cada uno de los predios.

Por otro lado, cada uno de los predios está definido según el uso del suelo que la ordenanza vigente N°0172 del DMQ lo establece.

### **Proceso**

#### **Análisis y determinación de riesgo**

Se identifica el riesgo de acuerdo con antecedentes descritos, trabajo de campo y vivencias personales, asumiendo que si se va a determinar predios ubicados en áreas propensas a deslizamientos. El área en donde se va a realizar el estudio está situada en el centro-occidente del DMQ en las Parroquias San Juan, La Libertad y Centro Histórico con un área aproximada de 1252,96 Ha de extensión, con una variación de altura que va desde los 2760 a los 3360 msnm, considerando como un área propensa directamente a la ocurrencia de deslizamientos debido a la variación de alturas y a la presencia de pendientes fuertes.

De esta manera poder generar una tabla para la gestión adecuada del riesgo basándose en asunciones, limitaciones e incertidumbres que fueron deducidas de acuerdo con la información obtenida para trabajar y que puede ser considerada en la aplicación del proceso, de igual manera

las deducciones se hicieron de acuerdo con la entrevista realizada al sitio en la cual se detalla varios aspectos importantes sobre las condiciones en las que habita la población en el sector y se detalla en el anexo 1.

**TABLA 2:**

*Asunciones, Limitaciones e Incertidumbres.*

|              |  |
|--------------|--|
| Asunciones   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asume que en un tiempo no muy lejano estaría por suceder un evento catastrófico; por ende, se debe encontrar predios que sean vulnerablemente críticos a deslizamientos.</li> <li>• Se asume que en el sitio se va a encontrar predios que estén ubicados en áreas propensas a deslizamientos los cuales no cuentan con permisos y estudios técnicos adecuados para el uso y ocupación del suelo que se esté dando.</li> <li>• Existencia de construcciones no formales dentro de los predios considerados críticamente vulnerables a riesgo de deslizamientos.</li> </ul> |
| limitaciones | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Información no compartida o de libre acceso sobre las condiciones en la que se puede encontrar cada predio.</li> </ul>  |

|                |  |
|----------------|--|
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones no adecuadas para poder conversar directamente con los propietarios de los predios afectados.</li> <li>• Idiosincrasia de la gente que no permite hacer cumplir a cabalidad las decisiones que se tomen con el fin de resguardar la integridad de la ciudadanía.</li> </ul> |
| incertidumbres | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las características generadas para este riesgo pueden ir de la mano con otro riesgo diferente y generar dudas sobre su tratamiento a la hora de generar una normativa.</li> </ul>   |

*NOTA.* Estas asunciones, limitaciones e incertidumbres permiten orientar el presente proyecto.

### **Determinación de áreas propensas a deslizamientos con la aplicación de la metodología de Lógica difusa.**

#### **Variables causales para la aplicación de la lógica difusa.**

Con la utilización de la información obtenida de las páginas oficiales tanto del DMQ como la otorgada por la Secretaria del Territorio con fines educativos y de investigación. Cada una de las variables fue normalizada con el fin de generar información que contenga criterios específicos como sistema de referencia, escala, entre otros. Con el fin de obtener el producto deseado.

Se toma en cuenta la resolución con la que se va a trabajar para este proyecto puesto que el producto final es a una escala de 1:5000 se trabaja con un valor de resolución de 2.5 metros lo cual nos permitirá tener un gran detalle a la hora de analizar cada uno de los predios, se obtiene con la siguiente fórmula cuando se presente un tipo de escala no usual (ARGIS, 2012).

$$resolucion\ raster\ (en\ metros) = \frac{\left(\frac{escala\ del\ producto}{1000}\right)}{2}$$

En la siguiente tabla 3 se presenta la resolución de los ráster según el valor de la escala.

**TABLA 3:**

*Resolución ráster de acuerdo con la escala*

| Escala del mapa | Resolución del raster en (m) |
|-----------------|------------------------------|
| 1:1 000         | 0.5                          |
| 1:5 000         | 2.5                          |
| 1:10 000        | 5                            |
| 1:50 000        | 25                           |
| 1:100 000       | 50                           |
| 1:250 000       | 125                          |
| 1:500 000       | 250                          |
| 1:1 000 000     | 500                          |

Fuente: (ARGIS, 2012)

Se determina cada uno de los mapas de las variables utilizadas, sometiéndolos a un tipo de normalización y ponderación de acuerdo con Padilla (2011) , puesto que cada una de las variables posee diferente tipo de afectación, escala de medida y tipo de representación cartográfica. Para la cual se utiliza un valor de membresía de tipo sinusoidal representada por las funciones seno y coseno con valores que oscilan entre 0 y 1. Definiendo las variables que intervienen directamente a la ocurrencia de estos eventos catastróficos como son pendiente, cobertura vegetal, precipitación, litología, distancia a ríos, distancia a vías y distancia a fallas geológicas.

#### **Mapa de pendientes.**

Se utiliza el sistema de coordenadas TMQ con el que se trabaja y presenta información dentro de todo el DMQ, generando un TIN con las curvas de nivel que están cada 40 metros y con

valores de la celda cada 2.5 metros de resolución, valor concerniente para la obtención del valor de escala final del mapa. En la tabla 4 se presenta el tipo de pendiente de acuerdo con (Salcedo, 2017).

**Tabla 4:**

*Tipo de pendientes*

| <b>Pendiente</b> | <b>Tipo</b> | <b>Descripción</b> |
|------------------|-------------|--------------------|
| 0°               | Plano       | Muy baja           |
| 25°              | Ondulado    | Baja               |
| 50°              | Inclinado   | Media              |
| 75°              | Quebrada    | Alta               |
| 81.78°           | Escarpado   | Muy alta           |

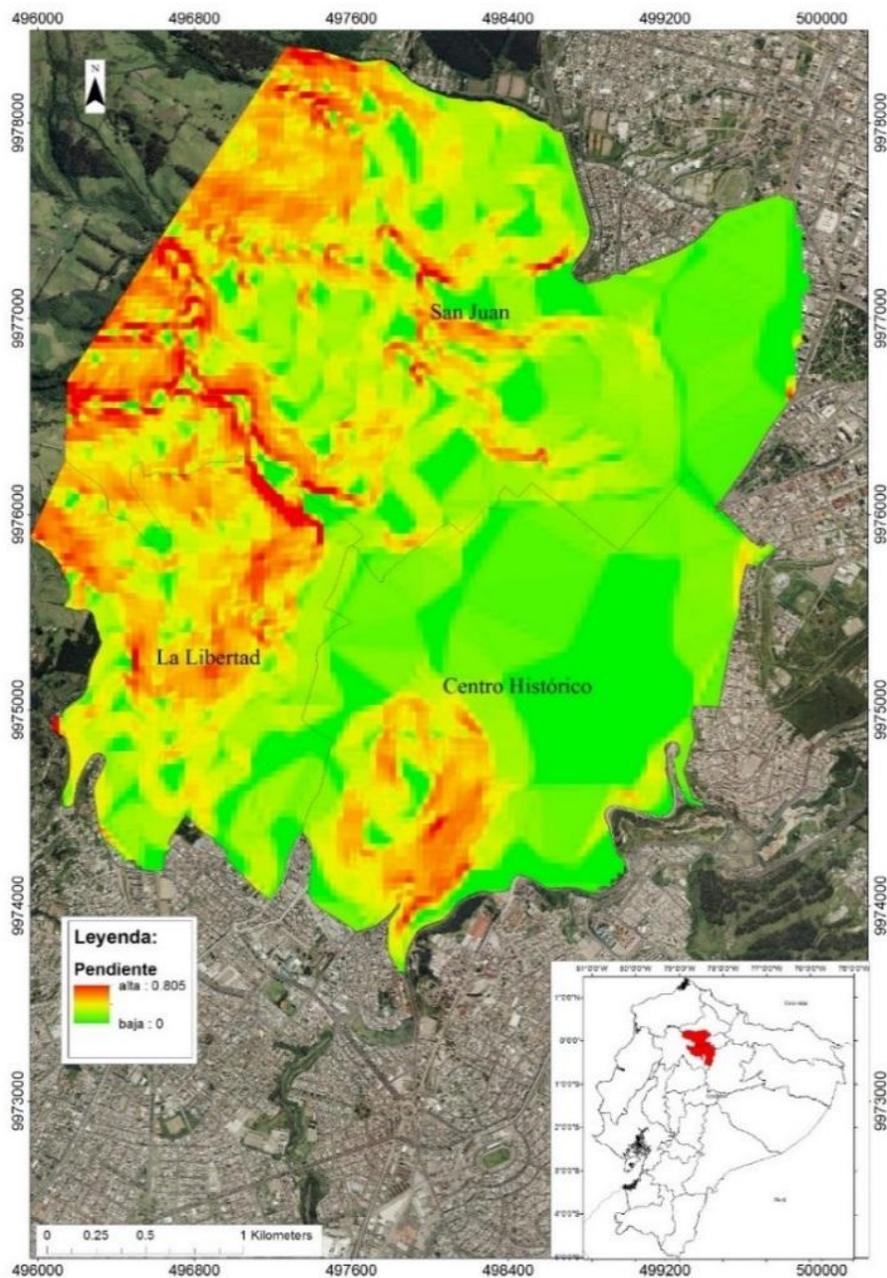
Fuente: (Salcedo, 2017)

El valor de ponderación se da de acuerdo con la normativa vigente del DMQ N° 0172, generando valores entre 0 al de menos afectación y 1 al de mayor afectación; obteniendo el mapa de pendientes en el cual se observa valores de pendientes de entre 0° en zonas planas y 81.78° zonas montañosas como por ejemplo en el sector de la parroquia de San Juan.

Así se obtienen el siguiente mapa de pendientes de la zona de estudio:

Figura 11:

## MAPA DE PENDIENTES



Nota: Se evidencia los valores de pendientes en donde el color verde representa pendientes bajas y el valor rojo pendientes altas.

### Mapa de cobertura vegetal

De la misma manera se designa el sistema de referencia TMQ de acuerdo con la información de cobertura vegetal obtenida del Geoportal de Quito.

Según (Zafir, 2015) las siguientes ponderaciones se utilizan para la determinación del mapa de cobertura vegetal existente en la zona de estudio, señalando el valor de ponderación de 1 como nulo grado de propensión y 5 para un grado de muy alta propensión y así respectivamente como se evidencia en la tabla 5, para luego ser normalizada con valores de entre 0 y 1 de acuerdo con el tipo de afectación.

**Tabla 5:**

*Ponderaciones para la cobertura vegetal*

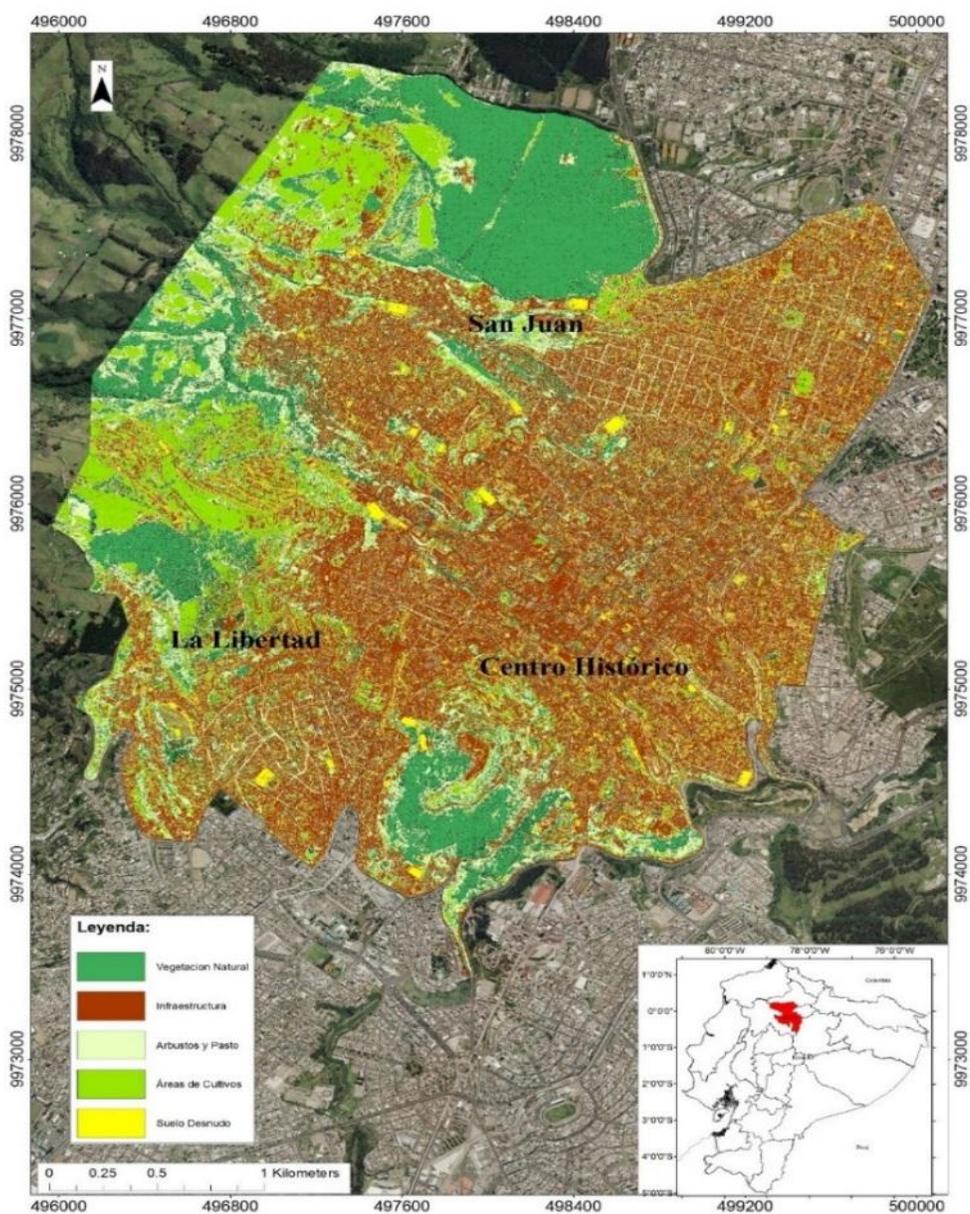
| Nivel   | Propensión | Ponderación |
|---|------------|-------------|
| Vegetación cultivada coníferas<br>Vegetación cultivada latifoliada<br>Vegetación de regeneración natural<br>Bosques húmedos y secos | nula       | 1           |
| Herbazales húmedos y secos<br>Arbustos húmedos y secos<br>Infraestructura   | baja       | 2           |
| Pasto natural<br>Agua de cauces naturales   | media      | 3           |
| Cultivo   | alta       | 4           |

|  |          |   |
|--|----------|---|
| Suelos desnudos de origen<br>antropogénico, suelos erosionados y<br>canteras | muy alta | 5 |
|--|----------|---|

Fuente: (Salcedo, 2017)

Figura 12:

## MAPA DE COBERTURA VEGETAL



Nota: Se detalla el tipo de cobertura vegetal existente en el área de estudio.

### Precipitación

Determina mediante un total de 18 estaciones, las más cercanas a la zona de estudio o que al menos estén dentro de la Provincia de Pichincha, permitiendo un rango mayor de análisis para luego realizar el mapa con un método de interpolación con puntos que están dentro y fuera del área de estudio, con la finalidad de obtener información de toda la zona.

**Tabla 6:**

*Estaciones meteorológicas*

| N° | Nombre                         | Altitud(m) | ACUMULADO(mm) |
|----|--------------------------------|------------|---------------|
| 1  | SAN ANTONIO DE PICHINCHA       | 2430       | 455.991765    |
| 2  | TUMBACO                        | 2348       | 860.046957    |
| 3  | LA TOLA                        | 2480       | 866.986667    |
| 4  | QUITO INAMHI-INNAQUITO         | 2789       | 1073.420667   |
| 5  | INIAP-SUPLEMENTARIA PORCINOS   | 2758       | 1359.496316   |
| 6  | EL QUINCHE-PICHINCHA           | 2605       | 326.917667    |
| 7  | GUAYLLABAMBA                   | 2150       | 511.052632    |
| 8  | CALDERON                       | 2645       | 551.177       |
| 9  | PUEMBO                         | 2460       | 677.34375     |
| 10 | YARUQUI INAMHI                 | 2600       | 832.734       |
| 11 | CALACALI INAMHI                | 2810       | 890.515333    |
| 12 | NONO                           | 2710       | 945.524667    |
| 13 | CHONTAL BAJO(GUAYLL.DJ ALAMBI) | 675        | 1267.457692   |
| 14 | LA CHORRERA                    | 3165       | 1403.18931    |

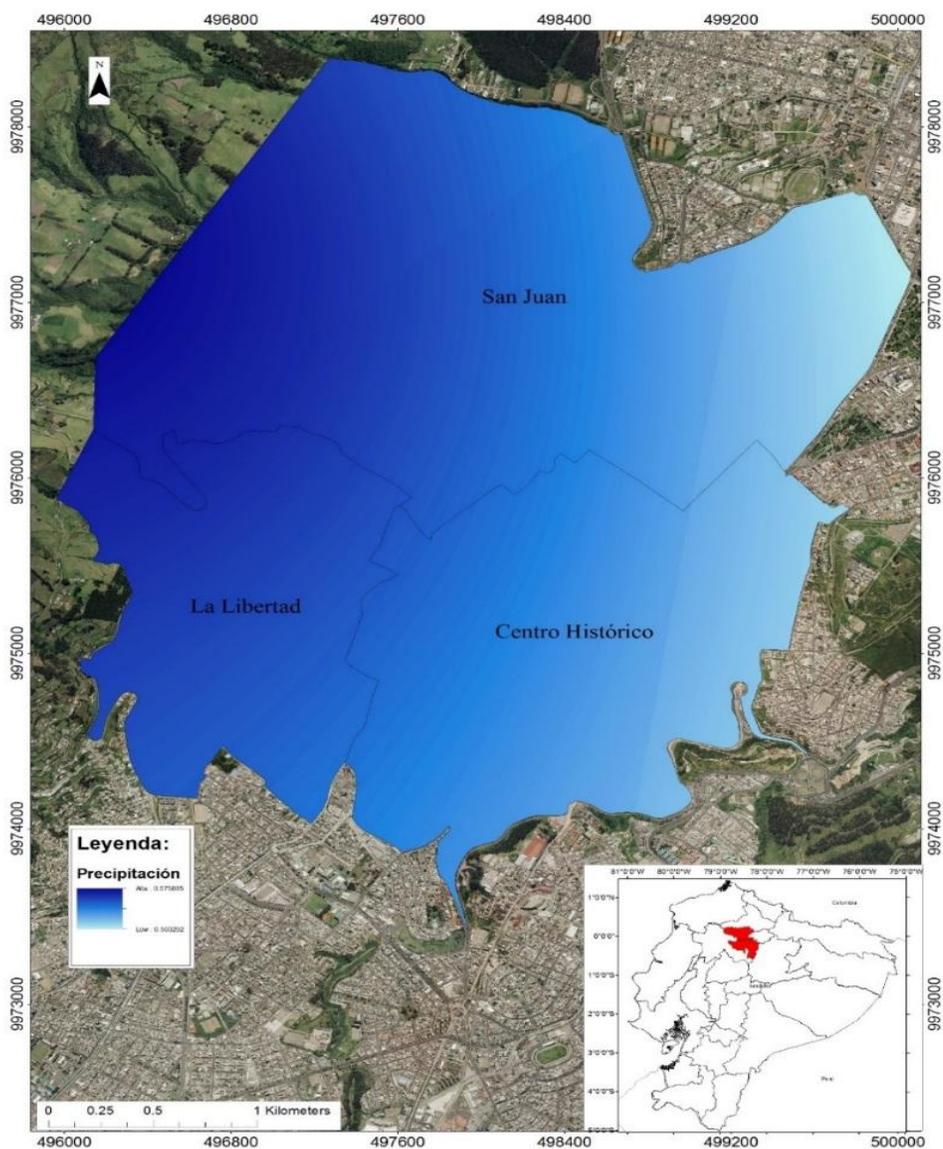
|    |                               |      |             |
|----|-------------------------------|------|-------------|
| 15 | CANAL 10 TV.                  | 3780 | 1414.592333 |
| 16 | LORETO PEDREGAL               | 3620 | 1556.461333 |
| 17 | SAN JOSE DE MINAS             | 2440 | 2288.796667 |
| 18 | SAN JUAN-PICHINCHA (CHILLOG.) | 3440 | 2396.926667 |
| 19 | NANEGALITO                    | 1580 | 2427.276897 |

**Nota:** Isoyetas medias anuales de la serie de 1981 hasta 2015 obtenidas del Geoportal del INAMHI, servicio de geoinformación meteorológico.

Se utiliza la interpolación para obtener valores de precipitación anual dentro de la zona de estudio, desde 1236.109mm hasta 1544.26mm, generando líneas de contornos cada 100 mm de precipitación media anual. Con estos datos se va determinando las ponderaciones para poder normalizar el mapa, obteniendo el siguiente resultado.

Figura 13:

## MAPA DE PRECIPITACIÓN



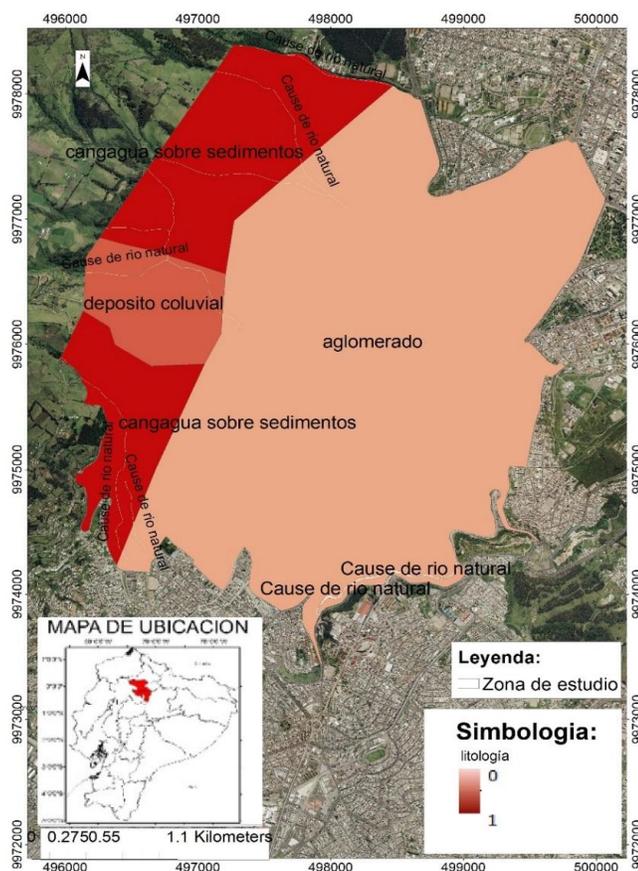
Nota. Este mapa detalla sitios en donde existe mayor precipitación que está representado de color azul y menor precipitación mientras más claro sea el tono.

### Mapa de litología.

Para este mapa de litología se obtiene la información de estudio del suelo encontrada en el geoportal del DMQ, determinando información muy generalizada debido a la información a gran escala existente, las ponderaciones establecidas para la evaluación multicriterio se generan con valores entre 1 nulo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto según el tipo de litología y el nivel de propensión, para luego ser normalizada de acuerdo con los valores de entre 0 y 1, siendo cero el tipo de litología de menor propensión y 1 el de mayor propensión a la ocurrencia de deslizamientos de masa (Salcedo, 2017).

**Figura 14:**

### MAPA DE LITOLOGÍA



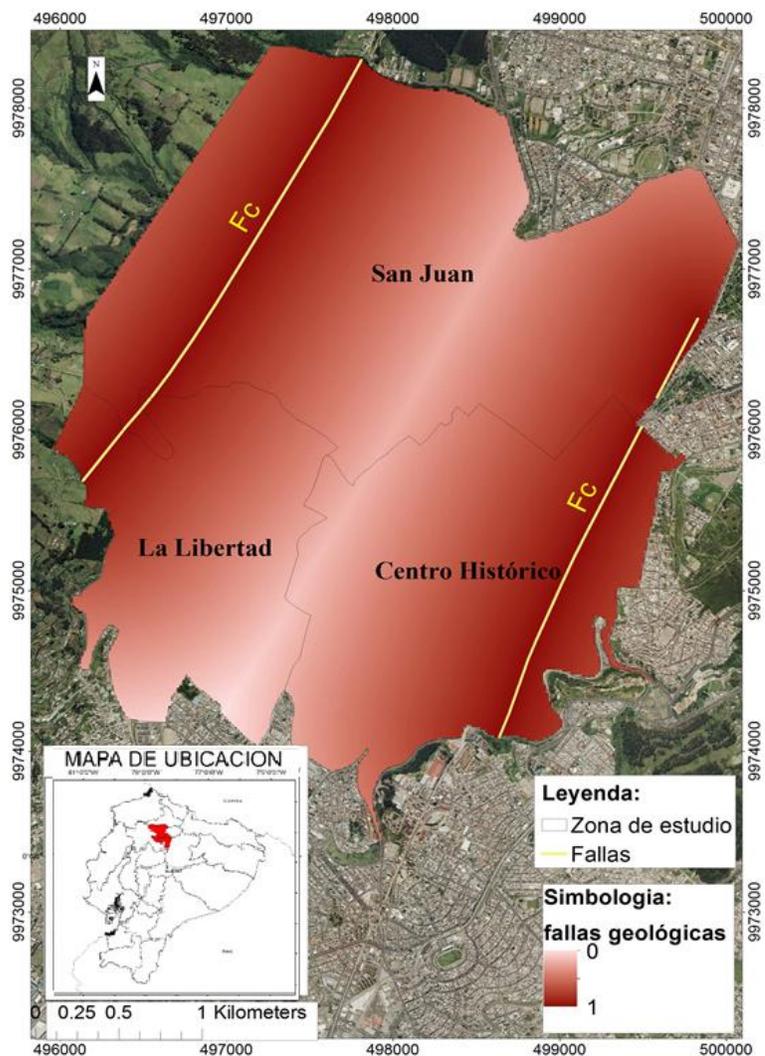
A las siguientes variables se aplican la metodología basada en la cercanía o distancia a la que se encuentre su presencia, entre las que se encuentra las variables vías, ríos y fallas geológicas de acuerdo con los criterios del análisis obtenido de la tesis de Daniela Salcedo (2017), que están incluidas en la metodología de la determinación de áreas vulnerables a deslizamientos.

#### **Fallas geológicas**

El tratamiento dado a esta variable se determina de acuerdo con la distancia de proximidad o distancia euclidiana a la que se encuentra de un punto que en este caso es la falla geológica en donde se va a establecer un valor índice de afectación estableciendo la distancia de cada celda en el ráster hasta la fuente. En el área de estudio se detalla dos fallas muy importantes las cuales están atravesadas en sentido norte a sur y de forma paralela. Obteniendo el siguiente mapa que detalla las fallas geológicas que están presentes en la zona de estudio.

Figura 15:

## MAPA DE FALLAS GEOLÓGICAS

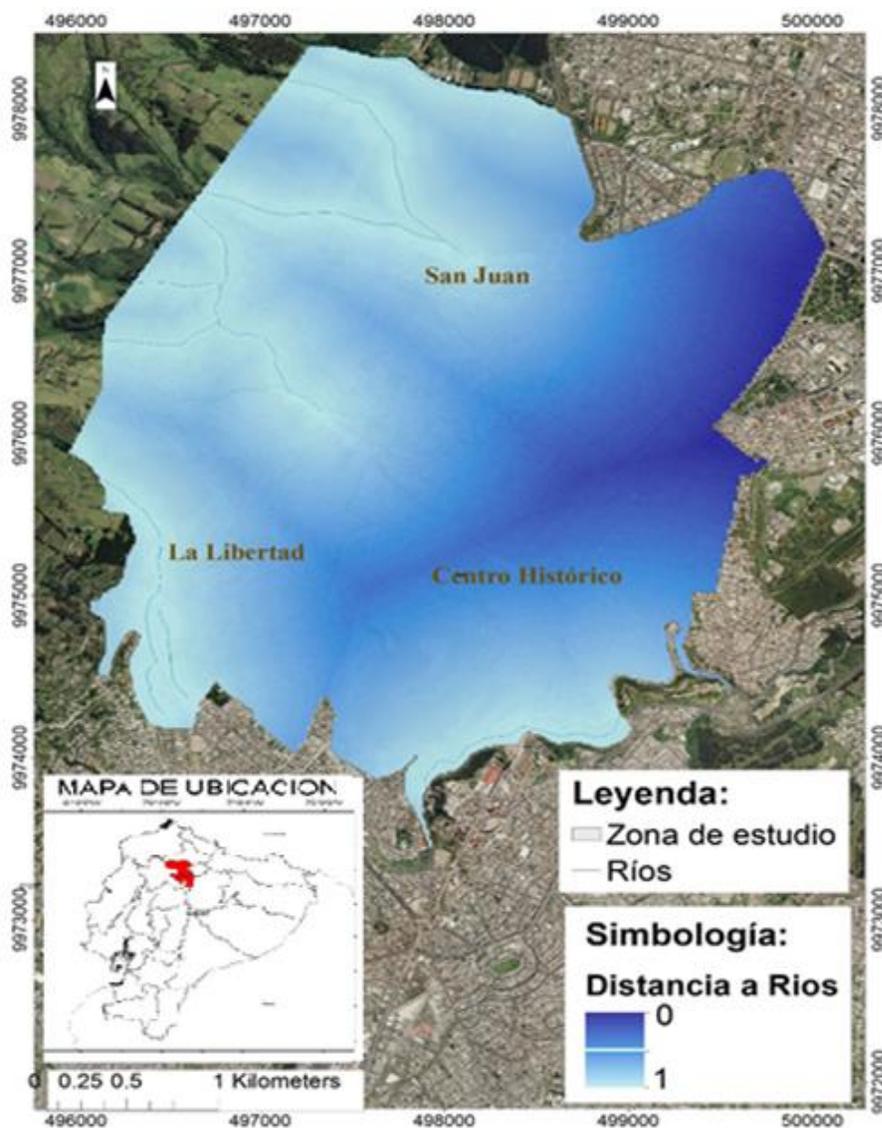


## Mapa de distancia a Ríos y Quebradas

La obtención del mapa de ríos y quebradas se determina a través de la metodología de proximidad o distancia euclidiana, con el fin de establecer una distancia en cada una de las celdas del raster hasta la fuente que en este caso son los ríos o quebradas, obteniendo el mapa (Figura 15). Luego ser normalizado el mapa con valores de entre 1 (menos propenso a la ocurrencia de deslizamientos) y 0 (más propensos a la ocurrencia de deslizamientos).

Figura 16:

## MAPA DE DISTANCIA A RÍOS Y QUEBRADAS

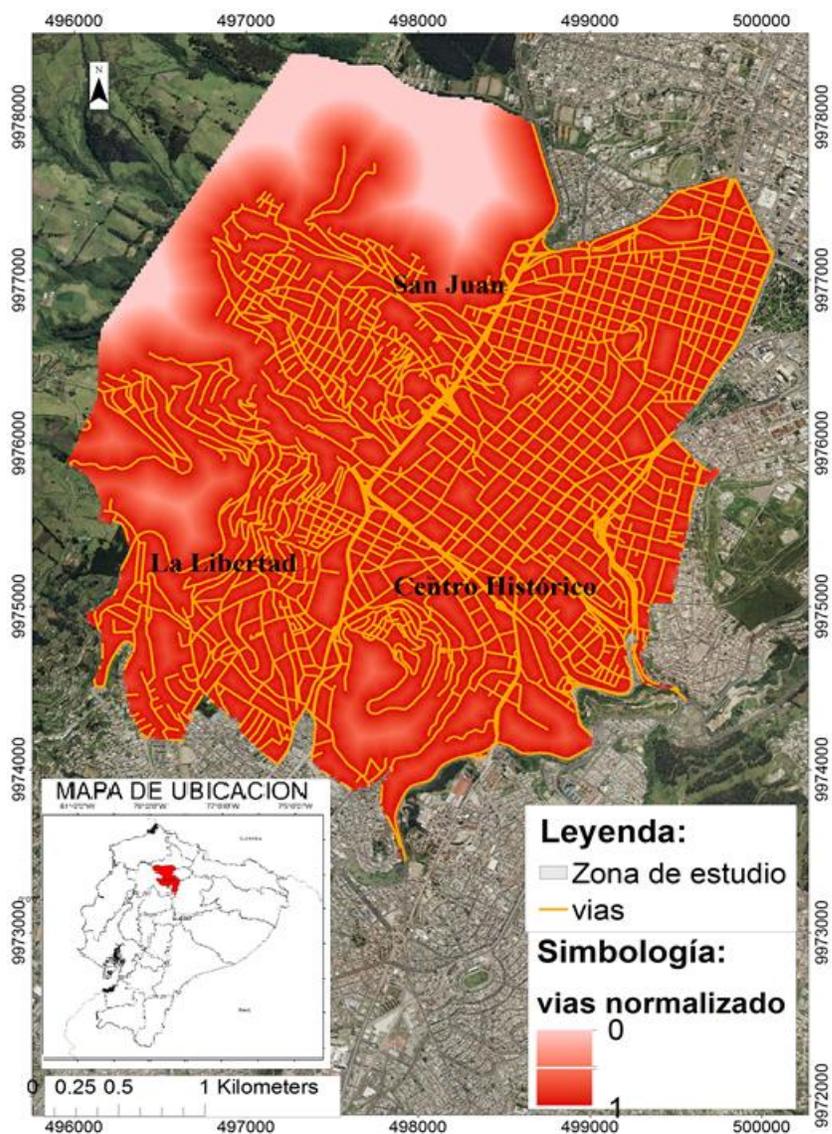
**Mapa de distancia a vías**

En el caso del mapa de distancia a vías, se determina con vías principales y secundarias del sector puesto que están poseen gran afluencia de intervención humana (Salcedo, 2017). Se determinó con la herramienta Distancia Euclidiana la cual nos permite definir la distancia de la celda hacia la

fuelle, siendo en donde existe mayor presencia el valor de 1 y 0 en donde existe una mínima intervención del suelo.

**Figura 17:**

*MAPA DE DISTANCIA A VÍAS.*



De esta manera se obtiene las variables necesarias para la aplicación y su previo análisis con la metodología de lógica difusa. Esta metodología se encuentra ya probada por varios

estudios y casos similares dentro del DMQ como es el caso de (Salcedo, 2017) y otros autores definidos con anterioridad, obteniendo grandes resultados.

### **Lógica difusa**

Se procede al análisis de la metodología de la lógica difusa de acuerdo con la siguiente ecuación la cual es tomada de la tesis de (Salcedo, 2017), en la que se determina con varias comparaciones entre diferentes modelos Fuzzy de percentiles 60, 80, modelo de Regresión, así como modelo Fuzzy de percentil 60 y 80 con el 95% de los datos y el modelo de regresión logística, obteniendo los resultados más favorables o que más se aproximan a la realidad de acuerdo con las pruebas de hipótesis y datos verificados en el sitio. Los modelos fuzzy muestran el mejor comportamiento de todas las variables relacionadas con la ocurrencia del fenómeno de deslizamiento, siendo esta técnica una alternativa más eficiente para el modelamiento; por tal motivo se procede a realizar un análisis multicriterio aplicando la ecuación y las variables causales tomadas en cuenta para este tipo de riesgo

$$f_{(x)} = 0.379X_1 + 0.246X_2 + 0.159X_3 + 0.102X_4 + 0.054X_5 + 0.036X_6 + 0.024X_7$$

En donde

*X<sub>1</sub>: Pendiente*

*X<sub>2</sub>: Litología*

*X<sub>3</sub>: Precipitación*

*X<sub>4</sub>: Distancia a fallas geológicas*

*X<sub>5</sub>: Distancia a rios*

*X<sub>6</sub>: Distancia a vias*

*X<sub>7</sub>: Cobertura vegetal*

Se verifica las zonas más propensas según el rango de las funciones de membresía fuzzy (Salcedo, 2017), de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 7:***Funciones de membresía fuzzy*

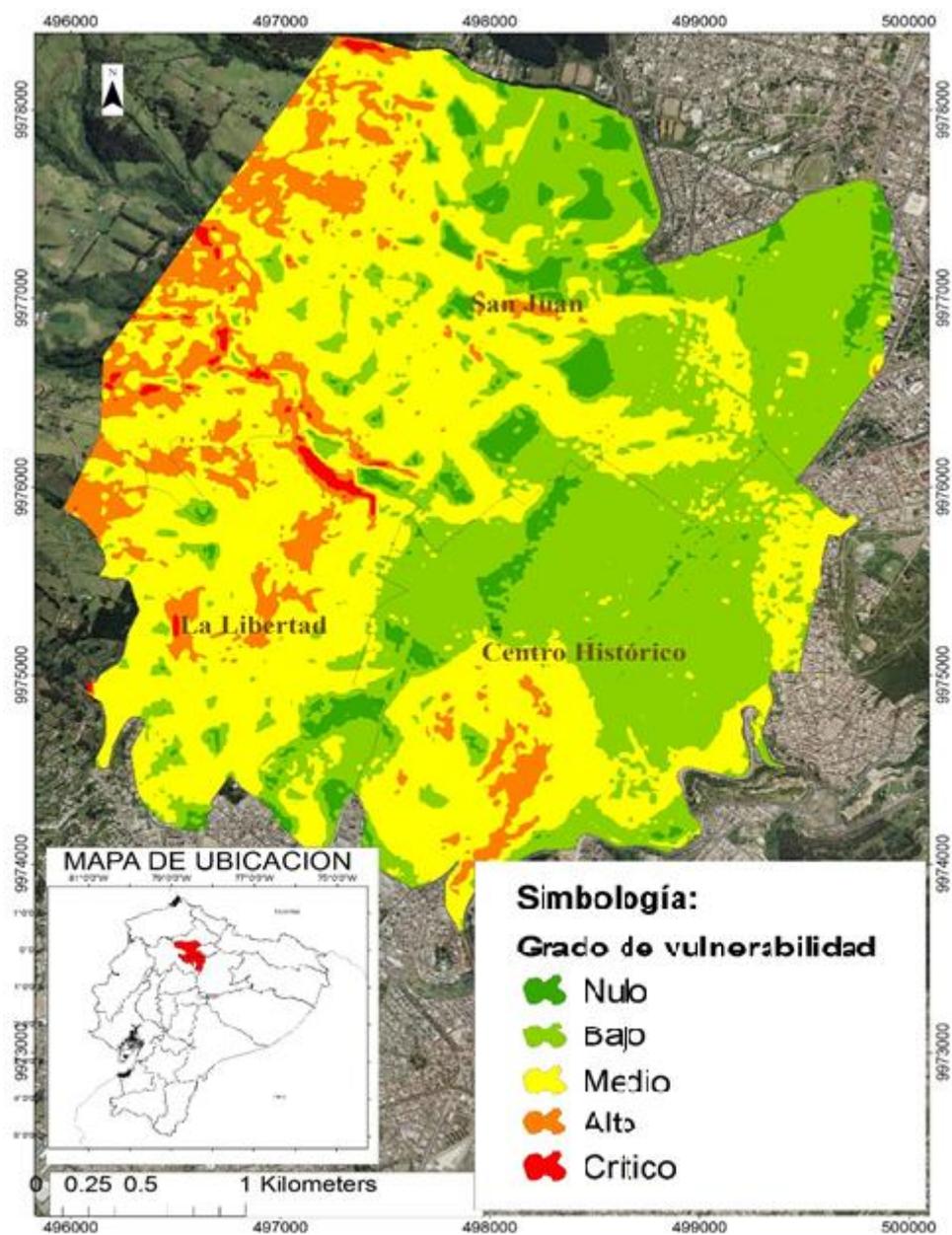
| Zona | Función de membresía fuzzy | Descripción nivel de vulnerabilidad | Escala de colores |
|------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| I    | > 0.10                     | Nula                                | Verde oscuro      |
| II   | 0.10-0.40                  | Baja                                | Verde claro       |
| III  | 0.40-0.60                  | Media                               | amarillo          |
| IV   | 0.60-0.75                  | Alta                                | Naranja           |
| V    | <0.75                      | Critica                             | Rojo              |

Nota. Cada uno de los colores determina las zonas en las cuales se describe el nivel de vulnerabilidad. Obtenido de (Salcedo, 2017)

Como resultado, se obtuvo valores de membresía fuzzy entre 0,19 y 0.76 entre los cuales se procede a clasificar toda el área de estudio según su grado de vulnerabilidad a deslizamientos, obteniendo el siguiente mapa como resultado de las zonas vulnerables a deslizamientos:

Figura 18:

## MAPA DE ZONAS VULNERABLES A DESLIZAMIENTOS



Se verifica las zonas en color rojo que son consideradas como zonas de vulnerabilidad crítica o las más propensas a deslizamientos y se las valida con una visita al campo teniendo valores dentro del rango de función de membresía alta de hasta 0.76 que estaría descrito como zona altamente vulnerable a deslizamiento.

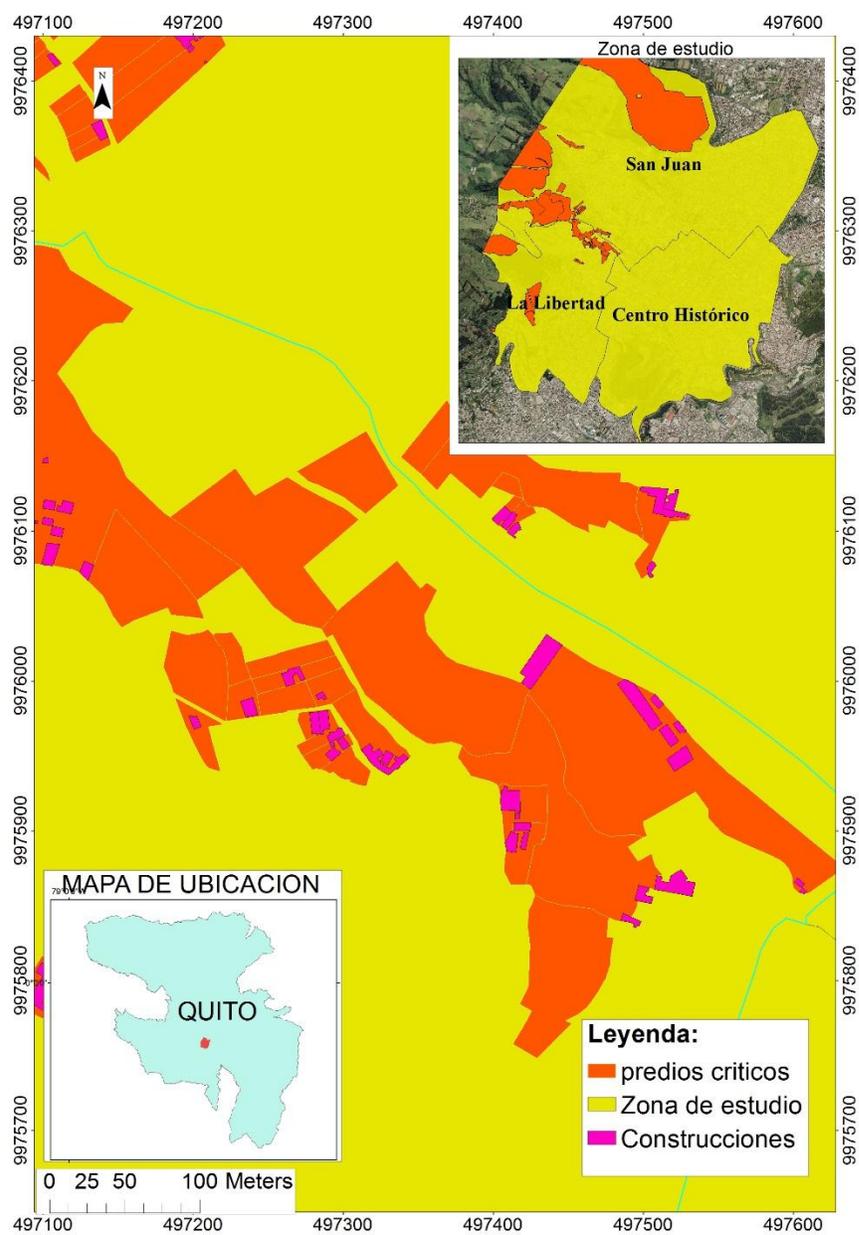
### **Catastro del DMQ y predios vulnerables a deslizamientos**

El catastro adquirido en la secretaria del territorio es de origen jurídico y en su totalidad tributario con el fin de saber de quién es y cuánto vale esa propiedad en particular, la cual va a ser identificada por su única clave catastral que en este caso consta de 10 dígitos. De esta manera, determinar en qué condiciones legales se encuentran los predios ubicados en zonas críticas a deslizamientos, sus datos de medidas, formas geométricas, condiciones de vivienda en el caso de estar construido y habitado entre otras características esenciales.

Se determina que el catastro no está actualizado, por tanto, no existe la totalidad de los predios de la zona de estudio y se procede a su actualización por medio de digitalización tanto de los predios como los bloques constructivos ubicados en áreas propensas críticamente a deslizamientos gracias a la ortofoto adquirida del Geoportal del DMQ. Se incorpora a la tabla de atributos un total de 80 unidades o bloques constructivos en áreas vulnerablemente críticas a deslizamientos.

En la zona de estudio se obtuvieron una totalidad de 14332 predios, que están clasificados según el grado de vulnerabilidad a deslizamientos: 56 predios en zona crítica, 790 predios en zona alta, 7953 predios en zona media, 5181 predios en zona baja y 352 predios en zona nula.

Se generó un mapa en el que se detalla las zonas críticas a deslizamientos y los predios que se verían afectados, así como sus unidades constructivas, tal como se muestra a continuación.

**Figura 19:****MAPA DE AFECTACIONES DE PREDIOS.**

*Nota.* Los predios afectados están detallados en toda la zona de estudio con color naranja, las construcciones dentro de cada uno de los predios según el catastro están denotadas de color amarillo.

### Relación de la información catastral del DMQ con la norma ISO 19152:2012

con el fin de relacionar cada uno de los paquetes de la normativa ISO 19152:2012 y las respectivas clases o criterios que están relacionados con este estudio, se analiza la información existente en la tabla de atributos del catastro del DMQ para los predios seleccionados que se encuentran dentro del área vulnerablemente crítica a deslizamientos. Este catastro está establecido con el acuerdo Ministerial 029-16 y 017, así como la Ordenanza 0222, que cumplen con las normas técnicas de catastro bienes inmuebles urbanos y rurales.

Con el análisis de la norma ISO 19152:2012, se detalla cada uno de los atributos que pueden ser considerados de acuerdo con el conocimiento de la definición y su clasificación correspondiente dentro de los paquetes, clases y atributos, con el fin de generar más información que esté relacionada con la norma.

#### Paquete de partes: La\_Party

Se relaciona este paquete con atributos propios y únicos pertenecientes al propietario y todos los que tenga relación encontrados en la normativa ISO.

**Tabla 8:**

*Paquete Partes.*

| Paquete | Clases         | Atributos                      |
|---------|----------------|--------------------------------|
| PARTES  | LA_Party       | Ubicación(dirección el predio) |
|         | LA_GroupParty  | Propietario                    |
|         | LA_PartyMember | Teléfono del propietario       |
|         |                | Clave catastral                |
|         |                | Razón social del propietario   |
|         |                | Derecho y acciones             |

Fuente: (International Standard ISO 19152, 2012)

**Paquete de unidad administrativa básica: LA\_BAUnit**

**Tabla 9:**

*Paquete Unidad Administrativa*

| Paquete               | Clases    | Atributos                           |
|-----------------------|-----------|-------------------------------------|
| UNIDAD ADMINISTRATIVA | LA_BAUnit | Nombre de la unidad básica          |
| BÁSICA                | LA_RRR    | Identificador de la RRR             |
|                       |           | Identificador de la unidad básica   |
|                       |           | Ubicación local                     |
|                       |           | Uso de Suelo: Zona (Urbano o rural) |
|                       |           | Derecho Privado                     |
|                       |           | Derecho comunal                     |
|                       |           | Razón social del predio             |

Fuente: (International Standard ISO 19152, 2012)

**Paquete de unidad espacial: LA\_SpatialUnit**

**Tabla 10:**

*Paquete Unidad Espacial*

| Paquete    | Clases                              | Atributos             |
|------------|-------------------------------------|-----------------------|
| UNIDADES   | LA_SpatialUnit                      | Área manzana          |
| ESPACIALES | LA_SpatialUnitGroup                 | Nombre                |
|            | LA_LegalSpaceBuildingUnit           | Clave catastral       |
|            | LA_LegalSpaceUnitilityNetwok        | Área predio           |
|            | LA_Level                            | Área del predio según |
|            | LA_Required RelationshipSpatialUnit | escrituras            |
|            | LA_AreaValue                        | Área construcción     |

|                |  |
|----------------|--|
| LA_VolumeValue | <p>Tipo de representación<br/>mediante nivel: estructura<br/>(Structure)</p> <p>Identificador de la unidad<br/>espacial</p> <p>Tipos de registro<br/>Level(RegisterTipe)</p> <p>Clave catastral para el<br/>catastro</p> <p>Perímetro</p> <p>nombre de parroquia</p> <p>Nombre de zona distrital</p> <p>Valor del frente</p> <p>Tipo de zona</p> <p>Número de predios por<br/>manzana</p> <p>Fecha de inscripción</p> <p>Volumen de construcción</p> <p>Tipo de denominación</p> <p>Uso del predio</p> |
|----------------|--|

Fuente: (International Standard ISO 19152, 2012)

**Subpaquete de representación del objeto:** LA\_SpatialSource

**Tabla 11:**

*SubPaquete Representación Espacial.*

| Paquete        |   | Clases                  | Atributos                   |
|----------------|---|-------------------------|-----------------------------|
| REPRESENTACION | Y | LA_AdministrativeSource | Forma de la información     |
| TOPOGRAFIA     |   | LA_SpatialSource        | física                      |
|                |   | LA_Point                | Ejecución de levantamientos |
|                |   | LA_BoundaryFaceString   | Atributos posteriores       |
|                |   | LA_Transformation       | Ortofotos                   |

Fuente: (International Standard ISO 19152, 2012)

### **Derechos, responsabilidades y restricciones basados en la norma ISO 19152:2012**

Con la especificación de los paquetes que intervienen dentro del riesgo de deslizamientos se procede a la determinación de los derechos, responsabilidades y restricciones que debe poseer los predios que se encuentran dentro de las áreas críticamente vulnerables a deslizamientos.

Estos RRR se detalla conforme el Acuerdo Ministerial 017-029 y LA ORDENANZA 0222

#### **Derechos:**

- Derecho de tenencia social
- Derecho de uso
- Derechos de servicios básicos
  - Alcantarillado
  - Agua
  - Alumbrado público
  - Electricidad
  - Teléfono

- Derecho de vía
  - Vía
  - Tipo de vía

#### **Responsabilidades**

- Obligación de la acera basado en la construcción o modificación
- Obligación de delimitación del predio
- Obligación de construcción
- Obligación de mantenimiento al predio
- Obligación de limpieza del predio para el propietario.
- Obligación de acometidas

#### **Restricciones**

- **Restricción a riesgos naturales**

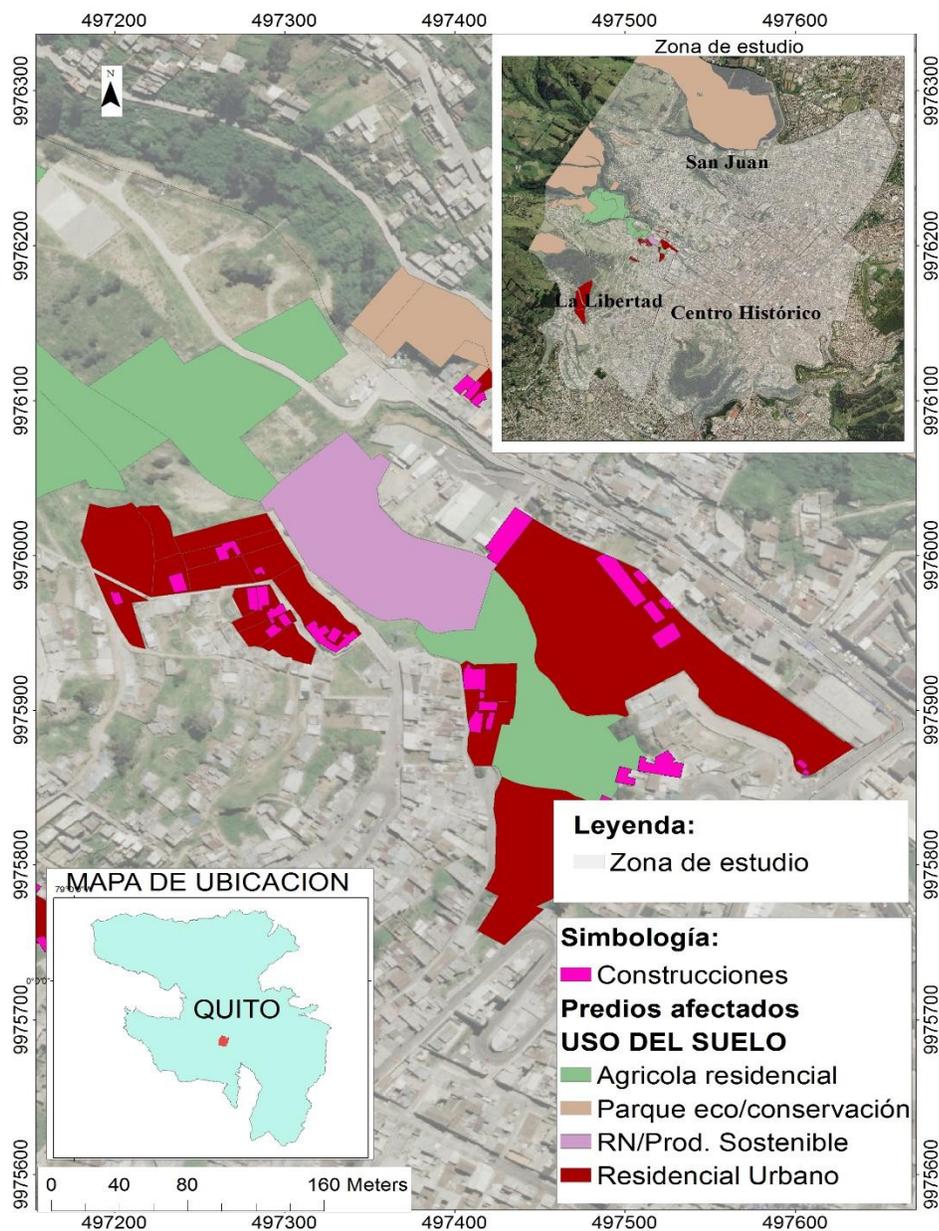
Como primer punto se acota una de las restricciones más importantes referidas al estudio que es la amenaza a deslizamientos en masa, en la cual se establece que todos los predios tomados en cuenta para el análisis sin excepción se encuentran dentro del área vulnerablemente crítica a deslizamientos; estos predios cuentan con su uso del suelo adecuado salvo algunas excepciones en donde incluso se evidencia construcciones ilegales. Por tal motivo de acuerdo con la información obtenida se determina cuáles son los predios que, de acuerdo con su uso y ocupación del suelo poseen restricción a riesgos naturales.

- **Restricción de área protegida**

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), no se encuentra permitida en ninguna circunstancia, la ocupación o construcción dentro de las zonas consideradas como áreas protegidas. Prohibiendo la ocupación ilegal o invasión de acuerdo con el artículo 77 del Código Orgánico Ambiental (Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, 2019).

Figura 20:

## MAPA DE RESTRICCIÓN DE ÁREA PROTEGIDA



Se evidencia en la figura 19 que existen predios dentro de áreas consideradas como zonas protegidas o de conservación como se puede evidenciar en el mapa de uso y ocupación del suelo vigente obtenido del geoportal del DMQ. Por tal motivo son determinados para la respectiva toma de decisiones en el plan de mitigación.

- **Restricción de borde de quebrada o río**

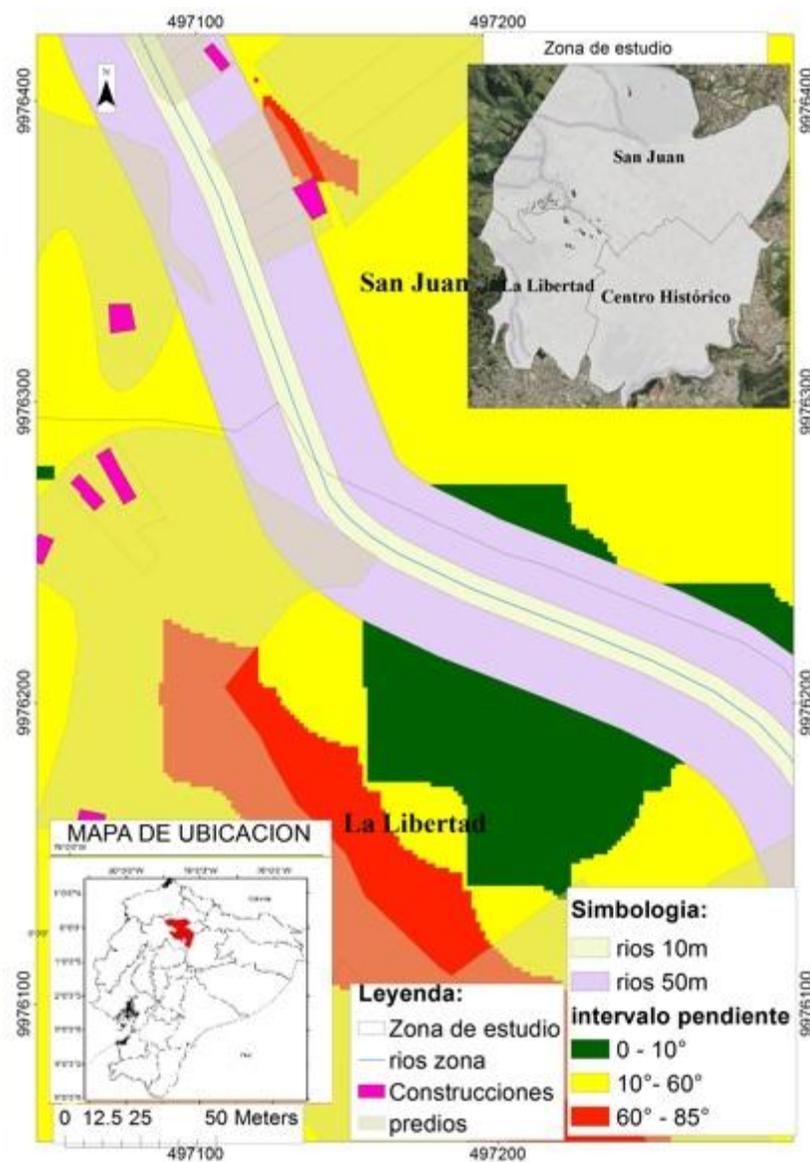
De acuerdo con la ordenanza N°172 del artículo 177 vigente, del Distrito Metropolitano de Quito, no cumplen con las restricciones de la distancia requerida para la implementación de edificaciones tanto en filo de quebradas o ríos; por ende no se permite una disposición de presencia de construcciones, siendo los predios críticos en su mayoría los que poseen esta restricción como se detalla en el mapa (Ordenanza Metropolitana Nro. 172, 2011).

Se detalla las siguientes cláusulas:

- 3 metros de retiro de protección en rellenos de quebradas a partir del borde
- En pendientes menores a 10° se detalla un área de protección de 6m en longitud horizontal medidos desde el borde superior de la quebrada.
- En pendientes de entre 10° y 60° se considera un área de protección de 10m en longitud horizontal medidos desde el borde superior de la quebrada.
- En pendientes mayores a 60° se considera un área de protección de 15m en longitud horizontal medidos desde el borde superior de la quebrada.
- En los ríos se debe construir en zona urbana con una distancia de separación de 10m de la ribera y 15 m de la ribera en zona rural medidos en ambos casos horizontalmente si se considera terreno plano, por otro lado si se considera terreno con pendiente mayor a 45° la separación es de 50m medidos de igual manera desde la ribera.

**Figura 21:**

*MAPA DE PREDIOS CON RESTRICCIÓN RESPECTO A RÍOS Y QUEBRADAS.*



Notándose una mayoría de predios vulnerablemente críticos a deslizamientos que se encuentran en las zonas con pendientes entre 10° y 80° por ende se considera, de acuerdo con la ordenanza municipal N°172, solamente un área de protección de 10m en longitud horizontal medidos desde el borde superior para la construcción (Ordenanza Metropolitana Nro. 172, 2011).

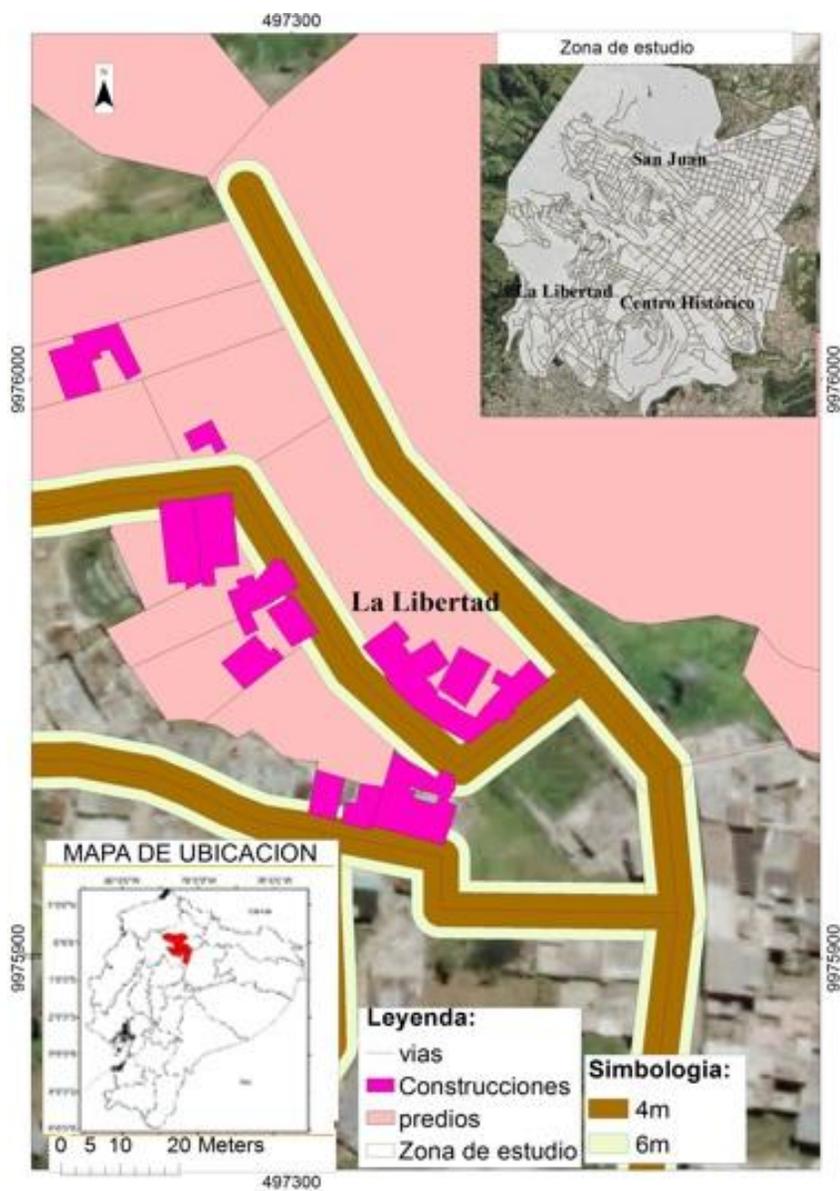
Observándose que 28 de los 56 predios afectados conllevan una restricción de construcción debido a la pendiente de acuerdo con el tipo de infraestructura que se ha establecido en el predio.

- **Restricción de vías**

De acuerdo con la variable distancia a vías en la cual se determina la restricción de no construir edificaciones a una cierta distancia, se define a las vías consideradas como calles dentro de la tabla de atributos con una medida de ancho de entre 4 a 6 metros de ancho, ya que en su mayoría son las que están ubicadas en los predios con afectación crítica a deslizamientos.

Se evidencia que los predios no se rigen a la ordenanza municipal N°0172 del distrito metropolitano de Quito, que determina la separación o la distancia permitida de construcción de acuerdo con el eje de la vía según su ancho, que en este caso se establece en un promedio de 6 metros en la cual la distancia será de 4 metros a cada lado del eje de la vía, siendo 24 de un total de 56 predios los que incumplen esta ordenanza.

Se genera el mapa de acuerdo con la normativa vigente en la ordenanza.

**Figura 22:***MAPA DE PREDIOS CON RESTRICCIÓN A VÍAS.*

Todos los datos obtenidos de acuerdo con la restricción se fueron almacenando en la tabla de atributos correspondientes a la cobertura de predios como se evidencia en la figura 22.

**Figura 23:***TABLA DE ATRIBUTOS SHP PREDIOS AFECTADOS.*

| Predios afectados |     |         |           |        |                |             |            |           |
|-------------------|-----|---------|-----------|--------|----------------|-------------|------------|-----------|
|                   | FID | Shape   | Provincia | Cantón | Adminisi_Zonal | Parroquia   | AREA_TERRE | PROPIEDAD |
|                   | 0   | Polygon | Pichincha | Quito  | Manuela Saenz  | San Juan    | 1843.33    | UNI       |
|                   | 1   | Polygon | Pichincha | Quito  | Manuela Saenz  | La Libertad | 1293.2     | UNI       |
|                   | 2   | Polygon | Pichincha | Quito  | Manuela Saenz  | La Libertad | 7146.52    | UNI       |

| CLAVE_CATA | Zona_ | USO DEL SUELO           | Tipo_predi | Constru |
|------------|-------|-------------------------|------------|---------|
| 3010515023 | Rural | Parque eco/conservación | Legal      | NO      |
| 3010502001 | Rural | Parque eco/conservación | Legal      | NO      |
| 3010515022 | Rural | Parque eco/conservación | Legal      | NO      |

| serv_basi | Peligro               | Nivel   | PERDIDAS_H | rest_pendi | Rest_areap | RESTR_VIA |
|-----------|-----------------------|---------|------------|------------|------------|-----------|
| SI        | Deslizamiento de masa | Critico | NO         | NO         | SI         | NO        |
| SI        | Deslizamiento de masa | Critico | NO         | NO         | SI         | NO        |
| SI        | Deslizamiento de masa | Critico | NO         | NO         | SI         | NO        |

Nota. Con el fin de almacenar la información necesaria del predio para la toma de decisiones a futuro.

### Planificación

Por último, de acuerdo con el modelo de gestión del riesgo en el territorio se determina el tercer aspecto que se refiere a la planificación territorial con la finalidad de generar un análisis exhaustivo de las condiciones en las que se encuentre el predio y las decisiones que se pueden tomar con el fin de evitar, reducir, trasladar o conservar el riesgo a deslizamientos; para esto se toma en cuenta las ordenanzas vigentes del DMQ, así como el PUOS de Quito vigente (Plan de uso y ocupación del suelo).

### Plan de mitigación

A continuación, se incorpora un plan de mitigación propuesto de acuerdo con un estudio internacional basado en riesgo a deslizamientos de masas para cada uno de los predios que están

dentro de las zonas consideradas vulnerablemente críticas, generando en la base de datos cada uno de las propuestas o decisiones que se tomarían de acuerdo con las restricciones a las que el predio se ve sometido. Se incluye además 3 aspectos que intervienen en este plan y son de suma importancia para cumplir con cualquiera que sea la decisión tomada.

No solo se hablaría de un plan que cumpla con el rol de reubicar a los predios ya que cada uno de los predios posee distinto uso, sino más bien, de generar una normativa a partir de la experiencia internacional, aplicable a este tipo de eventos catastróficos; además que incorpore todas las variables relacionadas en el estudio, con el fin de crear una base de datos de los predios que están ubicados en zonas críticamente vulnerables a deslizamientos.

Con el fin de proteger el bien e integridad del predio, verificar su correcto buen uso de acuerdo con las condiciones que estén presentes, que permita convertirse en un sitio seguro y apto para cualquier tipo de actividad requerida por el ciudadano y que cumpla con las ordenanzas vigentes del Distrito Metropolitano de Quito, es necesario generar estudios adecuados y actualizados.

Por otro lado, tratar de hacer cumplir las leyes aplicando una norma internacional que cada uno de los propietarios de predios debe acatar dentro y fuera de sus propiedades, así como sus derechos, responsabilidades y restricciones a los que se ven inmersos, es una de las estrategias con las que el presente estudio pretende aportar, afin de reducir o evitar los efectos adversos que puede llegar a ocasionar un evento catastrófico. Teniendo por un lado las partes que intervienen o el personal interesado y equipos de suma importancia en la generación del plan.

### **Instituciones**

Instituciones gubernamentales con el fin de delegar competencias a instituciones tanto públicas como privadas que estén al tanto como el COE-P, COE-M, COPAE(comisión Parroquial de

atención a emergencias), para poder trabajar en conjunto a fin de determinar las necesidades de los predios ubicados en zonas vulnerablemente críticas.

**El personal**

Profesionales técnicos. Determinan las condiciones a las que se encuentra sometido el predio.

Supervisores y capacitadores. Emiten informes y dan a conocer el plan

Personal de control. Encargados de controlar y sancionar de acuerdo con las normativas vigentes.

**Equipos:**

Medios que se encargarían de la difusión de la información.

Equipos tecnológicos para que los profesionales obtengan valores más precisos.

A continuación se presenta un plan basado en escenarios que permite incorporar aspectos como la tenencia de tierras, el aumento de la población, la aplicación del modelo LADM, el interés con que se incorporaría este plan a la sociedad afectada, y estudios a futuro que deben ser realizados con el fin de determinar la factibilidad que tendría la aplicación de este plan de mitigación en los sectores vulnerablemente críticos.

### Escenarios respecto de la aplicación de la Norma ISO 19152: 2012 y la gestión del riesgo.

A continuación se detalla un cuadro propuesto de escenarios según el tipo de predios que se encuentran dentro del área vulnerablemente crítica a deslizamientos, con el fin de detallar cómo la población llevaría consigo la decisión que se tome respecto de su predio, cuáles serían sus beneficios o afectaciones de acuerdo con cada uno de los siguientes criterios, para así poder tomar una decisión correcta.

**Tabla 12:**

*Propuesta de plan de mitigación de acuerdo con los siguientes escenarios*

| <b>Tipo de predio</b> | <b>Escenario prospectivo</b> | <b>Tenencia de tierras</b>  | <b>Áreas vulnerablemente críticas</b>   | <b>Aplicación del modelo LADM</b>   | <b>Socialización de la vulnerabilidad a deslizamientos</b>   | <b>Generación de nuevos estudios</b>  |
|-----------------------|------------------------------|---|---|---|--|---|
| <b>Municipal</b>      | <b>Optimista</b>             | En este caso el ente regulador es el primero en acatar cada una de las normas y hacer cumplir a cabalidad siendo un ejemplo | Creación de sitios seguros, como áreas verdes, áreas de recreación y reforestación que permitan a las áreas vulnerables | Implementación de la norma ISO19152: 2012 que cumpla con los estándares internacionales, para la aplicación | Eventos sociales que permitan capacitar a las personas sobre los probables eventos catastróficos que | Mantenerse en contacto con la sociedad sobre nuevos estudios técnicos, capacitaciones o foros que |

|                |  |                  |  |  |   |  |  |
|----------------|--|------------------|--|--|---|--|--|
|                |  |                  | para su población en el manejo de los predios a su poder, con la finalidad de darles un correcto PUOS.   | darles vida, de manera que no queden aisladas sin ocupación.   | de sus derechos, responsabilidades y restricciones.   | se presentan en la zona, y como sobre llevarlos, así como la adquisición de nuevos predios.                                | benefician la integridad de los predios municipales del sector, con el fin de generar una réplica hacia los demás predios.   |
| <b>Predios</b> | <b>Ilegales</b><br><br><b>e</b><br><br><b>ilegales</b> | <b>Pesimista</b> | Adquisición de nuevos predios sin los correctos estudios técnicos, los predios afectados no desean ningún tipo de modificación por temor a pérdidas. | Aumentan más zonas consideradas críticas debido a la modificación del suelo, el crecimiento poblacional y la tenencia de tierras ilegales. | No se aplica para este tipo de sectores ya que no cumple con las expectativas mundiales, por tal motivo los predios deben ser reubicados. | Muy poco o casi nulo interés por este tipo de amenaza, debido a la percepción, ya que nunca paso nada y nunca pasará nada. | Interés nulo por la parte profesional ya que existe presencia baja de deslizamientos y no se obtendrá resultados favorables. |

|                          |  |   |   |  |   |
|--------------------------|--|---|---|--|---|
| <b><i>Tendencial</i></b> | De manera progresiva las partes interesadas cumplen con las expectativas para la adquisición de tierras.             | Continúan asentándose en sitios vulnerables, pero tomando las debidas precauciones, algunos salen a buscar otros predios. | Ejecución del modelo LADM en este sector puede servir como ejemplo para algunos lugares en donde existe este tipo de amenaza. | <i>Capacitaciones emitidas dejan en duda la integridad de la población afectada.</i>           | Expectativa dudosa sobre el estudio emitido, pero se desea mejorar y compararlo con el fin de lograr resultados de mayor calidad. |
| <b><i>Optimista</i></b>  | Generación de un plan de mitigación adecuado que permite cumplir con las expectativas de las normas internacionales. | Abandono por parte de los dueños de los predios al saber que están expuestos a un peligro. Por ende,                      | Se integra de una manera muy eficaz la norma ISO que cumple con las expectativas del estudio,                                 | <i>Capacitación donde todas las partes involucradas están de acuerdo con los problemas que</i> | Generación de nuevos estudios gracias al interés emitido en este proyecto, el cual puede ser emitido en cualquier sitio y         |

|                    |                    |                          |                      |
|--------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| se disminuye el    | permitiendo        | <i>trae consigo este</i> | con cualquier        |
| porcentaje de      | leyes y normas     | <i>tipo de</i>           | condición que        |
| predios expuestos. | adecuadas para     | <i>amenazas, así</i>     | presente el terreno. |
|                    | toda la población. | <i>como una</i>          |                      |
|                    |                    | <i>gestión</i>           |                      |
|                    |                    | <i>adecuada.</i>         |                      |

Mediante esta propuesta se puede generar la lista de acciones según el tipo de restricción que cada uno de los predios posee, con el fin de implementarlas dentro del plan de mitigación, para que luego sean aplicadas dentro del área de estudio.

### Acciones de mitigación

Estas acciones permiten definir la condición en la que se encuentra el predio con el fin de reducir el daño o impacto que genera la amenaza a deslizamientos en masa considerada en la vulnerabilidad como uno de los riesgos más severos de área de estudio.

Se genera la Tabla 14 ya que cada uno de los predios posee diferentes características como por ejemplo respecto del PUOS. Por tal motivo las acciones van a ser diferentes para cada tipo de predio.

**Tabla 13:**

*Plan de mitigación para predios críticamente vulnerables a deslizamientos.*

| Tipo de Predio   | Presencia de construcción | Restricción: vías, áreas protegidas, ríos y quebradas, riesgos naturales | Acción  | Tratamiento  | Predios (total 56) |
|------------------|---------------------------|--|---|--|--------------------|
| <b>Municipal</b> | SI                        | SI   | Evaluar las condiciones en las que se encuentra el predio y la construcción. Generar actividades de presencia humana mínima con el fin de | Reubicación de las construcciones y demolición de infraestructura que ponga en peligro a la sociedad | 5                  |

|              |    |    |  |  |    |
|--------------|----|----|--|--|----|
|              |    |    | resguardar la integridad de la población.  | Actividades dentro de estos establecimientos.  |    |
|              |    | NO | Generar una verificación del uso del predio. Con el fin de implementar planes de uso del suelo | Estudios exhaustivos con el fin de utilizar al máximo este espacio dándole un valor, mas no dejándolo deshabitado. |    |
|              | NO | SI | Generar planes para su correcto uso como infraestructura, reforestación o recreación.          | Planes de uso y ocupación adecuados que permitan dar un buen uso al suelo.   | 7  |
| <b>Legal</b> | SI | SI | Realizar un estudio con el fin de determinar la legalidad de estos predios.                    | Reubicación a zonas más seguras y demolición absoluta de la construcción.  | 25 |
|              |    | NO | Simulacros y capacitaciones con el fin de mantener a la población preparada.                   | Verificación de las construcciones con el fin de convertirlas en zonas seguras.                                    |    |

|               |    |    |   |  |    |
|---------------|----|----|---|--|----|
|               | NO | SI | Generar estudios o planes para darles un buen uso a los predios, con el fin de no ser predios aislados, como agricultura y ganadería. | Plan adecuado para el uso del predio, con el fin buscar una solución adecuada para el propietario.   | 15 |
| <b>Ilegal</b> | SI | SI | Tomar acciones legales con el fin de que no se genere ningún tipo de construcción en estas zonas.                                     | Reubicación de las construcciones y demolición absoluta, así como acciones legales que permitan encontrar responsables, además de no permitir construcciones ilegales. | 2  |
|               |    | NO | Realizar un estudio con el fin de dar solución a estos predios puesto que no cuentan con restricciones de construcción.               | Construcciones ilegales deben ser reubicadas y demolidas. Generar un plan de legalización de tierras.  |    |

|    |    |   |  |   |
|----|----|---|--|---|
| NO | SI | Plan de seguridad con el fin de resguardar los predios y no sean invadidos. | No permitir la construcción de ningún tipo, así como el seguimiento para determinar personas culpables en venta de predios ilegales. | 2 |
|----|----|---|--|---|

*NOTA:* Esta tabla muestra el plan de contingencia propuesto para cada uno de los predios según tipo, construcción y restricción.

## Integración de la gestión del riesgo en el catastro

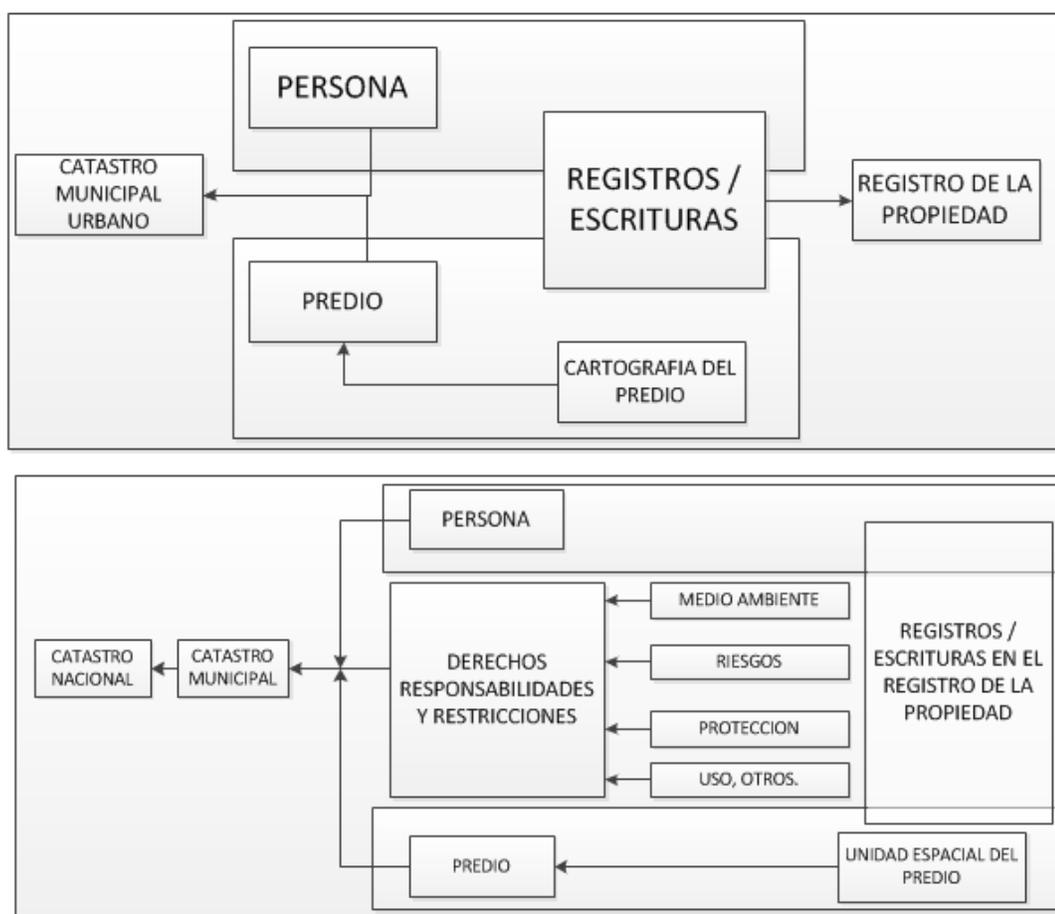
### Elaboración del modelo de un sistema de administración de tierras mediante el STDM

En la actualidad los catastros inmobiliarios poseen una estructura que establece solo criterios básicos del predio, por ende en este proyecto se desea acoplar este catastro a la norma ISO 19152:2012 que incluye muchas más variables entre ellas biofísicas y socioeconómicas, con el fin de establecer un catastro más proactivo y operativo.

Modelo sistema catastral actual y modelo basado en la norma ISO LADM 19152:2012.

**Figura 24:**

*MODELO DEL CATASTRO ACTUAL Y DEL PROPUESTO CATASTRO ISO 19152:2012*



Fuente: tomado de Salazar et al. (2016)

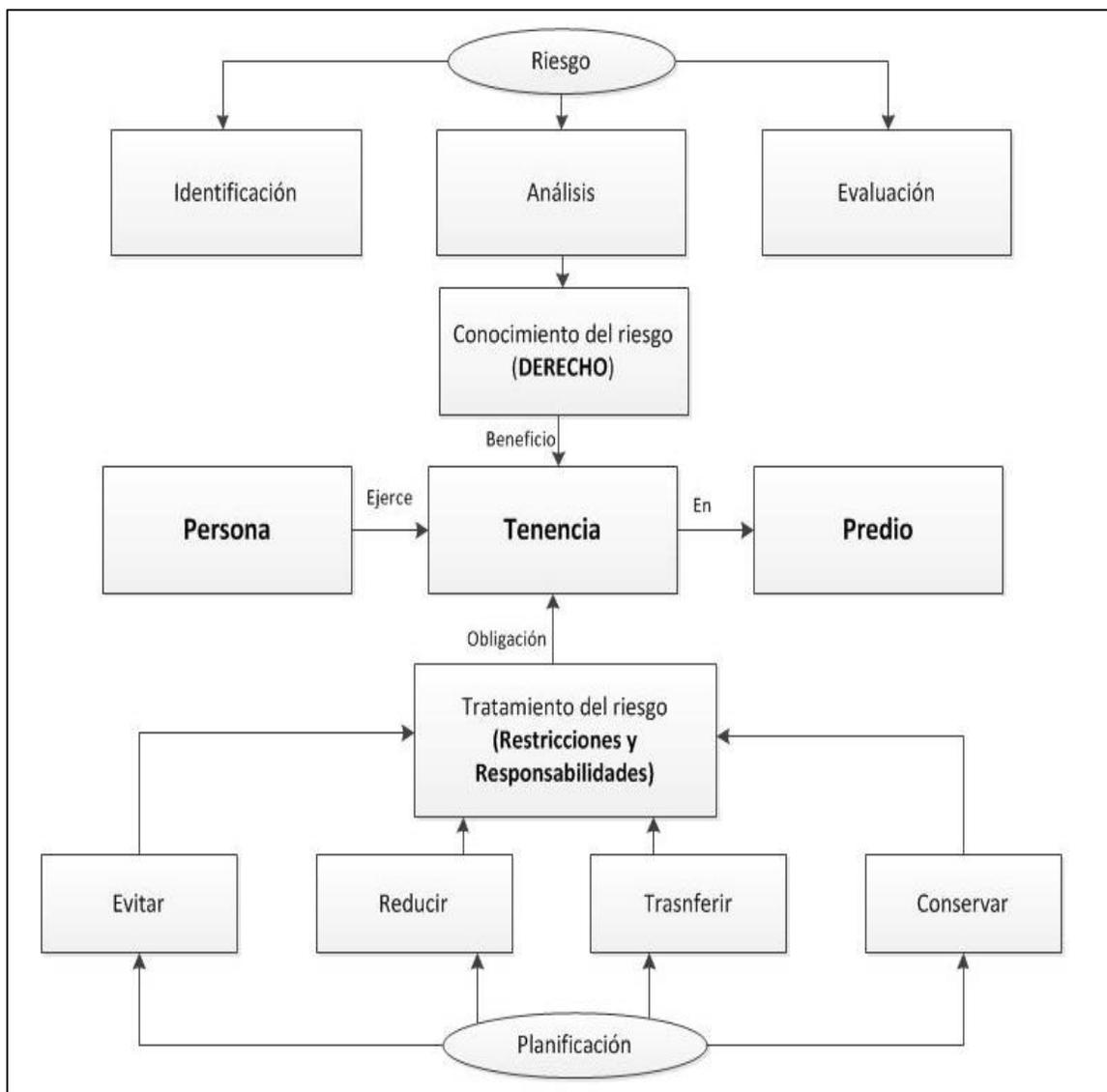
De acuerdo con la determinación y adecuación a la norma ISO 19152:2012 de cada uno de los paquetes, clases y atributos que intervienen de forma general en la gestión de riesgos a deslizamientos en los predios críticamente vulnerables encontrados en la zona de estudio del DMQ, se procede a generar un sistema de administración catastral implementando el software STDM (Social Tenure Domain Model), que es un plugin del software de libre acceso QGis, el cual permite gestionar la información gracias a las herramientas de administración territorial que posee.

Esta herramienta permite incluir los 3 aspectos tomados en cuenta para la gestión de los riesgos del modelo Risk Management-Principles and guidelines AS/NZS ISO3100:2009, e incluirlos dentro del catastro con la finalidad de dar a conocer a las personas interesadas, ya sea para la administración de la tierra como para la gestión del riesgo. En la figura 31 se detalla toda la información así como los derechos, responsabilidades y restricciones que posee cada uno de los predios de acuerdo con el análisis del riesgo a deslizamientos realizado.

Por otro lado, permite al catastro diseñar, incorporar o generar nueva información para establecer una estructura adecuada con el fin de dar a conocer o difundir las características que posee el predio (datos geométricos, económicos y jurídicos), así como información del propietario, e implementar el dato importante que se detalla como objetivo principal del proyecto de investigación, la vulnerabilidad a deslizamientos de masas, con el propósito de generar un plan de mitigación para los predios que se encuentren dentro de áreas consideradas vulnerablemente críticas.

Figura 25:

## RELACIÓN DEL CATASTRO Y LA GESTIÓN DE RIESGOS



*Nota:* Esquema de la incorporación del riesgo a un sistema catastral basado en la norma ISO 19152:2012, con el fin de obtener una adecuada gestión del riesgo en el territorio, determinando derechos, responsabilidades y restricciones de cada uno de los predios con la ayuda del software STDm. Obtenido de: Ushiña et. al (2019)

### Generación de las entidades:

STDM software libre y gratuito permite generar las entidades para su representación basadas en la relación de la tenencia denominada “Social Tenure” que se representa en un esquema en la Figura 19 con el fin de relacionar cada uno de los atributos determinados tanto de la parte alfanumérica con la parte gráfica que representa el predio.

Se detalla las 3 entidades:

I.Predio. Información referente al predio, atributos que están relacionados con la tenencia de la tierra.

II.Persona. Se implementa información sobre el ente encargado de administrar el predio, tal es el caso de los propietarios o personas naturales o jurídicas que tienen algún tipo de tenencia sobre la tierra.

III.Gestión del riesgo. Detalla información que colabora con la planificación del territorio y con la mitigación del riesgo.

A continuación se presenta cada uno de los criterios empleados de acuerdo a la entidad a la que pertenecen así como la relación que posee según la clase o el paquete.

**Tabla 14:**

*Entidades*

| Entidad | Atributos            | Clase LADM     |
|---------|----------------------|----------------|
| predio  | Clave catastral      | LA_SpatialUnit |
|         | Provincia            | LA_SpatialUnit |
|         | Cantón               | LA_SpatialUnit |
|         | Administración zonal | LA_SpatialUnit |
|         | Parroquia            | LA_SpatialUnit |

|                           |                                |   |
|---------------------------|--------------------------------|---|
|                           | Área del predio                | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Construcción                   | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Zona                           | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Derecho                        | LA_RRR                                      |
|                           | Dirección                      | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Polígono de representación     | LA_BaUnit                                   |
| <b>Persona</b>            | Clave catastral                | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Tipo de persona                | LA_Party                                    |
|                           | Propietario                    | LA_Party                                    |
|                           | Régimen de tenencia            | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Servicios básicos              | LA_RRR(responsabilidades/<br>restricciones) |
|                           | Uso del suelo                  | LA_RRR(responsabilidades/<br>restricciones) |
| <b>Gestión del Riesgo</b> | Clave catastral                | LA_SpatialUnit                              |
|                           | Riesgo                         | LA_RRR( derechos)                           |
|                           | nivel                          | LA_RRR(derechos)                            |
|                           | Pérdidas humanas               | LA_RRR(responsabilidades/<br>restricciones) |
|                           | Restricción de vía             | LA_RRR(responsabilidades/<br>restricciones) |
|                           | Restricción a ríos y quebradas | LA_RRR(responsabilidades/<br>restricciones) |

|  |   |
|--|---|
| Restricción por riesgo a deslizamiento | LA_RRR(responsabilidades/restricciones) |
| Restricción áreas protegidas           | LA_RRR(responsabilidades/restricciones) |
| Acción                                 | LA_RRR(responsabilidades/restricciones) |
| Tratamiento                            | LA_RRR(responsabilidades/restricciones) |

*Nota:* se establece cada uno de los atributos relacionando sus criterios con el ISO 19152:2012

LADM

#### **Montaje de la ficha catastral STDM.**

Esta ficha catastral consta de varios aspectos o características entre las cuales está la información importante del predio así como la implementación de información de riesgos a deslizamiento de masa y su respectivo análisis para cada uno de los predios de acuerdo con la tenencia de tierras que expresa el modelo LADM.

Una vez clasificados cada uno de los atributos con sus respectivas entidades como se describe en la tabla 15, necesarias para generar la base de datos de los predios vulnerablemente críticos a deslizamientos, se realiza una plantilla o documento con la ayuda del software STDM, en el cual el único valor para relacionar cada una de las entidades es la clave catastral que contienen un código numérico único para cada predio.

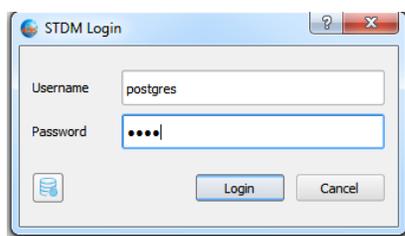
Como primer punto para un buen funcionamiento y arranque del software y cada uno de sus complementos, se recomienda la verificación de la instalación correcta de los programas como son los que se expresan a continuación los cuales son de gran importancia para una correcta ejecución:

- ✓ QGIS versión 2.18
- ✓ PostgreSQL versión 9.5
- ✓ PostGIS versión 2.2
- ✓ Sample Data (opcional con el fin de tener una muestra de datos para manipular y probar características de STDM)

Para la creación de la estructura e ingresar, se debe crear un usuario y una clave con el fin de almacenarlos en la base de datos PostgreSQL y así poder crear nuestra hoja o espacio de trabajo.

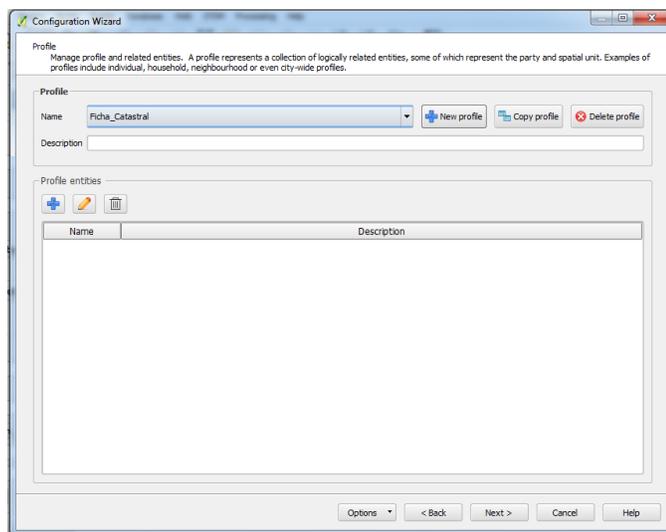
**Figura 26:**

*POSTGRES*



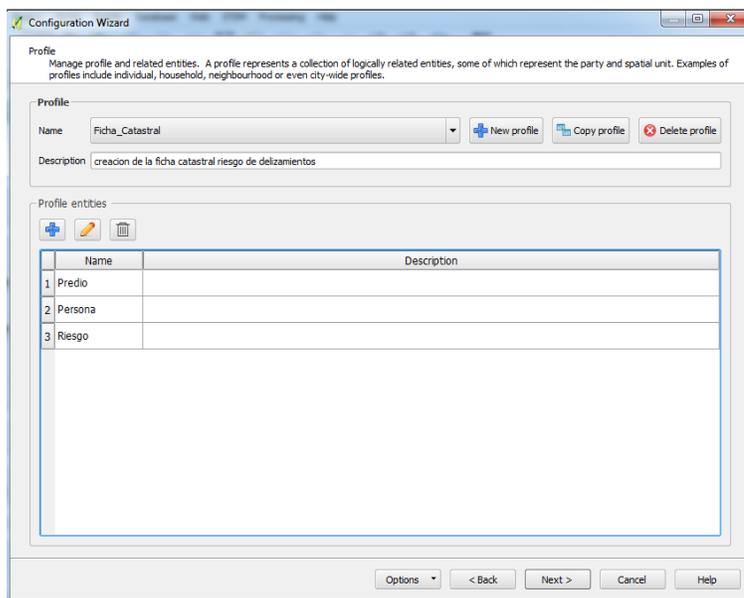
Nota: creación de usuario y clave

Como siguiente punto La herramienta “Configuration Wizard” nos permite crear el perfil del catastro que representa a cada una de las entidades en forma de columnas como se define en la figura 26 con el que se va a realizar la plantilla que contiene las entidades conformadas por la información tanto del predio como de la persona que ejerce la tenencia y su representación gráfica.

**Figura 27:****CONFIGURACIÓN WIZARD**

*Nota:* creación de la ficha catastral

Como siguiente punto se crea cada una de las entidades tanto de tipo textual así como de unidad especial para posteriormente poder relacionarlas según el tipo de tendencia.

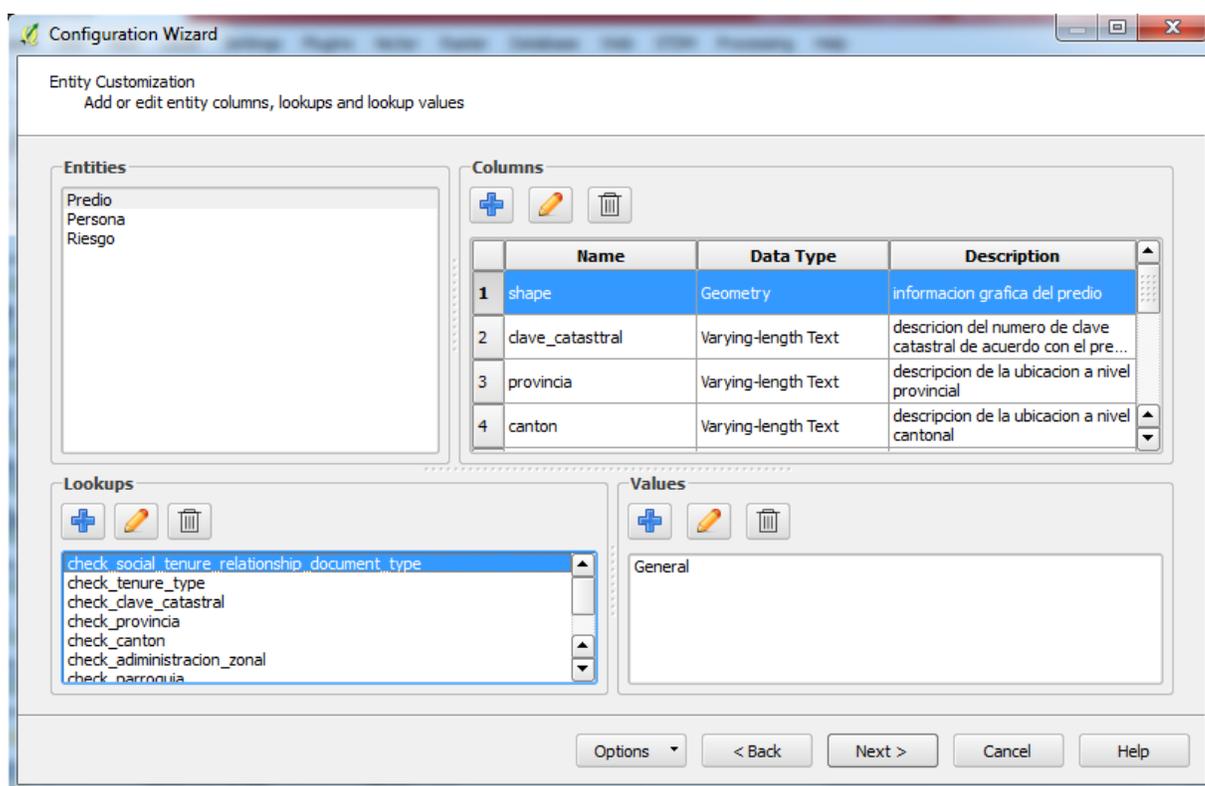
**Figura 28:****GENERACIÓN DE ENTIDADES**

Nota: creación de entidades

De este modo incorpora a cada una de las entidades las variables denotadas como columnas estableciendo el tipo de dato y una pequeña descripción para luego definir los Lookups de manera automática, creando Lookups de documento y de tipo de tenencia que expresa la relación que existe entre cada una de las entidades, así como la incorporación de los valores de cada uno de los Lookups como se denota en la figura:

**Figura 29:**

*RELACIÓN DEL CATASTRO Y LA GESTIÓN DE RIESGOS*

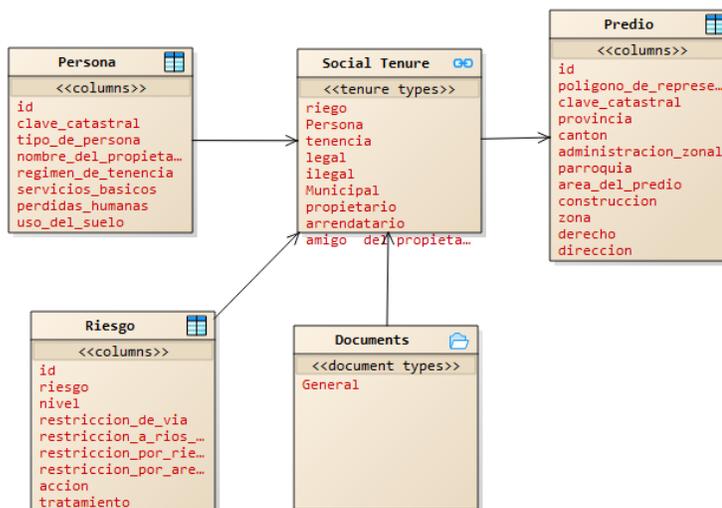


Nota: incorporación de los datos de las entidades, columnas, Lookups, y valores.

Una vez creadas las entidades se genera un sistema que muestra la relación del catastro con la tenencia social como se define en la figura 29 en donde se detalla la entidad riesgo y persona en la parte izquierda y la unidad espacial a la derecha

Figura 30:

## GRUPO DE ENTIDADES USADAS EN EL PERFIL DE TENENCIA SOCIAL



*Nota:* se expresa el esquema del perfil del catastro así como la relación de las entidades.

Una vez generado el perfil del catastro se procede a incorporar la información necesaria siempre y cuando se encuentre de manera ordenada y almacenada de una forma compatible, sin tildes, ni textos que contengan Ñ para poder importar sin ningún inconveniente.

La información de la entidad persona y riesgo se ingresa con formato tipo .CSV y la información de predio con un formato de tipo .SHP ya que esta última posee los valores de tipo espacial.

Así se genera la relación de persona y riesgo con predio con la creación de “New Social Tenure Relationship” en donde se procede a definir la relación de cada uno de los predios según su clave catastral como se evidencia en las figuras 30, 31 y 32

Figura 31:

## RELACIONES DE TENENCIA

The figure consists of three screenshots of a software interface for creating social tenure relationships. Each screenshot shows a tree view on the left and a data table on the right.

**Screenshot 1: Select the party by searching through the existing record.**

The tree view shows a hierarchy: Social Tenure Relationship 1 > Party. The data table has the following columns: Clave Catastral, Tipo De Persona, Nombre Del Propietario, Regimen De Tenencia, Servicios Basicos, and Perc. The table contains one row:

|   | Clave Catastral | Tipo De Persona | Nombre Del Propietario | Regimen De Tenencia | Servicios Basicos | Perc |
|---|-----------------|-----------------|------------------------|---------------------|-------------------|------|
| 1 | 3010418006      | Juridico        | Por asignar            | sin dato            | SI                | SI   |

**Screenshot 2: Select the spatial unit that could be parcel, land or building, structure and so on.**

The tree view shows a hierarchy: Social Tenure Relationship 1 > Party > Spatial Unit. The data table has the following columns: Poligono Representacion, Clave Catastral, Provincia, Canton, Administracion Zonal, Parroquia, and Area. The table contains one row:

|   | Poligono Representacion | Clave Catastral | Provincia | Canton | Administracion Zonal | Parroquia   | Area |
|---|-------------------------|-----------------|-----------|--------|----------------------|-------------|------|
| 1 |                         | 3010418006      | Pichincha | Quito  | Manuela Saenz        | La Libertad | 567  |

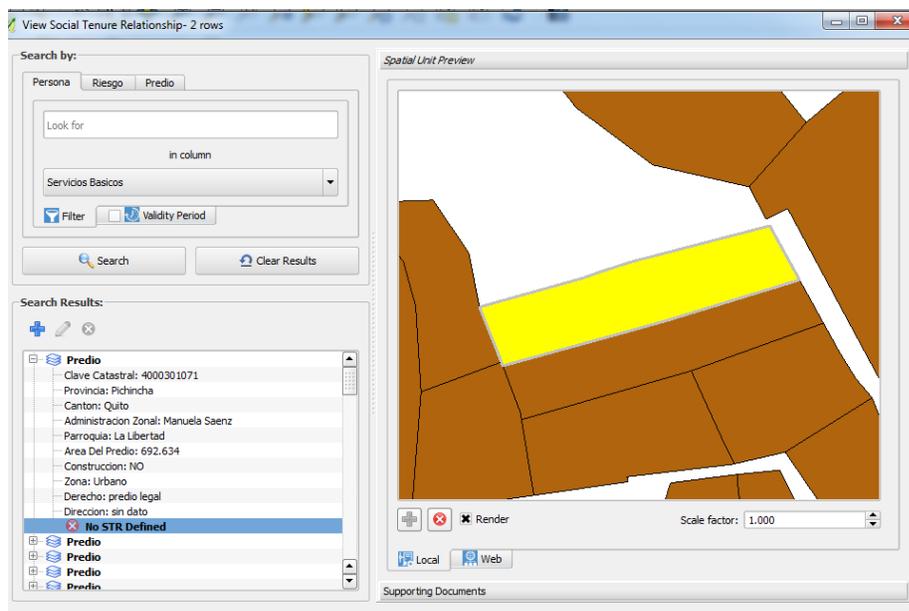
**Screenshot 3: Select the type of relationship that the specified party has with the selected spatial unit. Optionally you can specify the tenure share.**

The tree view shows a hierarchy: Social Tenure Relationship 1 > Party > Spatial Unit > Tenure Information. The data table has the following columns: Social Tenure Type, Share, Clave Catastral, Tipo De Persona, Nombre Del Propietario, and Regimen De Te. The table contains one row:

|   | Social Tenure Type | Share   | Clave Catastral | Tipo De Persona | Nombre Del Propietario | Regimen De Te |
|---|--------------------|---------|-----------------|-----------------|------------------------|---------------|
| 1 | Persona            | 100.00% | 3010418006      | Juridico        | Por asignar            | sin dato      |

*Nota:* se define la relación entre el “PARTY” y “SPATIAL UNIT” para cada predio

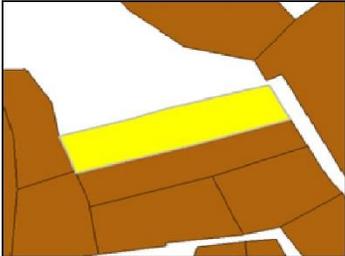
Por otro lado, una vez generado el perfil o plantilla para cada una de las entidades, las cuales se van a expresar de manera individual con el fin de generar información para cada uno de los predios, de acuerdo con sus características y decisiones propuestas en el plan de contingencia se procede a generar el documento final importando la información tanto de tipo .csv como de tipo .shp.

**Figura 32:****RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN GRÁFICA CON LA ALFANUMÉRICA**

Con la utilización del componente “Document Designer” se detalla cada una de las entidades relacionadas con el riesgo. Por otro lado se determinó los derechos, responsabilidades y restricciones basadas en la norma ISO 19152:2012 LADM para cada predio, con el fin de tomar decisiones que permitan resguardar la integridad de los predios y los interesados. Este documento facilita a las personas interesadas obtener información a nivel predial, para así consultar el tipo de exposición a la que se ve sometido el predio y las acciones requeridas en el caso de suscitarse algún acontecimiento.

Figura 33:

## PLANTILLA DEL INFORME PREDIAL

| INFORME PREDIAL DE TENENCIA DE TIERRA-ISO19152-2012 MODELO LADM                     |   |
|---|---|
| <b>DATOS DEL PREDIO</b>   |   |
| Clave catastral:  | 4000301071  |
| Provincia:  | Pichincha   |
| Canton:   | Quito   |
| Administracion Zonal:   | Manuela Saenz   |
| Parroquia:  | La Libertad   |
| Tipo de predio:   | Urbano  |
| Area del predio(m2):  | 670.54  |
| Contruccion:  | NO  |
| Direccion:  | Sin dato  |
| <b>DATOS DEL PROPIETARIO</b>  |   |
| Tipo de propietario:  | Natural   |
| Nombre del propietario:   | Sin dato  |
| Regimen de tenencia:  | Legal   |
| Servicios basicos:  | SI  |
| Uso del suelo:  | Residencial Urbano  |
| <b>DATOS DEL RIESGO</b>   |   |
| Tipo de riesgo:   | Deslizamiento en masa   |
| Nivel:  | Critico   |
| Perdidas humanas:   | NO  |
| Accion:   | Generar estudios o planes para darles un buen uso a los predios, con el fin de no ser predios aislados, como agricultura y ganaderia. |
| Tratamiento:  | Plan adecuado para el uso del predio, con el fin buscar una solucion adecuada para el propietario.                                    |
| <b>PREDIO</b>   |   |
|  |   |
| <b>RESTRICCION</b>  |   |
| Restriccion a vias:   | NO  |
| Restriccion a riesgo:   | SI  |
| Restriccion a rios y quebradas:   | NO  |
| Restriccion a areas protegidas:   | NO  |

*Nota:* Representación grafico de la plantilla del informe predial en el cual según el número de clave catastral detalla toda la información del predio

## Capítulo IV

### Conclusiones:

- Se evidencia en el LADM que una estandarización facilita la relación entre cada una de las definiciones orientadas por la política de tierras y la gestión oportuna de la información territorial. Por ende un modelo de dominio de administración de tierras debería ser ampliamente conocido, aceptado y adaptado a los requerimientos locales por lo que es necesario identificarlos para determinar el impacto del nuevo concepto detallando las condiciones que cambiarían y se deberían introducir respecto de la tradicional forma de registro de los objetos catastrales y legales en los sistemas existentes.
- Se concluye que en la actualidad la administración del territorio en el Ecuador, respecto de los avances internacionales, no va por buen rumbo debido al poco interés gubernamental sobre la tenencia de tierras; existiendo entidades responsables, cada una con su interés propio y se lo ha comprobado a la hora de la adquisición de la información: por ende diferente tipo de denotación desde la clave catastral hasta la manera de la administración, por tal motivo no cumplen con los estándares internacionales del modelo LADM que su función principal se basa en la tenencia, valoración, uso y desarrollo del territorio, de una manera estandarizada.
- El modelo de Gestión del Riesgo del Territorio “Land Risk Management Model” permitió de una manera muy concreta definir cada una las partes implicadas en el desarrollo del proyecto, analizando minuciosamente cada uno los términos implicados en las tres partes que posee este modelo como son el contexto, proceso y la planificación del riesgo.
- Se determinó 5 zonas según el grado de afectación siendo clasificadas de acuerdo con el valor de función de membresía Fuzzy, en el que se encontró áreas de nulo, bajo, medio, alto y crítico nivel de vulnerabilidad a deslizamientos. De este modo se precedió a realizar

el estudio solo a los predios con mayor grado de afectación ya que se desea encontrar derechos responsabilidades y restricciones dentro de las cuales una de las restricciones que más en cuenta se tomó es la de restricción de construcción debido a riesgos naturales seguido de otros factores relacionados con el riesgo como de denota en las figuras 18, 19, 20, 21.

- De acuerdo con el estudio de lógica difusa, método recomendado para este tipo de temáticas según Salcedo D. (2017) el cual se comprobó con varias pruebas estadísticas y las cuales se fueron comprobando in situ, se logró determinar la existencia de un total de 56 predios dentro de las áreas críticamente vulnerables a deslizamientos de deslizamientos en la zona de estudio repartidos con 28 en la parroquia de San Juan, 28 en la parroquia la libertad y 0 en la parroquia Centro Histórico, con un nivel alto de vulnerabilidad. Se puede decir que es un número alto de predios puesto que según (LOOTUGS, 2016) en cada predio de terreno existe aproximadamente 3 familias; las cuales se verían seriamente afectadas de ocasionarse este tipo de desastres.
- Existen áreas con un nivel de vulnerabilidad crítico debido a la relación entre los factores tomados en cuenta para la determinación del riesgo como es el caso de la litología que se ha mantenido estable por varios años, pero no debe ser por mucho tiempo debido a las condiciones cambiantes que se está viviendo en estos días y se ha observado a nivel mundial, así como la continua intervención del ser humano sobre el mal uso del suelo. Para tal caso se implementó un plan de mitigación con el fin de resguardar la integridad de los ciudadanos como se establece en la Tabla 14 del plan de contingencia.
- Se evidencia que sectores dentro de esta zona como El Placer, Las Canteras y San Roque son los más afectados debido a los factores muy notables como la pendiente que se pudo evidenciar a simple vista e incluso verificar la existencia de predios con construcciones

que han optado por crear muros de contención de una manera sorprendente con el fin de permanecer en sus predios.

- Los datos obtenidos en este estudio sirven para la toma de decisiones, ya sean favorables o no para el propietario del predio, detallando minuciosamente el caso que puede ocurrir con los predios que están dentro de áreas críticamente vulnerables a deslizamientos, uno de los más grandes desastres naturales que no solo ocasiona daños materiales sino también pérdidas humanas, este tipo de estudio permite ser un aporte para poder evitar o mitigar este tipo de tragedias.
- El ámbito del uso del territorio a nivel mundial está cambiando muy rápidamente debido al crecimiento poblacional mundial, por ende, este estudio esta creado con el fin de definir un entorno que cumpla con todas las exigencias que permita al ciudadano desenvolverse en el día a día, siempre y cuando se cumpla los derechos, responsabilidades y restricciones de los predios a la hora de asentar sus viviendas en un espacio físico o territorio, mediante la aplicación del modelo LADM.
- Se puede evidenciar según la Tabla 14 que 40 de los 56 predios son legales y están dentro de áreas consideradas críticamente vulnerables a deslizamientos; éstas al menos cuentan con 2 o más restricciones de construcción según el análisis y la verificación con las normas técnicas de la ordenanza 029.
- El software STDM permite la interoperabilidad entre cada una de las entidades como la generación de una Base de Datos Geográfica la cual permite detallar y almacenar la información de mejor manera con el fin de obtener resultados de calidad y poder indagar con varias alternativas; como en el caso de la información catastral del predio, información sobre el riesgo al que está sometido como deslizamientos en la zona de

estudio gracias a la relación que se aplicó tanto del modelo LADM como de la administración del territorio.

**Recomendaciones:**

- Se recomienda una actualización constante de la información del Geoportal del Distrito Metropolitano de Quito y de libre acceso, con el fin de generar estudios con resultados más recientes, integrando de manera inmediata a todas las instituciones encargadas que generen datos de este tipo de temática, puesto que cada uno trabaja por su cuenta, dificultando la agilidad a la hora de la obtención de la información.
- Se recomienda dar más prioridad a los pequeños predios o predios que no se encuentran legalizados, así como una investigación exhaustiva con el fin de parar a las personas traficantes de tierras, los cuales son uno de los principales motivos para que se desarrolle toda esta problemática.
- Incentivar a las entidades competentes en la administración del territorio a regirse a la estandarización de la información de acuerdo con el modelo LADM, con el fin de obtener un sistema catastral unificado a nivel nacional y compatible nivel mundial.
- Incorporar nuevas temáticas que complementen la información catastral del predio, como riesgos naturales e incluso información de inclusión para personas con enfermedades catastróficas o personas que poseen algún tipo de discapacidad con el fin de darle dinamismo al catastro u optar por mejorar las condiciones de vida para estos ciudades que en muchos viven en áreas de difícil acceso.

## Bibliografía

- Acuerdo Ministerial N°017. (2020). *53 Journal of Chemical Information and Modeling* 1689.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Acuerdo ministerial Nro. 029. (2016). *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*.
- Aizpiri, F., Guerrero, D., & Ormaetxea, V. (2015). *riesgo de deslizamiento del terreno*. España:  
 COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS DEL PAÍS VASCO.
- Alvarez , G. (2016). *Modernizacion de la Administracion de Tierras en Colombia*. LADM-COLOMBIA.
- Alvarez, G. (2018). *Guía de elaboración de modelos extendidos del estándar ISO 19152:2012 y del perfil LADM- COL*. Bogota: ICDE Colombia.
- ARGIS. (2012). *Tamaño de celda de datos raster* (10.3 ed.). Manage data. Obtenido de  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/cell-size-of-raster-data.htm>
- AS/NZS ISO. (2009). AS/NZS ISO 31000:2009, Risk management-Principles and guidelines.
- Beltran, A. (2019). *Fundamentos: Modelos y Estructura de Datos Espaciales*. Argentina:  
 Storymaps.Arcgis.
- Bravo, C. E., & Montenegro, B. P. (2012). *Proyecto: Base de Datos Geográfica - Cartográfica en el Instituto Geográfico Militar del Ecuador con software libre*. Quito- Ecuador: Instituto Geografico Militar IGM.
- Burbano, D. (2017). *Proceso de Estabilización del deslizamiento de Llaqueo*. Quito: Universidad San Fransisco de Quito.
- CEPAL. (2001). *Manual para la evaluacion del impacto socioeconomico y ambiental de los desastres*. El Salvador : Naciones Unidas-Comision economica para america latina y el caribe.

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Incluye Reformas 1:  
[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf).
- Dawidowicz, A. &. (2017). *Land Administration System for Sustainable Development*. Polinia: Real Estate Management and Valuation.
- Diaz, J. S. (2009). *Deslizamientos . Mecanica de suelos*. Bucaramanga, Colombia: Limusa.
- ESRI. (2019). *Base de datos geografica*. Obtenido de  
<http://resources.arcgis.com/es/help/gettingstarted/articles/026n0000000s000000.htm>
- FAO. (2016). *Guia tecnica sobre derechos de tenencia de tierra*. roma: NACIONES UNIDAS.
- FAO. (2016). *Herramienta para formular, monitorear y evaluar los proyectos de administracion de tierras en latino America*. España: FAO. CL 94/6.
- FRICKX , I. (2013). *VISION DEL CATASTRO 2014 DE LA FIG Y EL CATASTRO ARGENTINO EN 2013*. ROSARIO – ARGENTINA: VI congreso Agrimensura Cuba 2013.
- GEMMA. (2007). *Movimientos en Masa en la Region Andina: una guía para la evaluacion de amenazas*. Canada: Publicacion Geologica Multinacional.
- GLTN. (October de 2018). *STDM 1.7 User Manual*.
- Haining, R., & Goodchild, M. (2005). *SIG y análisis espacial de datos: perspectivas convergentes*. Madrid-España: Investigaciones Regionales.
- IFRC. (2008). *Delizamientos y avalanchas*. . Colombia: Federacion Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.
- IGN. (2018). *Bases de Datos Geograficas del IGN*. Madrid-España: Instituto Geografico Nacional.
- ISO. (2012). *International Standard ISO 19152*. In 61010-1 © Iec:2001.
- Jaramillo, E. (2016). *Análisis de riesgo por amenaza de inundación, deslizamiento y contaminación del rio Caoní en Puerto Quito, provincia de Pichincha*. QUITO: Universidad de Posgrado del Estado.

- Jaramillo, R. (2016). *Análisis de riesgos por amenaza de Inundación, deslizamientos y contaminación en Puerto Quito*. Quito: Centro de Seguridad y Defensa.
- Lemmen, C., van Oosterom, P., & Bennet, R. (2015). *The Land Administration Domain Model*. *Land Use Policy*: 49, 535 - 545.
- Lemmen, C., Van Oosterom, P., & Thompson, R. (2010). *The modelling of spatial units (parcels) in the land administration domain model (LADM)*. Países Bajos: Data Archiving and Networking Services.
- LOOTUGS. (2016). *LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO*. Asamblea Nacional de Ecuador: Suplemento Del Registro Oficial 790, 5-VII-2016, LOOTUGS. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-TerritorialUso-y-Gestion-de-Suelo1.pdf><http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/08/Ley-Organica-de-Ordenamiento-Territorial>
- Montezuma, D. (2009). *EL ANÁLISIS ESPACIAL EN LA FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN VENEZUELA*. Caracas.Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Naciones Unidas. (2015). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: (LC/G.2681-P/Rev.3).
- Olaya, V. (2016). *Modelos para la información geográfica*. Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano, ISSN 1885-8104, N° 8, 2009 (Ejemplar dedicado a: Tecnologías de la información geográfica).
- Ordenanza Metropolitana Nro. 172. (2011).

Padilla, O. (2011). *ANÁLISIS Y MODELAMIENTO DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS MEDIANTE SIG, MODELAMIENTO DE VARIABLES ESPACIALES Y LÓGICA FUZZY EN LAS PARROQUIAS DE PAPALLACTA Y CUYUJA, CA...* Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Perfil Ecuatoriano de Metadatos. (2010).

Plan Nacional de Desarrollo. (2017).

[http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_OK.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf).

Potts, K. (Octubre de 2013). Using Land Administration for land risk management.

Quiñones, H. F. (2011). *Análisis de causas y efectos sociales de los deslizamientos de tierra en la Parroquia Simón Plata Torres del Cantón Esmeraldas*. Esmeraldas- Ecuador: Diplomado superior de gestión integral de riesgos y desastres.

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). PUB. L . N°507. (7. F. 1, Ed.)

Salazar, R. (2016). *El contexto de la norma ISO 19152 Land Administration Domain Model (LADM) en el ámbito iberoamericano*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

Salazar, R., & Miranda, D. (2016). *EL CONTEXTO DE LA NORMA ISO 19152 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM) EN EL ÁMBITO IBEROAMERICANO*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Salcedo, D. (2017). *EVALUACIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS MEDIANTE LÓGICA FUZZY Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO EN LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR, QUITO*. Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

SENPLADES. (2015). *La importancia de la gestión de riesgos*. SECRETARIA NACIONAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2016/03/Informe-de-Rendici%C3%B3n-de-cuentas-zona-2.pdf

Ushiña Huera, D. P. (2019). *Diseño e implementación de la metodología para la gestión de riesgos naturales mediante la aplicación de herramientas de administración territorial en el Valle de los Chillos*. Sangolquí- Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE".

UTADEO. (2018). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA TermoAlmeida - BOYACÁ*. Boyacá - Colombia: Termoalmeida .

Vega, F. (2017). *Derechos Humanos y buen vivir*.

Vega, F. R. (2007). *Representacion de Datos Espaciales*. SILO.INC.

Williamson, I., Enemark, S., & Wallace, J. (2005). *Building Modern Land Systems in Developed Economies* (Vol. L(2)). Spatial Sciencie.

Zafirir, R. (2015). *Estimacion de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos mediante el metodo fuzzdes, en la zona urbana de la administracion zonal norte eugenio espejo, del distrito metropolitano de Quito*. Sangolqui: Universida de las Fuerzas Armadas ESPE.

**Anexo**