



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD INGENIERIA**  
**CARRERA INGENIERIA CIVIL**

**Título**

“Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica.”

**Trabajo de Titulación para optar al título de**  
**MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL, CON MENCIÓN EN**  
**GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**Autor:**

Quintanilla Armijo Shirley Yesenia

**Tutor:**

Ing. Alejandro Velasteguí. Msc.

**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, **Shirley Yesenia Quintanilla Armijo**, con cédula de ciudadanía **0604477281** del trabajo de investigación titulado: **“Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica.”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autora de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.

---

Shirley Yesenia Quintanilla Armijo

C.I:0604477281



Riobamba, 06 de septiembre de 2024

## ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica dentro de la línea de Investigación de Ingeniería, Producción, Industria y Construcción, presentado por el maestrante QUINTANILLA ARMIJO SHIRLEY YESENIA, portador de la CI. 0604477281, del programa de Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



ANDREA ZÁRATE VILLACRÉS

Ing. Andrea Zárate Villacrés  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Campus La Delimera  
Av. Eloy Alfaro y 10 de Agosto  
Teléfono (593-3) 573-0880 ext. 3002  
Riobamba - Ecuador

Unach.edu.ec  
en redes sociales



Riobamba, 05 de septiembre de 2024

## ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica", dentro de la línea de Investigación de Ingeniería, Industria y Construcción, presentado por el maestrante QUINTANILLA ARMIJO SHIRLEY YESENIA, portador de la CI.060447738-1, del programa de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



**Mgs. DIEGO HIDALGO**  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

**Mgs. Diego Hidalgo**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Riobamba, 17 de julio de 2024**

### **ACTA DE SUPERACIÓN DE OBSERVACIONES**

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado "Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica", dentro de la línea de investigación de Ingeniería, Industria y Construcción, presentado por el maestrante QUINTANILLA ARMUO SHIRLEY YESSenia, portador de la CI. 080447723-1, del programa de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



\_\_\_\_\_  
MGA. ALEJANDRA VELEZ SEGUI

\_\_\_\_\_  
Mga. Alejandra Velez Segui,  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL-  
TUTOR

|                                                                                                                                        |                                                               |                 |                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>UNIVERSIDAD<br/>NACIONAL DE<br/>CHIMBORAZO</b> | <b>CERTIFICADO DE CONTENIDO DE SIMILITUD</b>                  |                 | <br><b>SGC</b><br><small>SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD<br/>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</small> |
|                                                                                                                                        | <b>CÓDIGO:</b>                                                | <b>VERSIÓN:</b> |                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                        | <b>FECHA:</b>                                                 |                 |                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                        | <b>MACROPROCESO:</b><br><b>PROCESO:</b><br><b>SUBPROCESO:</b> |                 |                                                                                                                                                                                             |

Riobamba, 18 de septiembre de 2024

## CERTIFICADO

De mi consideración:

Yo Luis Alejandro Velasteguí Cáceres, certifico que Shirley Yesenia Quintanilla Armijo con cédula de identidad No. **060447728-1** estudiante del programa de Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, cohorte Primera presentó su trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/desarrollo denominado: **Priorización de alternativas para la construcción de viviendas permanentes post sismo en la ciudad de Riobamba: Propuesta Metodológica**, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido TURNITIN identificando el porcentaje de similitud del 8% en el texto.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Luis Alejandro Velasteguí Cáceres Mgs.  
 CI: 0603952441

## **DEDICATORIA**

A las mujeres que han sido mi guía y mi refugio, mi fuente de inspiración y  
fortaleza: Gladys, Llaneth y Samy.

## **AGRADECIMIENTO**

Mgs. Alejandro Velasteguí.

Phd. Tito Castillo.

Mgs. Diego Hidalgo.

Ing. Jorge Hidalgo.

No hay palabras que alcancen para expresar mi gratitud a los profesionales e instituciones que, con generosidad, compartieron sus conocimientos e investigaciones, haciendo posible el desarrollo de esta tesis. También agradezco profundamente a los amigos que estuvieron a mi lado durante todo el proceso, por sus consejos y, sobre todo, por su inquebrantable apoyo



## ÍNDICE GENERAL;

### Contenido

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                                               | 12 |
| ABSTRACT .....                                              | 13 |
| INTRODUCCIÓN.....                                           | 14 |
| CAPÍTULO I. PROBLEMATIZACIÓN. ....                          | 17 |
| 1.1. Justificación.....                                     | 17 |
| 1.2. Formulación del problema.....                          | 18 |
| 1.3. Hipótesis.....                                         | 19 |
| 1.4. Objetivos.....                                         | 19 |
| 1.4.1 Objetivo general. ....                                | 19 |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....                            | 19 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....                             | 20 |
| 2.1 Historia Sísmica Ecuador / Riobamba.....                | 20 |
| 2.2 Políticas públicas ante catástrofes sísmicas.....       | 21 |
| 2.2 Análisis de vivencias en construcciones post sismo..... | 23 |
| 2.3 Proyección urbana de las ciudades .....                 | 27 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....                              | 27 |
| 3.1 Enfoque de Investigación. ....                          | 28 |
| 3.2 Tipo de Investigación. ....                             | 29 |
| 3.2.1 Bibliográfica. ....                                   | 29 |
| 3.2.2 Descriptiva.....                                      | 29 |
| 3.3 Población y Muestra. ....                               | 29 |
| 3.4 Técnicas de Recolección de Datos. ....                  | 29 |
| 3.4.1. Revisión de casos. ....                              | 29 |
| 3.5. Técnicas de análisis .....                             | 29 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....        | 30 |
| 4.1 Resultados.....                              | 30 |
| 4.1.1 Análisis metodológico .....                | 30 |
| 4.1.2 Definición de criterios .....              | 33 |
| 4.1.3 Propuesta metodológica.....                | 36 |
| 4.1.4 Análisis de aceptación. ....               | 38 |
| 4.2 Discusión .....                              | 45 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES ..... | 46 |
| 5.1. Conclusiones.....                           | 46 |
| 5.2. Recomendaciones. ....                       | 47 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                               | 49 |

## ÍNDICE DE TABLAS.

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Sismos a nivel mundial. ....                                 | 24 |
| Tabla 2: Criterios analizados post sismo revisión bibliográfica. .... | 25 |
| Tabla 3: Criterios analizados post sismo panel de expertos. ....      | 31 |
| Tabla 4: Propuesta metodológica, matriz de evaluación. ....           | 36 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Mapa de nudos sismogénicos cercanos a las ciudades de Ambato y Riobamba.(Chunga et al., 2010)..... | 18 |
| Ilustración 2: Mapa porcentaje de viviendas dignas o aceptables por cantón.(Geoportal, n.d.).<br>.....            | 18 |
| Ilustración 3: Mapa falla Pallatanga.(Lavenu, 2006). ....                                                         | 21 |
| Ilustración 4: Metodología de investigación. ....                                                                 | 28 |
| Ilustración 5: Ponderación de criterios según análisis bibliográficos.....                                        | 31 |
| Ilustración 6: Ponderación de criterios según criterios de expertos ....                                          | 32 |
| Ilustración 7: Ponderación de criterios. ....                                                                     | 33 |
| Ilustración 8: Análisis criterio políticas públicas. ....                                                         | 38 |
| Ilustración 9: Análisis criterio políticas públicas. ....                                                         | 39 |
| Ilustración 10: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 39 |
| Ilustración 11: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 40 |
| Ilustración 12: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 40 |
| Ilustración 14: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 41 |
| Ilustración 15: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 41 |
| Ilustración 16: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 42 |
| Ilustración 17: Análisis criterio técnico.....                                                                    | 42 |
| Ilustración 18: Análisis criterio social. ....                                                                    | 43 |
| Ilustración 19: Análisis criterio social. ....                                                                    | 43 |
| Ilustración 20: Análisis criterio económico.....                                                                  | 44 |

## **RESUMEN**

La Cordillera Andina Ecuatoriana se ve afectada por el Circulo Circumpacífico, que despliega un 80 por ciento de la energía sísmica en el mundo (Ramirez, n.d.), la misma que ha propiciado una larga y dolorosa historia sísmica en el Ecuador. La zona sierra centro ha sido escenario de varios eventos de esta categoría como la de febrero de 1797, donde se registró uno de los sismos de gran intensidad cuyo epicentro fue la antigua Riobamba, desapareciendo la ciudad por completo y causando daños evidenciados en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar y Pichincha (Cunalata & Caiza, 2022), o el del 1949 en Pelileo, mismo que se sintió en el sur de Colombia y al norte de Perú, cuya magnitud afectó a centenares de familias dejando como resultado viviendas inhabitables y nuevos asentamientos.

Al ver la necesidad de estar preparados ante este tipo de catástrofes, se plantea el estudio del caso en la ciudad de Riobamba, con un enfoque cuantitativo para la metodología de la investigación que, a través de la recopilación de datos, se pretende establecer los factores prioritarios para las alternativas en cuanto a asentamientos para la construcción de casas como respuesta permanente ante la afectación sísmica en la ciudad.

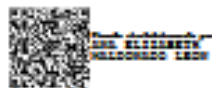
**Palabras claves:** post sismo, construcciones permanentes, Riobamba.

## ABSTRACT

The Ecuadorian Andean Cordillera is affected by the Circum-Pacific Circle, which deploys 80 percent of the seismic energy in the world (Ramirez Jesus Emilio, n.d.), the same that has led to a long and painful seismic history in Ecuador. The central highlands have been the scene of several events of this category, such as that of February 1797, where one of the earthquakes of great intensity was registered, whose epicenter was the old Riobamba, disappearing the city entirely and causing damage evident in the provinces of Tungurahua, Cotopaxi, Bolivar and Pichincha (Cunalata & Caiza, 2022), or the 1949 Pelileo earthquake, which was felt in southern Colombia and northern Peru, and whose magnitude affected hundreds of families, leaving uninhabitable houses and new settlements as a result.

Given the urgent need to prepare for such potential catastrophes, we propose a case study in the city of Riobamba. This research, using a quantitative approach, aims to collect data that will establish the priority factors for alternative settlements for permanent housing construction, a crucial and immediate response to the city's seismic effects.

**Keywords:** post-earthquake, permanent constructions, Riobamba.



Reviewed by:  
Ms.C. Ana Maldonado León  
ENGLISH PROFESSOR  
C.I.0601975980

## INTRODUCCIÓN.

El borde occidental de América central y del Sur es una de las regiones sísmicas de mayor actividad. En estas zonas son frecuentes los terremotos que llegan a alcanzar grandes magnitudes mismas que producen enormes catástrofes y daños materiales (Udías, 1998).

El marco geodinámico del Ecuador, asociado con la convergencia de la plaza de Nazca por debajo de la Sudamericana, y al escape del bloque Norandino hacia el noreste desenlaza una alta sismicidad (Aldás Núñez & Vega Ocaña, 2022); a partir de 1987 el Instituto Geofísico del Ecuador inicia con la operación continua de la red de sismógrafos, la misma que permitió analizar la eventualidad de los sismos en el país, es decir, los eventos sísmicos de magnitud mayor a 7 en la escala de Richter, se han presentado uno por cada quinquenio, en el período de análisis de 2015 al 2020, se presentaron 22 sismos mayores o iguales a 6 y uno 7.78 (abril 2016) (*Catálogos Sísmicos - Instituto Geofísico - EPN*, n.d.).

Luego del gran terremoto ocurrido en febrero de 1797 los líderes de esa época pusieron en marcha las políticas de emergencia de administración borbónica, en el cual se organizó la condonación de tributos y la reconstrucción y traslado de la villa, estas acciones tardaron en tomar entre dos a cuatro meses (Alberola & Cecere, n.d.). Con respecto al terremoto ocurrido en Pelileo en 1949, la compañía Harold T. Smith Inc., calculó la reconstrucción de las ciudades en un monto de \$80'412.530 dólares, (Ramírez, n.d.) misma que inició un año después de la catástrofe (López Oñate, 2020) .

Actualmente el Ecuador no posee un sistema de alerta temprana y precisa para eventos sísmicos, por lo que, resulta difícil predecir cuándo ocurrirá uno. Sin embargo, un sismo a gran escala (terremoto) reclamará respuestas inmediatas frente al desastre, lo que obligará a los gobiernos locales a tomar gastos extraordinarios para el retorno de la normalidad; para mermar las situaciones de riesgo a las que el país se encuentra expuesto en el año 2018 la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador presentó un Plan nacional de Respuesta ante Desastres, “RESPONDE Ec.”, este plan busca garantizar la seguridad personal y recuperación humana, aplicando medidas acordes a las necesidades de salud, asistencia humanitaria, alojamiento temporal, alimentación y los recursos necesarios para

precautelar el estado emocional de las personas. (Bermudez Quintana & Arteaga, 2018) delegando parte de la planificación a los GAD's Provinciales y Cantonales, sin embargo, aún no se cuenta con un plan o una política pública para construcciones emergentes o permanentes ante un sismo.

En relación a la zonificación sísmica establecida por el Instituto Geofísico del Ecuador, quien logró establecer mapas de peligro sísmico con tiempos de retorno de hasta 2475 años, Riobamba se encuentra en la zona considerada con alto riesgo y una aceleración mayor a 0.4g (*Catálogos Sísmicos - Instituto Geofísico - EPN*, n.d.) pese a esta característica en las ordenanzas municipales se exigen diseños estructurales únicamente a construcciones a partir de tres pisos en adelante, o a su vez solo si son ampliaciones de construcciones (Guido & Almeida, 2020) adicionalmente, el porcentaje de construcciones informales en la ciudad predomina, primordialmente por la migración campo-ciudad que constituye el 49% de la población, segregando de esta manera asentamientos informales (Noriega Rivera, 2022), causando que el peligro sísmico no sea mermado, sino que se exponga aún más a la población riobambeña.

**Capítulo I.:** Problematicación. - Se presenta un análisis de la actividad sísmica en el cantón, se examina la preparación política frente a posibles catástrofes de este tipo y se justifica la necesidad del proyecto. Esta fundamentación facilita la formulación de objetivos que respondan a los requerimientos de la investigación.

**Capítulo II.:** Marco teórico. - Se realiza una exploración de la información contenida en investigaciones previas relacionadas con el proyecto actual. El propósito es establecer referencias a las bases científicas que sustentarán la investigación en cuestión.

**Capítulo III.:** Metodología. Se expone el proceso metodológico empleado en el estudio, abordando aspectos como el enfoque adoptado, el tipo de investigación realizado, las técnicas utilizadas para recolectar datos, la población y muestra consideradas, y las técnicas empleadas en el análisis de la información recopilada.

**Capítulo IV.:** Análisis y discusión de resultados. – Los resultados obtenidos fueron evaluados según los criterios establecidos para determinar una propuesta metodológica. En esta sección, no solo se detallan la información recabada, sino que también se lleva a cabo

la discusión de los mismos mediante la técnica Delphi. La estrategia recoge un argumento integral y sólido a partir de los datos del análisis de literatura y las proyecciones del programa ArcGIS a lo largo de la investigación, y basándose en los juicios de los investigadores mencionados en el marco teórico y, por último, en la perspectiva del propio investigador.

**Capítulo V.:** Conclusiones y recomendaciones. - A partir de los parámetros derivados de la aplicación de la técnica de Delphi, se formulan las conclusiones, las cuales contribuyen a la evaluación del logro de los objetivos de la investigación. Además, se presentan recomendaciones que proponen acciones encaminadas a favorecer al desarrollo de este tipo de propuestas.



## **CAPÍTULO I. PROBLEMATIZACIÓN.**

### **1.1. Justificación.**

La condición sísmica del Ecuador aumenta el riesgo en edificaciones y asentamientos en todo el territorio, habiendo experimentado diversos eventos sísmicos catastróficos a lo largo de la historia. En 2019 se implementó el Plan Nacional de Riesgos (PNR) con el propósito de integrar información técnica sobre amenazas, vulnerabilidades y riesgos en un sistema nacional de evaluación de desastres para una respuesta más rápida. Sin embargo, en el ámbito de las construcciones posteriores a sismos, el plan insta a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales a desarrollar protocolos de acuerdo con sus competencias específicas. Hasta el momento, no se han implementado metodologías esenciales para restablecer el equilibrio social y promover una calidad de vida adecuada para los afectados (Orcés, 2019).

Pese a ser reubicada tras el devastador sismo en 1797 Riobamba sigue enfrentando un alto riesgo sísmico. Las dos estructuras que afectan principalmente a Riobamba muestran nudos sismo génicos asociados a la falla de Pallatanga (ilustración 1), que según estudios han atribuido el sismo a la ruptura de un segmento de la falla, que se extiende por unos 100 km (Yanza & Aroca, 2021), por esta razón, la Norma Ecuatoriana de la Construcción establece una peligrosidad sísmica significativa en Riobamba. (Mora Hidalgo, n.d.) No obstante, la carencia de ordenanzas estrictas en la ciudad propicia la construcción de edificaciones informales o, en su defecto, estudios estructurales solo para estructuras de tres pisos en adelante. Sin tomar en cuenta los análisis sísmicos específicos para cada sector/barrio que se detallan en los mapas de microzonificación sísmica elaborados por la parte académica de la universidad (Barahona, n.d.).

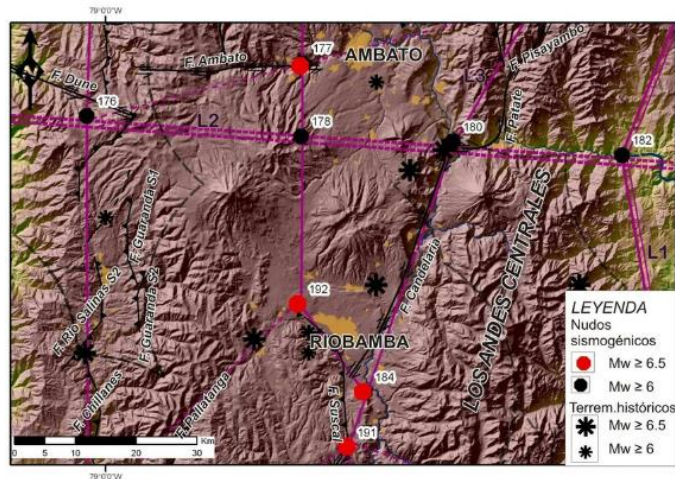


Ilustración 1: Mapa de nudos sismogénicos cercanos a las ciudades de Ambato y Riobamba.(Chunga et al., 2010)

Según la información recopilada en el censo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), como se muestra en la ilustración 2, el 76.60% de las viviendas son consideradas dignas o aceptables. Esta evaluación se basa en el tipo de vivienda y su composición, incluyendo los materiales de construcción utilizados. Además, se observa que el 23.40% de los hogares residen en viviendas que son clasificadas como poco aceptables, situación que guarda una conexión directa con la situación económica de la provincia (Geoportal, n.d.).

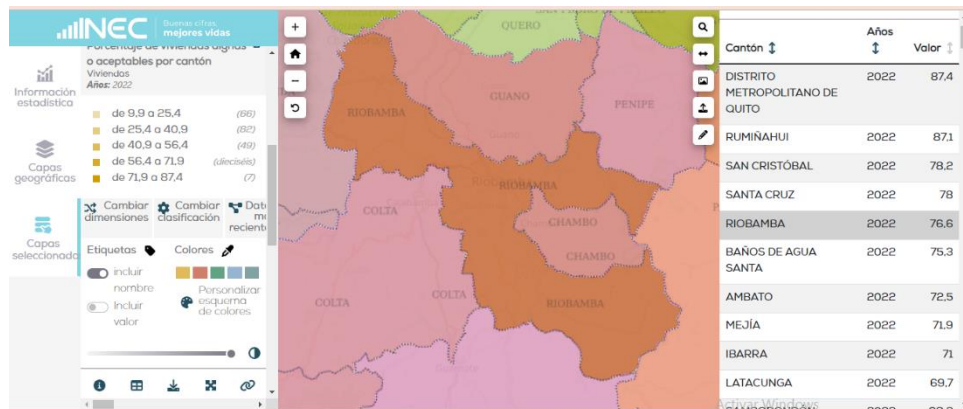


Ilustración 2: Mapa porcentaje de viviendas dignas o aceptables por cantón.(Geoportal, n.d.).

## 1.2. Formulación del problema.

Ríos Chávez, (2023) indica que el 40% de las edificaciones en el cantón Riobamba enfrenta multas por falta de autorización de construcción debido a la falta de conocimiento y de información sobre la normativa vigente. Esto afecta especialmente la obtención de

permisos y la legalización de construcciones informales, resultando en edificaciones que no cumplen con las normas sismo resistentes. Muchas de estas estructuras autoconstruidas con malas prácticas reducen la resiliencia de los elementos y generan una falsa sensación de seguridad, presentando alta vulnerabilidad sísmica, lo que puede causar daños materiales significativos a largo plazo (Maldonado Ordoñez et al., n.d.).

Durante una reunión, el Ingeniero Jorge Hidalgo, a cargo de la Gestión de Riesgos en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Riobamba, supo informar que hasta la presente no existe una ordenanza que establezca los protocolos a seguir para un evento post-sismo, a pesar de que se presentó una propuesta en el año 2016.

La introducción de un enfoque para la respuesta posterior a un sismo facilita el establecimiento de una secuencia definida de tareas destinadas a mejorar la eficiencia en el desarrollo del proceso constructivo. Esto se debe a la necesidad de ajustar dicha filosofía al entorno socio-cultural.

### **1.3. Hipótesis.**

Después de un sismo, se implementa un proceso metodológico que incorpora la participación de los afectados para la toma de decisiones en relación con la reubicación y la construcción de sus viviendas.

### **1.4. Objetivos.**

#### **1.4.1 Objetivo general.**

Proponer un enfoque metodológico efectivo para la toma de decisiones en la construcción de viviendas permanentes después de un sismo en la ciudad de Riobamba.

#### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Determinar los factores que deberían intervenir para la reubicación de damnificados ante un sismo.

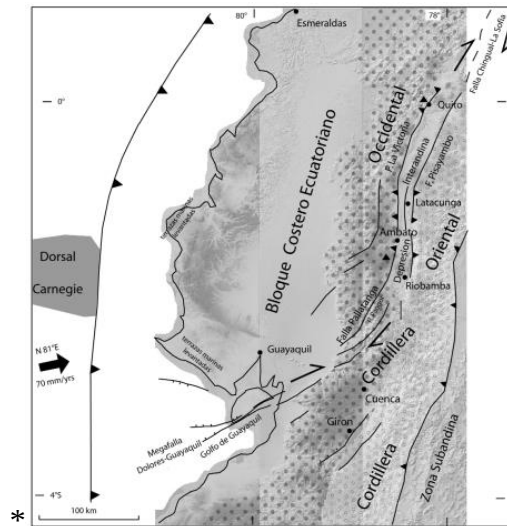
- Priorizar los parámetros para considerar en la reubicación de los asentamientos humanos.
- Evaluar la aceptación y la percepción de la metodología por parte de los profesionales de la construcción, comunidades afectadas y autoridades locales, para identificar posibles barreras y mejorar su aceptación y adopción.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Historia Sísmica Ecuador / Riobamba**

Ecuador se ubica en una región costera caracterizada por un régimen tectónico cuaternario predominantemente extensivo. Esto se debe a que se encuentra sobre la placa subducida sin fuerzas laterales restrictivas, y a la presencia significativa de erosión tectónica y subducción asociada. (Lavenu, 2006). Las observaciones de campo indican que los sistemas de fallas del Cuaternario en Ecuador son oblicuos a los Andes, comienzan en el Golfo de Guayaquil con la falla de Pallatanga y se extienden hacia el noreste hasta la Cordillera Real (falla de Chingual). Estas fallas con orientación noreste corresponden a la extensión sur del sistema de fallas de la Cordillera Oriental en Colombia, siendo estas fallas probablemente las responsables de los principales terremotos históricos de corteza en Ecuador (Costa et al., 2006).

La estructura geológica de Ecuador se caracteriza por un régimen de esfuerzos orientado de norte a sur. Este fenómeno se origina por el desplazamiento lateral del bloque norandino hacia el norte, extendiéndose desde el golfo de Guayaquil hasta Colombia. Además, se ha observado que el bloque costero experimentó un desplazamiento a una tasa aproximada de 1 centímetro por año. Este desplazamiento se ajusta en el continente a lo largo de la falla de Pallatanga (ilustración 3), que bordea hacia el norte de la Depresión Interandina, situada entre las Cordilleras Occidental y Oriental. También, más al norte, se registra un movimiento a lo largo de otros segmentos de fallas, como la de Chingual-LaSofía, en la zona fronteriza entre Ecuador y Colombia (Lavenu, 2006).



*Ilustración 3: Mapa falla Pallatanga.*(Lavenu, 2006).

Estas circunstancias han dado lugar a fuertes terremotos con magnitudes de 6.8 o superiores en Ecuador. La principal causa de estos sismos se atribuye a la convergencia de las placas de Nazca y de América del Sur en las provincias andinas del país (Molerio León, 2018).

La región de la Sierra Centro ha sido testigo de varios eventos sísmicos significativos, como el ocurrido en febrero de 1797, donde se registró un fuerte sismo con epicentro en Riobamba. Este evento provocó la desaparición completa de la ciudad y causó daños notables en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar y Pichincha (Cunalata & Caiza, 2022). Otro ejemplo es el sismo de 1949 en Pelileo, el cual se sintió en el sur de Colombia y al norte de Perú. La magnitud de este sismo afectó a cientos de familias, dejando como resultado viviendas inhabitables y la necesidad de establecer nuevos asentamientos (Ramírez, n.d.).

## 2.2 Políticas públicas ante catástrofes sísmicas.

Para iniciar en el ámbito legislativo, resulta crucial comprender la diferencia entre la gestión de riesgos y la gestión de crisis. La gestión de riesgos se centra en un marco que abarca la prevención, preparación, respuesta y recuperación (PPRR). En cambio, la gestión de crisis adopta un enfoque reactivo, donde las condiciones presentes dictan la acción, y esto incluye la planificación de contingencias (Raikes et al., 2019).

El plan de acción ante el gran terremoto de 1797 fue reactivo, lo que significa que se originó como respuesta a la catástrofe. Se llevaron a cabo las gestiones necesarias para preservar los bienes nacionales y proporcionar alimentos a los damnificados. Sin embargo, la respuesta efectiva se retrasó durante varios meses debido a la limitada comunicación disponible en ese momento. Además, la información debía ser enviada a España para tomar medidas, lo que contribuyó a la demora en la respuesta ante la emergencia. (Alberola & Cecere, n.d.); En el caso del terremoto del 2016, se activó el proceso de actuación conocido como el "ciclo de desastre", el cual se detuvo en la fase 4 (Emergencia). La fase de reconstrucción correspondiente, que es la fase 5, llevó varios años para lograr la recuperación de la actividad normal en la comunidad (Martí Buigues, 2018).

La Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) en Ecuador se creó el 4 de febrero de 2009, mediante el Decreto Ejecutivo No. 1817. No obstante, tras el 16 de abril de 2016, se hizo evidente la necesidad de fortalecer los procesos de análisis del riesgo, reducción del riesgo de desastres, manejo de eventos peligrosos y recuperación post-desastre. Es imprescindible contar con una concepción integral de acciones en estos ámbitos, fundamentada en los mandatos nacionales e internacionales, y en enfoques de gestión prospectiva, correctiva y reactiva. (Orcés, 2019). En julio de 2020, entró en vigor la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, que establece en su artículo 70 que los distritos metropolitanos y los municipios con más de cincuenta mil habitantes deben crear un banco de suelo por el cual el Estado Central podrá generar bancos de suelo para proyectos de vivienda de interés social (Rivadeneria & Rivas, n.d.).

Colombia y Chile, al igual que numerosos países, se comprometen a implementar estrategias y acciones enmarcadas en el nuevo enfoque para mejorar la resiliencia de las comunidades frente a emergencias y desastres. El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, adoptado en 2015 en sustitución del Marco de Acción de Hyogo (MAH), guía estos esfuerzos. En este contexto, se enfatiza la participación de toda la comunidad en la gestión del riesgo, fomentando la creación de planes familiares de emergencias. Se cree que involucrar a la comunidad de esta manera contribuirá a una respuesta más efectiva frente a desastres naturales (Bautista Diaz & Rincón Cristancho, 2020). Japón se destaca a nivel internacional como un referente en la gestión del riesgo, razón por la cual ha sido sede de las tres conferencias más importantes sobre este tema.

Una de las áreas fundamentales en la gestión del riesgo en Japón es la implementación de estrategias de educación. El país ha desarrollado enfoques exhaustivos para educar a la población sobre la preparación para desastres, promoviendo la conciencia pública, la capacitación y la participación activa de la comunidad en la gestión del riesgo. Estas estrategias buscan mejorar la resiliencia de la sociedad ante eventos adversos y minimizar las pérdidas humanas y materiales asociadas a desastres naturales (Bautista Diaz & Rincón Cristancho, 2020).

## **2.2 Análisis de vivencias en construcciones post sismo**

En su estudio sobre el terremoto en Nepal, Hendriks & Opdyke, (2022), examinan elementos como el financiamiento y la asistencia técnica, evaluando la noción de seguridad no solo desde una perspectiva técnica, sino también teniendo en cuenta las opiniones de los hogares. Esto es especialmente relevante en el contexto de la construcción sin ingeniería, que es común en numerosos países de bajos y medianos ingresos. Su conclusión destaca la importancia de comprender las preferencias específicas de aquellos que necesitan reconstruir viviendas, en lugar de adoptar enfoques generalizados y soluciones universales, para promover resultados de construcción más seguros.

En el análisis y enseñanzas derivadas del terremoto de Dujiangyan y Wenchuan, según (Li et al., 2023), se identificaron diversos aspectos cruciales en el proceso de reconstrucción de viviendas, como la gestión y coordinación, la financiación y compensación, así como los principales actores involucrados en la reconstrucción. De acuerdo con el plan de gestión, el sistema de reconstrucción se clasificó en tres modalidades. La primera aborda la reconstrucción de viviendas autosuficientes, incluyendo aquellas llevadas a cabo in situ. La segunda modalidad implica una planificación y construcción unificadas dirigidas por el gobierno, siendo este el principal ejecutor de dicha planificación y construcción. La tercera modalidad se centra en una planificación y construcción unificadas orientadas al mercado. Sin embargo, un desafío fundamental en la reconstrucción de viviendas rurales radica en la falta de claridad en los derechos de propiedad de las tierras rurales, ya que la disposición de la propiedad de estas tierras no sigue el sistema de derechos de propiedad de la misma.

La toma de decisiones durante la fase de reconstrucción puede desencadenar una recesión económica y malestar social, según explican Yuan et al., (2023) en su estudio sobre el área afectada por el terremoto de Wenchuan en China. En este contexto, la ubicación geográfica desempeña un papel crucial en el nivel de coordinación durante la reconstrucción posterior al desastre. En términos generales, las zonas situadas en llanuras se ven más afectadas por la influencia del centro económico, aprovechando plenamente las condiciones de la red de transporte y la base industrial para estimular el crecimiento económico y hacer frente a los desastres naturales. En la Tabla 1 se expone un estudio de sismos a nivel mundial, cuál fue su magnitud y el impacto que tuvo en cada uno de los países en los que sucedió.

*Tabla 1: Sismos a nivel mundial.*

| <b>Ciudad</b>           | <b>Año</b> | <b>Fallecidos</b> | <b>Sin Hogar</b> | <b>Magnitud (Richter)</b> | <b>Viviendas Temporales</b> |
|-------------------------|------------|-------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Teherán                 | 2003       | 26797             | 65760            | 6.5                       | -                           |
| Armenia y Pereira       | 1999       | 800               | 1856             | 6.0                       | 6000                        |
| Bam                     | 2003       | 26271             | 53000            | 6.3                       | 35905                       |
| El Salvador             | 2001       | 1149              | 14000            | 7.6                       | 3000                        |
| Mármara y Bolu, Turquía | 1999       | 17000             | 600000           | 7.4                       | 109000                      |
| Çankırı, Turquía        | 2000       | 2                 | 1892             | 5.9                       | 1892                        |

En la Tabla 2 se analizan las experiencias en la construcción de viviendas permanentes, identificando los principales criterios de reubicación y construcción: Políticas Públicas, Técnico, Social y Económico. Además, se clasifican los parámetros clave según los criterios encontrados en cada caso estudiado.

En el estudio de (Hadafi, 2010), la problemática relacionada con la reconstrucción en Irán, Ardabil, se centró principalmente en los retrasos en el tiempo de reconstrucción, así como en las dificultades para adaptar los diseños de las viviendas a las necesidades reales de los damnificados.

(Johnson et al., (2006), destacan la importancia de una planificación estratégica previa a la ocurrencia de un desastre natural. En su estudio de caso sobre el terremoto en Armenia, Colombia, identificaron diversos problemas que surgieron tras el evento, entre



ellos, las dificultades relacionadas con la legalización de terrenos, la construcción de centros de salud y el arrendamiento de tierras para las reubicaciones.

(Rafieian & Asgary, 2013) al analizar los impactos en las construcciones post-sismo, se observa que los factores clave se centran en aspectos de las políticas públicas, destacando la propiedad de las tierras como uno de los factores más determinantes a la hora de planificar las reconstrucciones. La posesión y legalización de terrenos influyen directamente en la capacidad de respuesta y en el tiempo requerido para implementar soluciones habitacionales. Además, la calidad de las construcciones es otro parámetro crucial, ya que estructuras deficientes incrementan el riesgo de colapso en futuros eventos sísmicos, lo que resalta la necesidad de regulaciones más estrictas en términos de diseño y materiales.

En el estudio realizado por Davidson et al., (2007), se examinaron los parámetros clave surgidos tras el sismo de 2001 en El Salvador. El aspecto principal fue el criterio técnico, que destacó la importancia de analizar la vulnerabilidad de las construcciones dañadas y de contar con la colaboración de la comunidad para llevar a cabo su reconstrucción. Otro caso de estudio es el del terremoto de Marmara en 1999, donde se destacó la importancia de factores sociales como la religión en la región para la reubicación de los afectados. Además, se consideraron las necesidades físicas de los damnificados y, principalmente, los medios de subsistencia necesarios para su recuperación.

(نسخ ترس روپیپی6 - et al., n.d.), analiza el sismo en Çankırı, Turquía, en el año 2000, poniendo en manifiesto varios problemas relacionados con la reconstrucción. Los métodos de financiamiento inadecuados y la distribución ineficaz del número de personas por vivienda fueron factores clave en el fracaso del proyecto. Muchas de las viviendas construidas no fueron ocupadas por los damnificados, quienes decidieron no mudarse a estas nuevas residencias, probablemente debido a su falta de adecuación y calidad, así como a problemas con su ubicación.

*Tabla 2: Criterios analizados post sismo revisión bibliográfica.*

| <b>Ciudad</b> | <b>Políticas públicas</b> | <b>Técnico</b> | <b>Socio cultural</b> | <b>Económico</b>         |
|---------------|---------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------|
| Irán, Ardabil | Tiempo de reconstrucción  | Acceso agua    | Diseño                | Tiempo de reconstrucción |
|               |                           | Saneamiento    | Seguridad personal    |                          |

| <b>Ciudad</b>               | <b>Políticas públicas</b> | <b>Técnico</b>                   | <b>Socio cultural</b>               | <b>Económico</b>         |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|                             |                           |                                  | Proximidad a lugares de empleo      |                          |
| Armenia y Pereira, Colombia | Legalización de lotes     | Escuelas                         | Involucrar en toma de decisiones    | Alquilar tierras         |
|                             |                           | Centros de salud                 |                                     |                          |
| Bam, Irán                   | Propiedad de las tierras  |                                  |                                     | Calidad de construcción  |
|                             | Leyes emergentes          |                                  |                                     |                          |
|                             | Control de avance         |                                  |                                     |                          |
| El Salvador                 |                           | Grado de vulnerabilidad          |                                     | Contraparte de comunidad |
| Mármara y Bolu, Turquía     |                           | Elegir al contratista            | Necesidades físicas                 | Necesidades financieras  |
|                             |                           | Fijar términos del contrato      | Aprobación de diseños               | Prestamos permanentes    |
|                             |                           |                                  |                                     |                          |
| Mármara y Bolu, Turquía     | Movilidad                 | Ubicación in situ                | Objetos religiosos                  | Costo de reubicación     |
|                             | Evitar tierras agrícolas  | Reubicación                      | Medios de subsistencia              |                          |
|                             | Propiedad de las tierras  | Distancia a la zona de conflicto |                                     |                          |
|                             |                           | Métodos constructivos            |                                     |                          |
| Çankırı, Turquía            | Financiamiento            | Bajo riesgo de desastres         | Cantidad de habitantes por vivienda | Método adquisitivo       |
|                             |                           | Cercanía a entes gubernamentales |                                     |                          |

## **2.3 Proyección urbana de las ciudades**

Las ciudades latinoamericanas en general, en su mayoría se encuentran ligadas a un modelo expansivo de ciudad dispersa caracterizada por la baja densidad, en Ecuador desde la década de los cincuenta, el crecimiento horizontal ha sido rápido y la planificación se ha enfocado principalmente en delinear las áreas de expansión urbana hacia la periferia, por lo que resulta necesario evaluar el espacio ocupado, el ambiente y la habitabilidad del entorno urbano resultante. La proyección urbana debería centrarse en satisfacer las necesidades básicas de la población según la forma de ocupación y la densificación urbana que es influenciada por soluciones temporales impulsadas por compromisos sociales o políticos. (Muy Cabrera et al., 2020). Esto es evidente en el crecimiento de la ciudad de Riobamba, que se ha manifestado de manera irregular. Según la investigación de Muy Cabrera et al., (2020), es necesario tomar acciones claras para dirigir el crecimiento urbano y restringirlo a figuras geométricas donde la movilidad sea un factor clave en su definición.

Una de las cuestiones clave en el contexto urbano es cómo construir ciudades más resilientes frente a desastres naturales. En este aspecto, conceptos como el urbanismo sostenible y la arquitectura resiliente juegan un papel fundamental. (Seguí, n.d.) Actualmente, se ha estado promoviendo y replicando el modelo de la "ciudad de los quince minutos", que postula que la mejor movilidad es la que no se realiza. Este concepto reconoce que en las ciudades latinoamericanas también existen periferias habitadas por clases medias e incluso altas, las cuales, en ciertos sectores periféricos, han buscado su propia versión del "American way of life": viviendas amplias, espacios verdes y la ilusión de una vida más tranquila y "natural" (Birche et al., n.d.).

## **CAPÍTULO III. METODOLOGIA.**

La metodología empleada en esta investigación se ilustra en el diagrama de flujo de la ilustración 4.

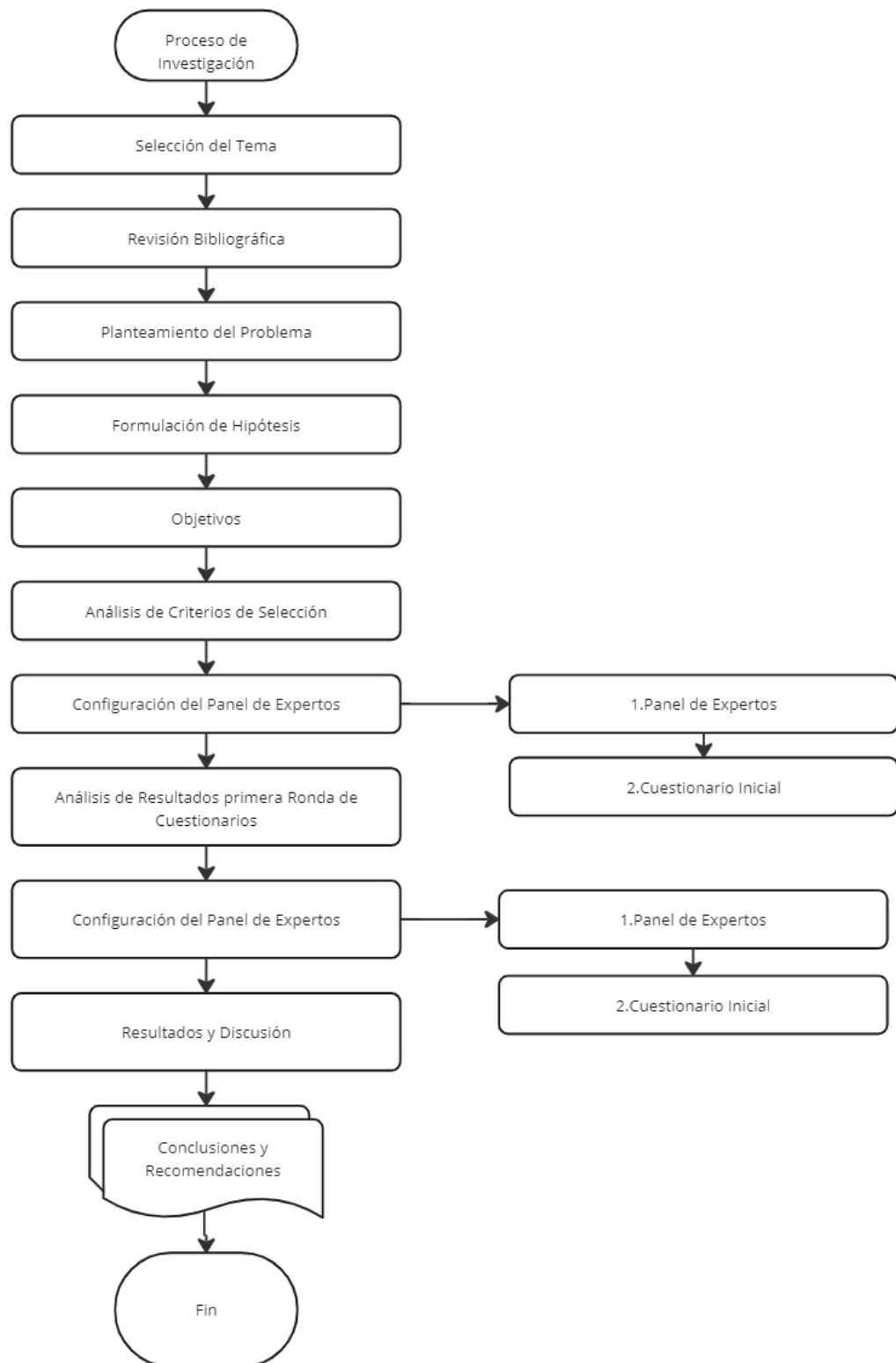


Ilustración 4: Metodología de investigación.

### 3.1 Enfoque de Investigación.

Esta investigación se centra en el enfoque cuantitativo, el que nos permite conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las

preguntas de la investigación y probar las hipótesis.(Borja, 2016). Se considerarán los criterios evaluados por expertos y se procesarán de manera jerárquica y analítica.

### **3.2 Tipo de Investigación.**

#### **3.2.1 Bibliográfica.**

La investigación parte de una revisión bibliográfica, utilizando principalmente artículos científicos y libros electrónicos como fuentes de información clave para el desarrollo del tema de investigación. Estos recursos han sido referenciados a lo largo de todo el proyecto investigativo.

#### **3.2.2 Descriptiva.**

La investigación se centra en realizar un análisis del tema de investigación, considerando sus características y configuración, con el fin de comprender su naturaleza.

### **3.3 Población y Muestra.**

El análisis de línea base se realizó en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, como caso de estudio.

Para el análisis de posibles damnificados se realizó el análisis a través de los mapas de microzonificación sísmica(Barahona, n.d.), que permitieron establecer el sector más vulnerable a estudiar y la población de estudio.

### **3.4 Técnicas de Recolección de Datos.**

#### **3.4.1. Revisión de casos.**

Se revisaron casos y experiencias relacionadas con sismos y la reubicación de damnificados, utilizando documentación que proporciona información relevante sobre la temática de estudio. Los registros revisados en esta investigación son principalmente artículos científicos.

Para este estudio, se analizó y extrajo información de publicaciones sobre terremotos de mayor impacto a nivel mundial.

### **3.5. Técnicas de análisis**

Para llevar a cabo el análisis de los resultados, se implementaron los siguientes procedimientos:

- Realizar la tabulación detallada de la información recogida en la revisión de casos y experiencias.
- Organización y priorización de los datos recopilados en función de los objetivos e hipótesis planteados en la investigación.
- Análisis e interpretación de los datos recogidos en la revisión de casos y experiencias.
- Análisis y Procesamiento de datos recogidos posterior al análisis con el panel de expertos.
- Orden Jerárquico de los datos recolectados mediante análisis entre expertos.
- Interpretación de resultados.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Resultados**

#### **4.1.1 Análisis metodológico**

Si bien no se ha encontrado mayor información acerca de la investigación en cuanto a definiciones de metodologías para la toma de decisiones en la construcción de viviendas permanentes después de un sismo, se ha elaborado una caracterización de las variables según cuatro grandes criterios: Políticas Públicas, Técnico, Socio-Cultural, Económico; resultado de la sumatoria de los parámetros analizados en la revisión bibliográfica establecida en el capítulo anterior (Tabla 2) para determinar su peso porcentual en la propuesta metodológica, tal como se muestra en la ilustración 5.

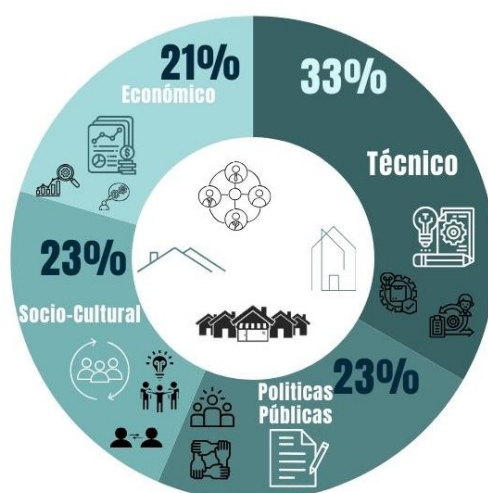


Ilustración 5: Ponderación de criterios según análisis bibliográficos.

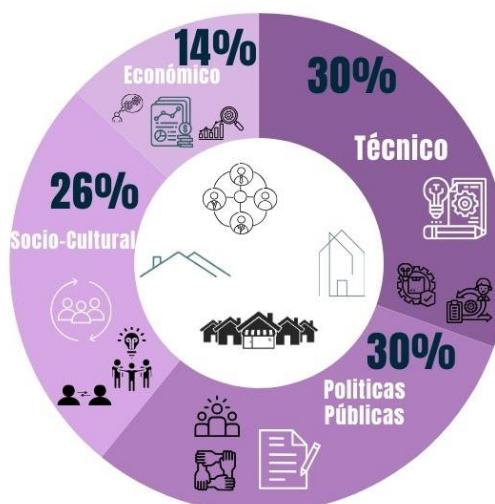
Con la finalidad de que el análisis sea bajo el principio del mínimo error (Boltvinik, 2010), se realizó el análisis determinado bajo la metodología Delphi, según el panel de expertos, que incluyó a tres miembros de instituciones públicas especializadas en gestión de riesgos, alcantarillado y agua potable, y ordenamiento territorial, así como a dos miembros de la academia y tres profesionales del sector de la construcción, se identificaron los parámetros establecidos en la Tabla 3. Estos parámetros se distribuyen entre los criterios de Políticas Públicas, Técnico, Socio-Cultural y Económico, y se determinaron de la siguiente manera:

Tabla 3: Criterios analizados post sismo panel de expertos.

| <b>Políticas públicas</b> | <b>Técnico</b>                | <b>Socio cultural</b>        | <b>Económico</b>                 |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Legalización de lotes     | Dotación de servicios básicos | Población por vivienda       | Índice de producción económica   |
| Control de construcciones | Mejoramiento de suelos        | Conectividad                 | Acortar tiempo de reconstrucción |
| Definición de límites     | Vivienda ligera               | Priorizar salud y psicología | Asignación de recursos           |
| Voluntad política         | Materiales constructivos      | Educación                    |                                  |

| <b>Políticas<br/>publicas</b>       | <b>Técnico</b>                                       | <b>Socio cultural</b>   | <b>Económico</b> |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Control de asentamientos informales | Identificación de fallas geológicas para reubicación | Involucrar en diseños   |                  |
| Actualización catastral             | Estudio de suelos                                    | Sitios de esparcimiento |                  |
| Plan de riegos redes de agua        | Análisis sitios de desastre                          |                         |                  |

De acuerdo con el análisis realizado en la revisión bibliográfica, se identificaron los parámetros correspondientes a cada criterio establecido y se calculó su incidencia porcentual como se establece en la Ilustración 6.



*Ilustración 6: Ponderación de criterios según criterios de expertos*

Para comparar la incidencia determinada en la revisión bibliográfica con la establecida por el panel de expertos, se calculó la media estadística. Este cálculo permite proponer un peso porcentual para cada criterio en el análisis de la propuesta metodológica.



De esta manera, se establece una base cuantitativa para asignar la importancia relativa de cada criterio en el estudio o proyecto. Ilustración 7.

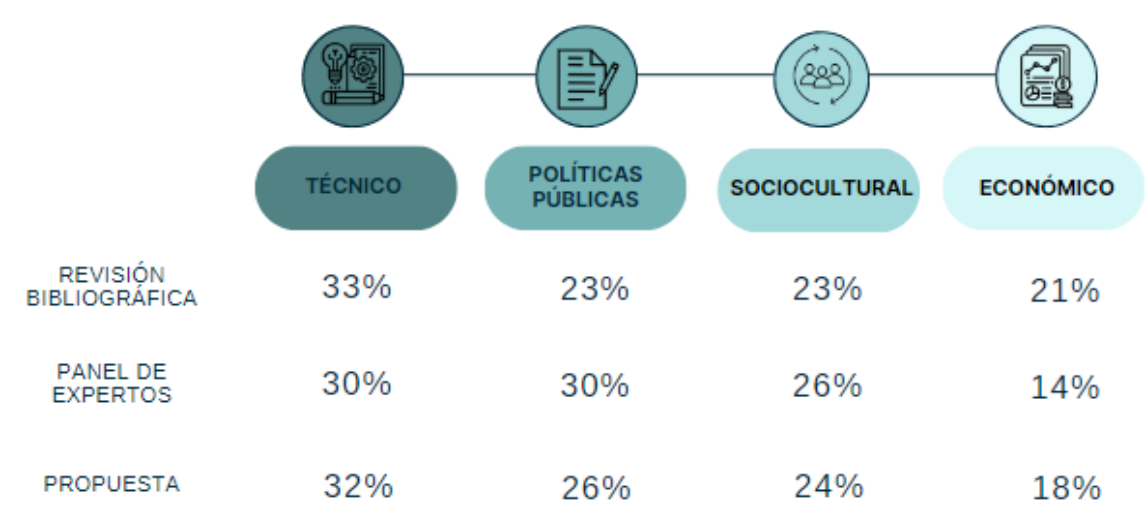


Ilustración 7: Ponderación de criterios.

#### 4.1.2 Definición de criterios

##### 4.1.2.1 Políticas Públicas.

###### Legal.

La dimensión de Políticas Públicas tiene como objetivo incorporar parámetros esenciales que, aunque puedan parecer evidentes, son vitales para su implementación en los primeros seis meses de una emergencia, tal como lo establece el protocolo de actuación post-desastre del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Esto garantiza una respuesta ágil y eficaz, estableciendo los cimientos para la acción en situaciones críticas. Esta dimensión se sustenta en las medidas que los gobiernos deben adoptar para abordar estas necesidades de manera inmediata.

En lo que respecta a la legalidad, es crucial asegurarse de la propiedad de las tierras, puesto que, según la normativa vigente, los propietarios pueden acceder a bonos de desastre o contingencia. No obstante, si esta verificación no se lleva a cabo dentro de los primeros seis meses de emergencia, el tiempo de respuesta podría extenderse durante años, como se ha documentado en estudios previos. En el contexto de reubicaciones, es esencial que se verifique la titularidad del terreno antes de determinar el sitio de ocupación. En

casos de expropiación, los trámites podrían prolongarse desde meses hasta años, lo que representa un desafío considerable cuando el tiempo es un factor crítico.

### Ambiental.

De acuerdo con los objetivos establecidos en la Nueva Agenda Urbana de Hábitat II, se busca fomentar el uso eficiente de los recursos naturales y promover una gestión ambientalmente responsable.(Espinoza & Guncay, 2017) En este marco, los términos "renovable" y "reutilizable" adquieren mayor relevancia y deben ser integrados con más frecuencia en las prácticas urbanas. Dentro de los parámetros de la metodología propuesta, es crucial incorporar los conceptos de "sostenible" y "sustentable" en las nuevas construcciones, asegurando que estos principios se apliquen en la medida de lo posible durante los procesos de reubicación.

#### 4.1.2.2 Técnico.

De acuerdo con los parámetros establecidos en la Tabla 2 de la revisión bibliográfica y los determinados en la Tabla 3 del análisis del panel de expertos, el parámetro técnico emerge como el más destacado en la propuesta metodológica. Este parámetro es crucial porque abarca áreas fundamentales como el urbanismo, la ingeniería y la arquitectura, las cuales son esenciales para desarrollar un criterio sólido en la planificación y ejecución de construcciones permanentes posteriores a un sismo.

### Urbanismo.

Al evaluar la ubicación para la reubicación de los damnificados, se busca enfocarse exclusivamente en el terreno donde se establecerán las nuevas construcciones, evaluando su idoneidad y aptitud para ser habitado de manera segura y sostenible.

La distancia caminable se refiere a la aplicación del concepto de "ciudades de los 15 minutos", el cual busca organizar las ciudades desde un enfoque geográfico que permita identificar lugares estratégicos para intervención. Este modelo propone definir nuevos espacios que se integren al sistema de espacios públicos, garantizando atributos de inclusión y accesibilidad para todos los habitantes (Birche et al., n.d.).

La variable de localización se enfoca en criterios de valoración como el área destinada para la reubicación. En esta propuesta, se priorizan construcciones resilientes que maximicen la capacidad de alojamiento con un uso eficiente del espacio, permitiendo la inclusión de áreas de esparcimiento compartidas y accesibles para los damnificados.

### Ingeniería.

Para iniciar con la reubicación, es esencial asegurar un bajo riesgo de desastre. Esto requiere que las nuevas construcciones se ubiquen a una distancia segura de zonas de fallas geológicas y de la zona cero del desastre, con el objetivo de reducir al mínimo los factores de vulnerabilidad para los damnificados. Este proceso debe ir acompañado de un análisis exhaustivo de los suelos, su mejoramiento, y una evaluación detallada del estado de vulnerabilidad de las edificaciones afectadas.

### Arquitectura.

Además de los criterios normados de diseño arquitectónico, es fundamental integrar la resiliencia en las edificaciones. Esto implica considerar aspectos de accesibilidad, especialmente para personas prioritarias como niños, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad, así como la movilidad interna a través de callejones, pasillos y escaleras, lo cual fomentará una convivencia adecuada. Además, es crucial que el diseño permita a los damnificados adaptar sus viviendas según sus necesidades futuras. Siguiendo el enfoque de modelos como los propuestos por Aravena para la construcción de viviendas emergentes en México, es fundamental que las soluciones de emergencia se puedan adaptar y expandir con el tiempo. Aravena ha desarrollado modelos que permiten a las viviendas de emergencia evolucionar y ajustarse a medida que las comunidades se recuperan y crecen, proporcionando flexibilidad y sostenibilidad a largo plazo (Coletta et al., 2008).

#### 4.1.2.3 Social.

Además de los parámetros técnicos y legales, es crucial involucrar a los damnificados en el proceso de reubicación, algo que, según la revisión bibliográfica, no se ha hecho adecuadamente en el pasado. Es fundamental crear mecanismos que garanticen la seguridad e integridad personal de cada individuo, establecer una organización interna que

promueva una buena convivencia, y considerar la limitación de habitantes por vivienda. Asimismo, es necesario proporcionar medios de subsistencia, lo que contribuirá a crear un ambiente habitable y facilitará un retorno a la normalidad de manera más adecuada.

#### 4.1.2.4 Económico.

Aunque no es un criterio con gran peso en la valoración, es fundamental cuando se trata de construcciones permanentes post-sismo. La imposibilidad de planificar adecuadamente subraya la importancia de la gestión del riesgo. Por ello, durante el período de recuperación temprana (0-3 meses) y la recuperación emergente (3-6 meses) (Espinoza & Guncay, 2017), es crucial abordar la gestión del financiamiento. Este proceso debe incluir la evaluación de los costos de reubicación, la identificación de fuentes de financiamiento y la asignación de recursos. Todo esto con el objetivo de asegurar la calidad de la construcción y su accesibilidad económica.

#### 4.1.3 Propuesta metodológica.

La propuesta metodológica se sitúa dentro de una matriz de evaluación (Tabla 4) que examina los parámetros Políticas públicas, Técnico, Social, Económico. Esta herramienta está diseñada para ser aplicada en el contexto de una catástrofe sísmica en la ciudad de Riobamba. Su propósito es proporcionar una evaluación integral y sistemática de los factores críticos a considerar. Mediante la metodología de cumple o no cumple y la ponderación porcentual de cada criterio, se busca facilitar la identificación de los sitios adecuados para la reubicación de los damnificados y garantizar una reconstrucción eficaz.

*Tabla 4: Propuesta metodológica, matriz de evaluación.*

| Dimensión                 | Criterio        | Variables                         | Formas de Valoración                                                        | Cumple | No Cumple |
|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Políticas Públicas<br>26% | Legal           | Propiedad de Tierras.             | -Registro de propiedad de terreno o escrituras                              |        |           |
|                           |                 | Legalidad de lotes.               | -Asentamiento informal.<br>-Proceso de compra.<br>-Proceso de legalización. |        |           |
|                           |                 | Leyes Emergentes.                 | -Expropiación de terreno.                                                   |        |           |
|                           | Ambiental       | Sostenible.                       | -Uso de recursos renovables.                                                |        |           |
|                           |                 |                                   | -Eficiencia energética.                                                     |        |           |
|                           |                 | Sustentable.                      | -Huella ecológica.<br>-Economía Circular                                    |        |           |
| Técnico<br>32%            | Urbanismo.      | Ubicación.                        | -Movilidad.                                                                 |        |           |
|                           |                 |                                   | -Distancia Caminable.                                                       |        |           |
|                           |                 | Localización.                     | -Área a reubicar                                                            |        |           |
|                           |                 |                                   | -Zonas de esparcimiento.                                                    |        |           |
|                           |                 |                                   | -Centros educativos, salud.                                                 |        |           |
|                           |                 |                                   | -Población a reubicar.                                                      |        |           |
|                           | Ingeniería.     | Bajo riego a desastres.           | -Distancia a fallas geológicas.                                             |        |           |
|                           |                 |                                   | -Distancia de la zona 0.                                                    |        |           |
|                           |                 | Dotación de servicios básicos.    | -Agua segura.                                                               |        |           |
|                           |                 |                                   | -Saneamiento.                                                               |        |           |
|                           |                 |                                   | -Conectividad.                                                              |        |           |
|                           |                 |                                   | -Energía Eléctrica.                                                         |        |           |
|                           |                 | Reubicación.                      | -Análisis de suelos.                                                        |        |           |
|                           |                 |                                   | -Análisis de vulnerabilidad de edificios afectados.                         |        |           |
|                           |                 |                                   | -Mejoramiento de suelo.                                                     |        |           |
|                           | Arquitectura.   | Diseño.                           | -Accesibilidad                                                              |        |           |
|                           |                 |                                   | -Circulación Interior                                                       |        |           |
|                           |                 |                                   | -Diseño progresivo                                                          |        |           |
| Social<br>24%             | Convivencia.    | Seguridad Personal.               | -Privacidad.                                                                |        |           |
|                           |                 | Organización                      | -Dirigentes                                                                 |        |           |
|                           |                 |                                   | -Normas internas.                                                           |        |           |
|                           |                 |                                   | -Educación (prevención sismos)                                              |        |           |
|                           | Habitabilidad.  | Población por vivienda.           | -Limitación de personas por vivienda.                                       |        |           |
|                           |                 | Involucrar en toma de decisiones. | -Opinar sobre diseños constructivos                                         |        |           |
|                           |                 |                                   | -Opinar sobre materiales de construcción                                    |        |           |
|                           |                 |                                   | -Opinar sobre áreas de esparcimiento                                        |        |           |
|                           |                 | Medios de subsistencia.           | -Habilitar zonas de trabajo                                                 |        |           |
| Económico<br>18%          | Gestión.        | Costo de reubicación.             | -Adquisición de terrenos.                                                   |        |           |
|                           |                 | Índice de producción económica.   | -Dotación de servicios básicos.                                             |        |           |
|                           |                 |                                   | -Establecer medios de financiamiento                                        |        |           |
|                           |                 | Asignación de recursos.           | -Recursos locales disponibles                                               |        |           |
|                           |                 |                                   | -Personas vulnerables                                                       |        |           |
|                           | Financiamiento. | Calidad de construcción.          | -Costo de construcción por m2<br>-Calidad de materiales                     |        |           |
|                           |                 | Prestamos permanentes.            | -Capacidad adquisitiva                                                      |        |           |
|                           |                 | Contraparte de comunidad.         | -Mano de obra local para construcción                                       |        |           |

#### 4.1.4 Análisis de aceptación.

Para medir la aceptación entre las autoridades locales y los profesionales del sector de la construcción, se empleó una muestra por conveniencia, permitiendo seleccionar a las personas más idóneas para las entrevistas. Se incluyó a las jefaturas de entidades gubernamentales relacionadas con el tema de investigación, resultando en un total de 7 entrevistados. En cuanto a la aceptación entre los profesionales del sector, se consideraron las inmobiliarias involucradas en proyectos de interés social y los constructores que han trabajado en procesos de reconstrucción con el estado, resultando en 4 entrevistados en total. Los resultados de la evaluación sobre la aceptación y percepción fueron:

Políticas públicas:

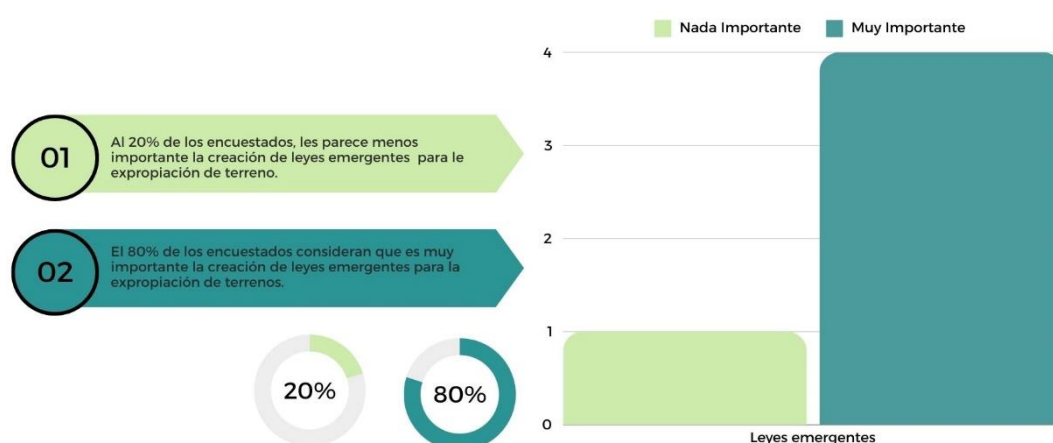


Ilustración 8: Análisis criterio políticas públicas.

De acuerdo a estos resultados se considera aceptado el criterio de creación de leyes emergentes para la expropiación de terrenos.

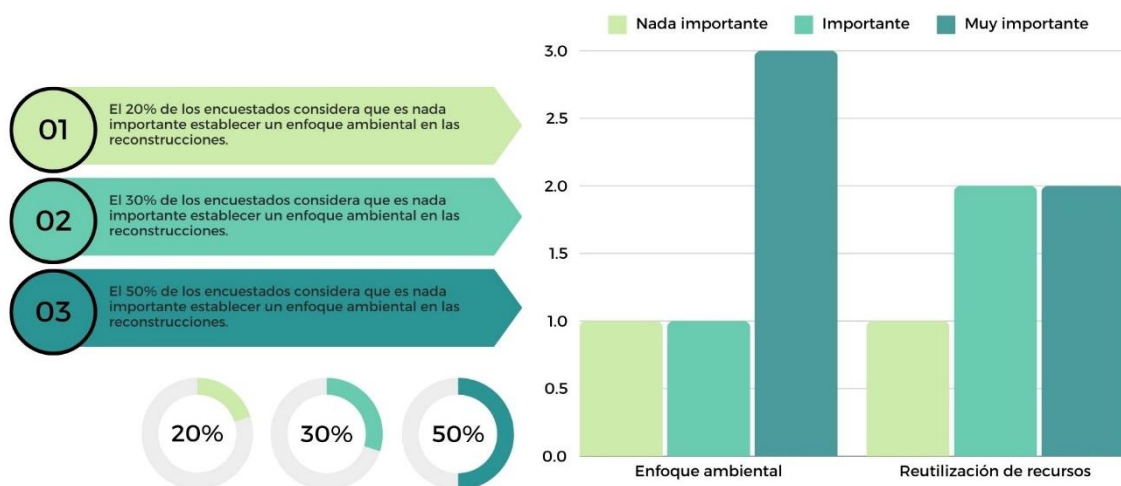


Ilustración 9: Análisis criterio políticas públicas.

De acuerdo a estos resultados se considera que el enfoque ambiental y la reutilización de recursos son muy importantes al momento de evaluar los parámetros para la construcción de viviendas permanentes post sismo.

Técnico:

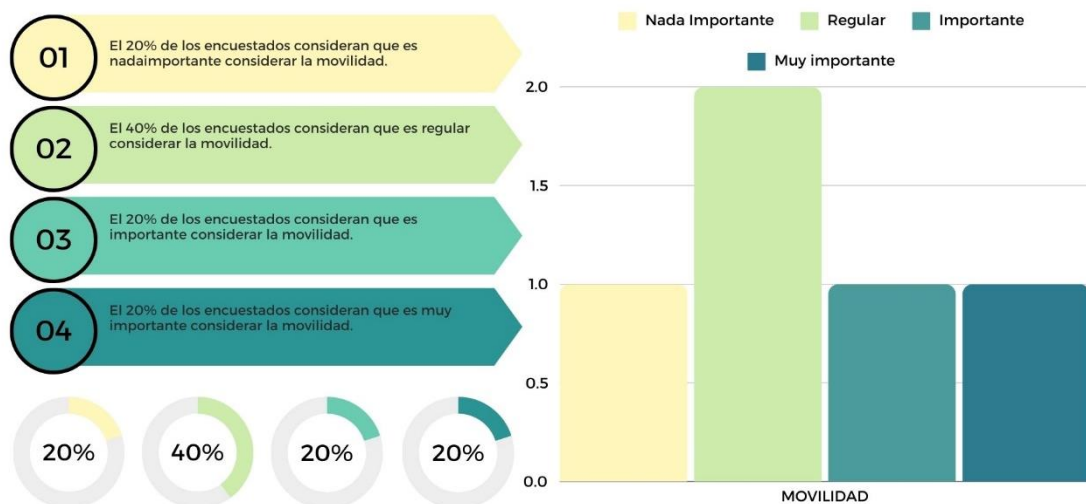


Ilustración 10: Análisis criterio técnico.

Según los resultados, se observan diferencias en los criterios relacionados con la movilidad en el contexto de una reubicación. Estas variaciones se deben principalmente a las perspectivas individuales de cada profesional, dado que el concepto actual de urbanismo no se alinea con las metodologías emergentes. En otras palabras, no todos los entrevistados reconocen la importancia de la movilidad al reubicar a los damnificados.

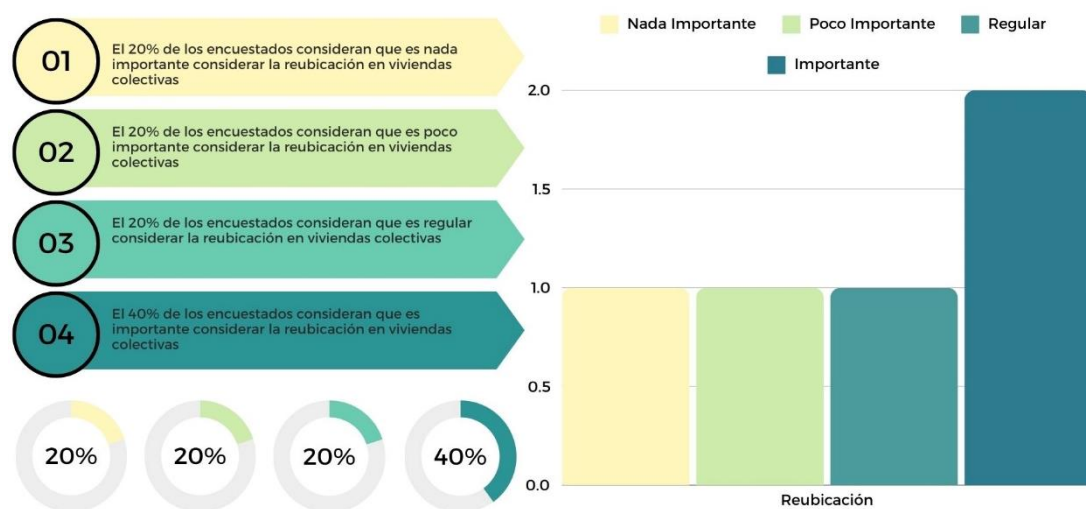


Ilustración 11: Análisis criterio técnico.

De acuerdo con estos resultados, se observan diferencias en los criterios sobre la reubicación en viviendas colectivas. En la metodología, se propone usar la construcción de barrios resilientes como parámetro de referencia, promoviendo la cohesión social en áreas con menor densidad. Sin embargo, el criterio predominante es que este parámetro es muy importante para el análisis de la metodología.

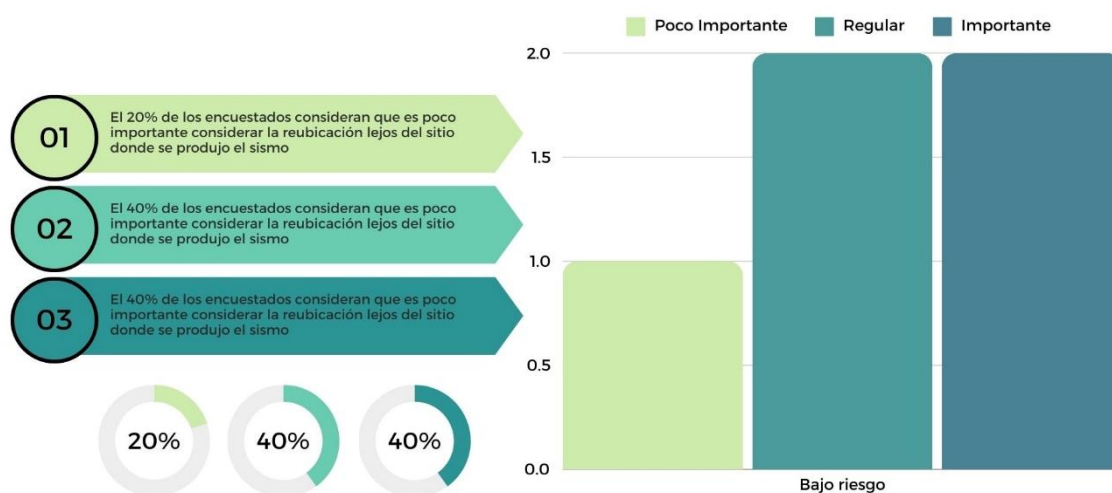


Ilustración 12: Análisis criterio técnico.

El criterio de ubicar las construcciones permanentes lejos del sitio del sismo es muy importante al realizar el análisis metodológico.



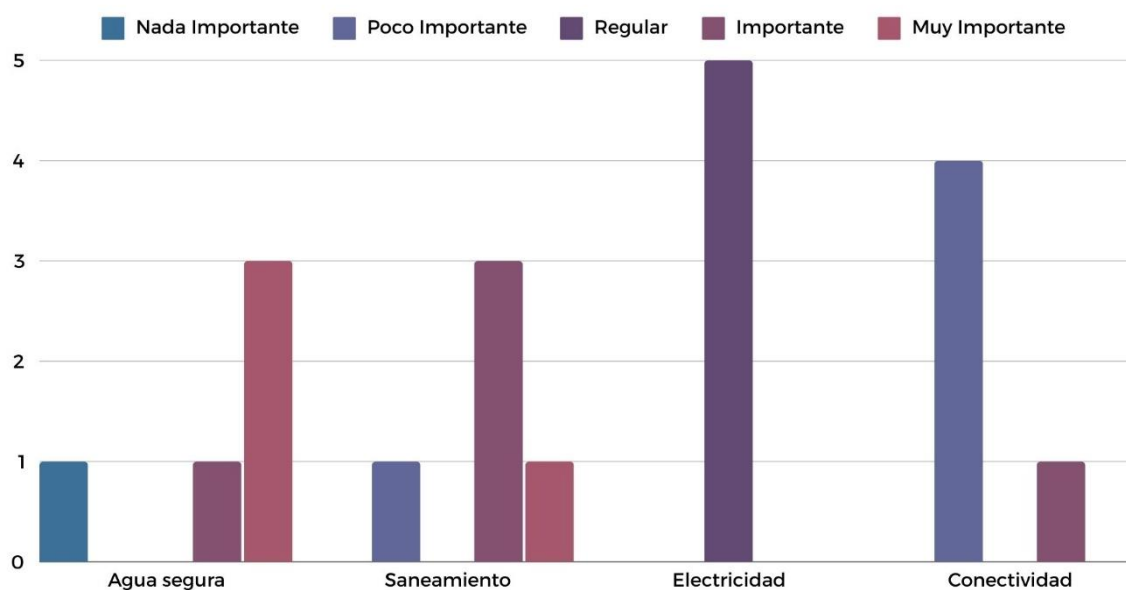


Ilustración 13: Análisis criterio técnico.

Según estos resultados, existen diferencias en los criterios relacionados con la dotación de servicios básicos. Aunque todos los parámetros son importantes, el más relevante para una construcción emergente es la provisión de agua segura y el saneamiento.

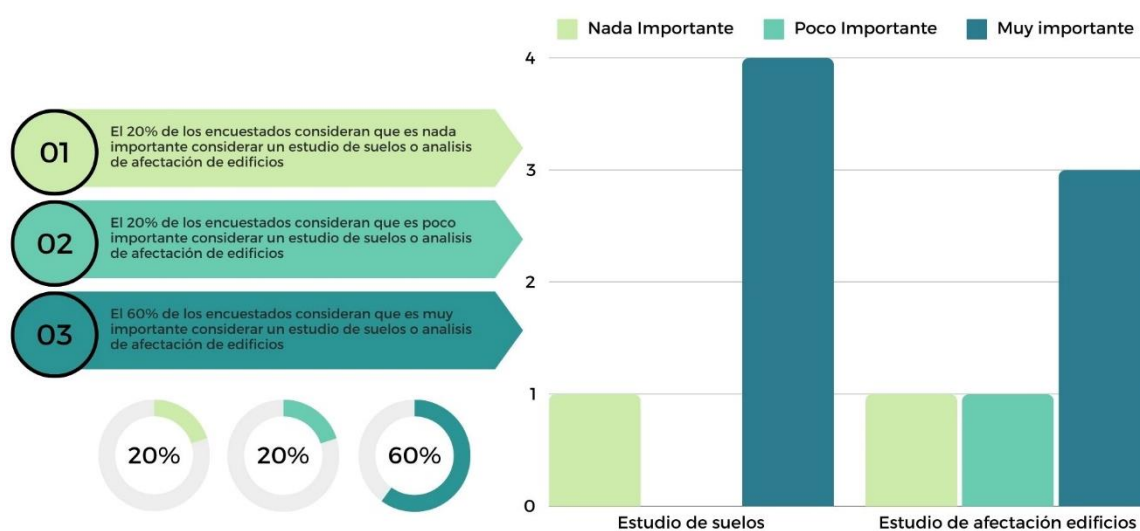


Ilustración 14: Análisis criterio técnico.

De acuerdo a estos resultados existe una tendencia a que es muy importante realizar los estudios de suelos para los posibles lugares a reubicar y para el análisis de afectación de las residencias, edificios, en el lugar del sismo.

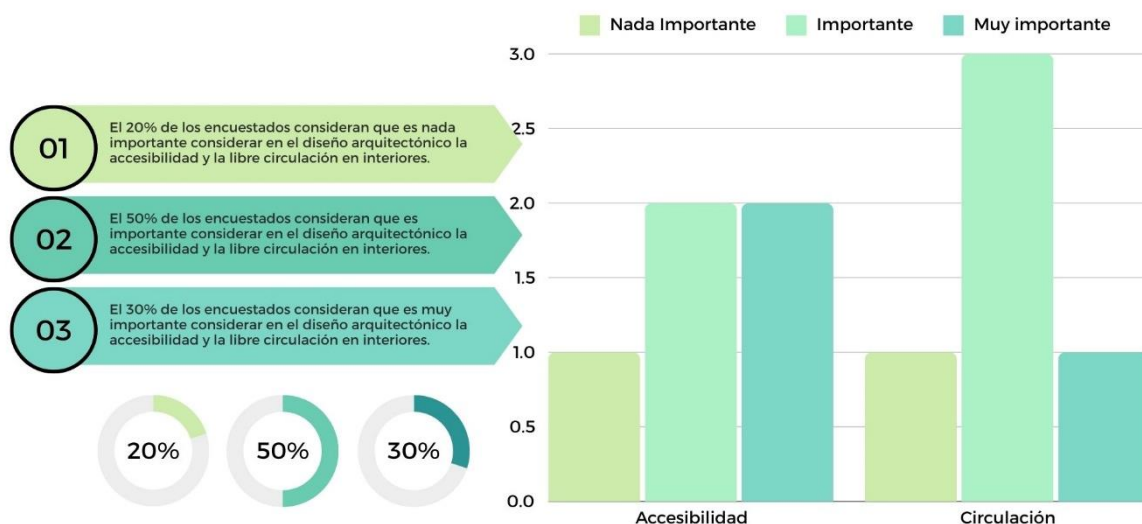


Ilustración 15: Análisis criterio técnico.

De acuerdo a estos resultados existe una tendencia a que es importante analizar los espacios de circulación interna y el tipo de accesibilidad que tendrán las nuevas construcciones.

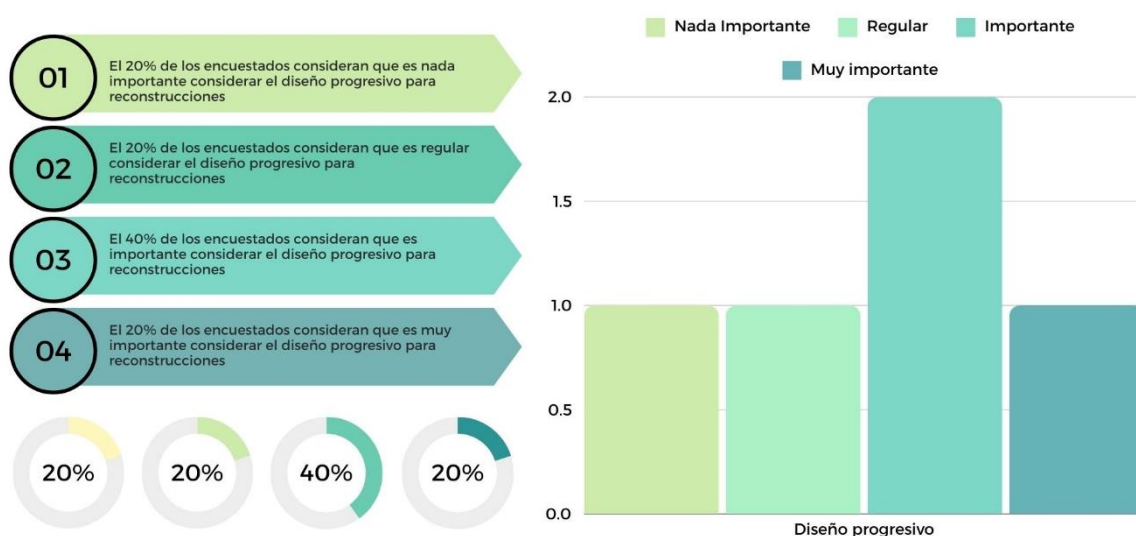


Ilustración 16: Análisis criterio técnico.

De acuerdo a estos resultados existe una tendencia a que es importante analizar una construcción con diseño progresivo.

Los resultados de la evaluación sobre la aceptación y percepción de la propuesta por parte de las personas vulnerables de la ciudad de Riobamba, basados en el mapa de microzonificación sísmicas fueron:

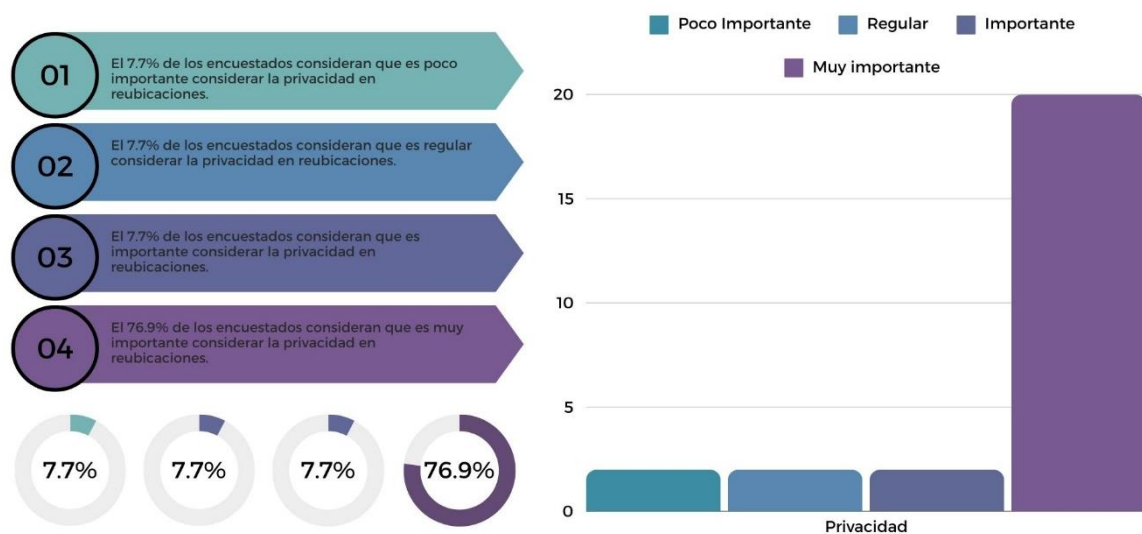


Ilustración 17: Análisis criterio social.

De acuerdo a estos resultados existe una tendencia a que es muy importante considerar la privacidad al momento de reubicar damnificados.

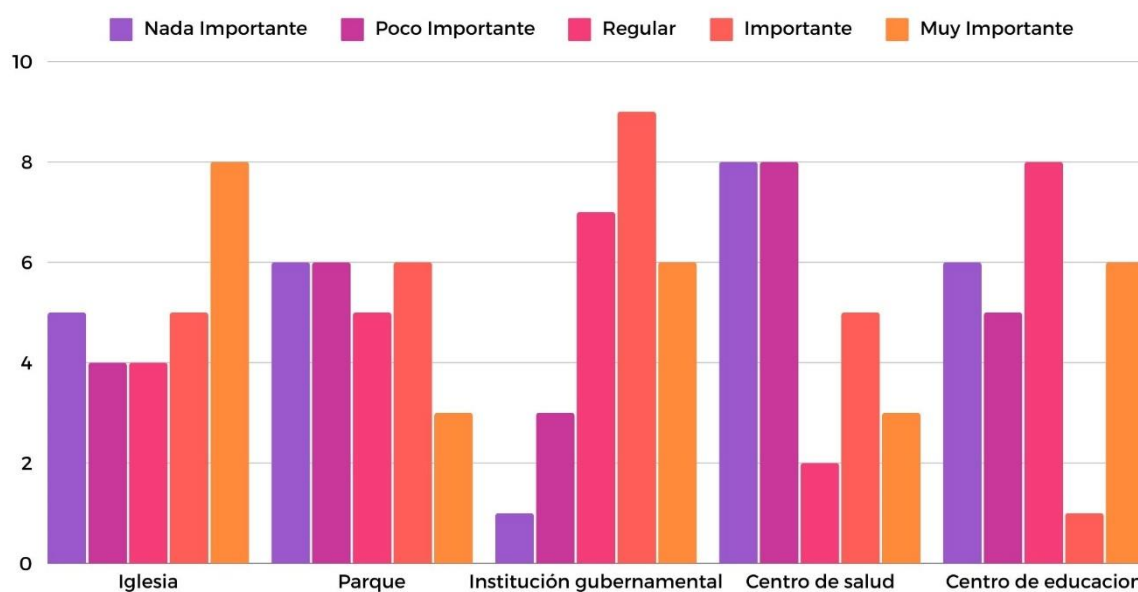


Ilustración 18: Análisis criterio social.

De acuerdo a estos resultados existe una variación en la priorización de lugares emergentes para su construcción, sin embargo, el más incidente sería una iglesia.

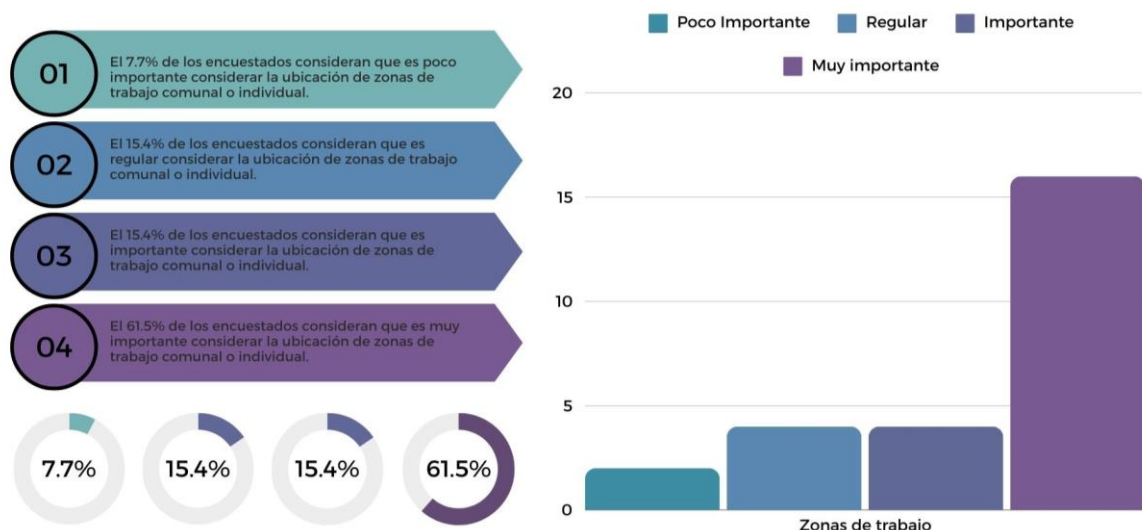
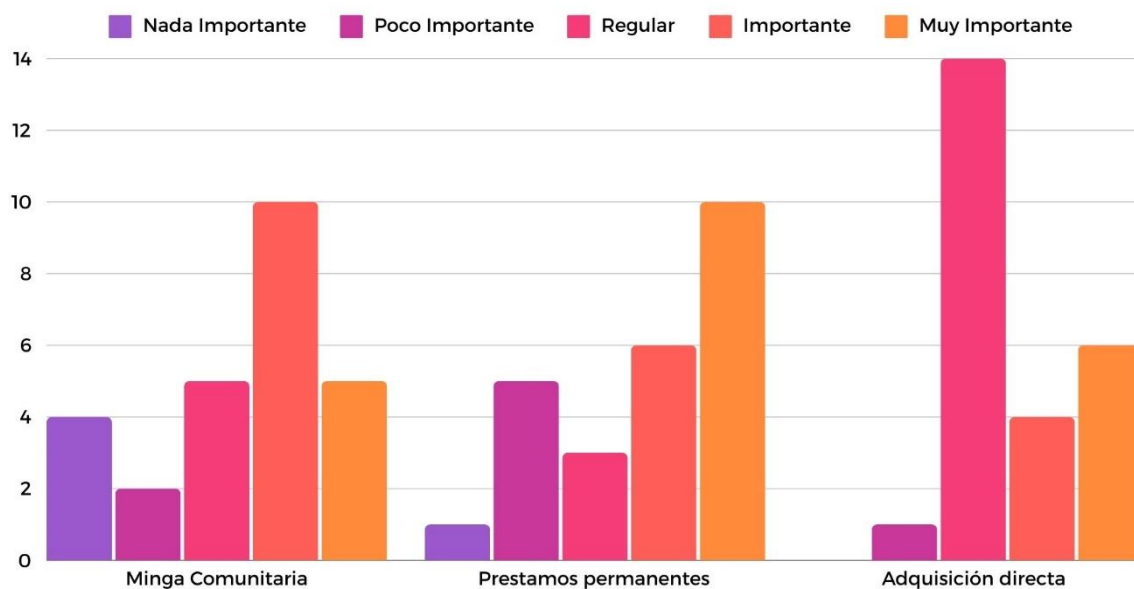


Ilustración 19: Análisis criterio económico.

De acuerdo a estos resultados existe una tendencia a que es muy importante considerar habilitar zonas de trabajo comunitario o individual al momento de reubicar damnificados.



De acuerdo a estos resultados existe una variación en la priorización de formas de financiamiento para la construcción, sin embargo, el más incidente sería bajo el parámetro muy importante a través de préstamos permanentes.

## 4.2 Discusión

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, los esfuerzos de reconstrucción después de desastres naturales, que comienzan seis meses después del evento, necesitan directrices y protocolos claros para asegurar una recuperación resiliente en las comunidades afectadas. En Guatemala, por ejemplo, el protocolo de recuperación incluye un Plan de Acción basado en un proceso de gestión que se adapta a las necesidades y características preexistentes de la población afectada, con miras a futuros desastres. Este plan tiene como objetivo principal la reintegración social, económica y cultural de la comunidad, transformando su dinámica mientras se reparan los daños ocasionados por el evento. (Espinoza & Guncay, 2017) En Ecuador, aunque la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos ha establecido protocolos para actuar antes, durante, y después de un sismo, no se han desarrollado protocolos específicos para la etapa de reconstrucción posterior a un sismo en particular. En la ciudad de Riobamba, no existen protocolos específicos para la construcción permanente posterior a un sismo. Sin embargo, se han implementado ordenanzas que buscan legalizar las construcciones informales, exigiendo estudios estructurales para mejorar estas edificaciones y reducir su nivel de vulnerabilidad frente a futuros eventos sísmicos. (GADM Riobamba, 2023)

En Ecuador, las estrategias de respuesta tras un sismo se han enfocado principalmente en la recuperación emergente, la cual se extiende desde el primer día hasta los seis meses posteriores al evento. Sin embargo, este enfoque ha dejado a muchos damnificados sin un hogar permanente, lo que a menudo resulta en asentamientos temporales que exponen a la población a una nueva vulnerabilidad. La propuesta de una metodología para la construcción de viviendas permanentes, basada en criterios obtenidos de experiencias globales en sismos y en el conocimiento de expertos en Riobamba, tiene como objetivo comprender la vulnerabilidad sísmica del cantón y promover una reconstrucción resiliente en las zonas afectadas.

Dentro de la revisión bibliográfica donde se analizó sismos con magnitudes superiores a 6 en la escala de Richter, se identificaron cuatro criterios principales: Políticas Públicas, Técnico, Social y Económico. Estos criterios destacan parámetros cruciales que, aunque lógicos, a menudo no se han considerado adecuadamente en la elaboración de planes de reconstrucción y reubicación y pronta recuperación de la sociedad. El criterio técnico recibió el mayor peso porcentual, dado que engloba aspectos de urbanismo, ingeniería y arquitectura, que son fundamentales para la construcción de viviendas permanentes. Aunque

los criterios de políticas públicas y económico no tuvieron un peso porcentual tan alto en la propuesta metodológica, siguen siendo factores clave para una respuesta eficaz ante catástrofes. Estos criterios proporcionan la base para una actuación rápida, con el objetivo de reducir el tiempo de reacción de las entidades gubernamentales, sin dejar de lado involucrar a los damnificados dentro todo el proceso de reubicación.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones.**

La investigación no corroboró la hipótesis de que, tras un sismo, se implementa un proceso metodológico que involucra la participación activa de los afectados en la toma de decisiones relacionadas con la reubicación y la construcción de sus viviendas. Según la revisión bibliográfica y el análisis realizado con expertos, la normativa vigente no contempla protocolos que faciliten una actuación eficiente basada en la gestión de riesgos, sino que se enfoca en una gestión reactiva, lo cual limita la efectividad de la respuesta post-desastre.

Se han examinado los criterios clave que deben considerarse para reubicar permanentemente a las personas afectadas por un sismo. Las experiencias internacionales han demostrado la importancia del tiempo de respuesta en estos procesos, siendo especialmente relevante involucrar las opiniones de los afectados antes de proceder con la reconstrucción. Los expertos han señalado que es fundamental considerar las normativas que regirán estos cambios, prestando especial atención a la legalidad de la propiedad de los terrenos involucrados.

Asignar una ponderación a cada uno de los criterios establecidos en la propuesta metodológica nos permite identificar qué parámetros deben tener mayor importancia al evaluar las condiciones para la reubicación permanente de los afectados tras un sismo. Entre estos parámetros, se incluye el análisis de si se cumplen o no los requisitos, lo que facilita la toma de decisiones al seleccionar los lugares y la forma de planificación urbana para construcción para las viviendas permanentes.

La aceptación de la propuesta metodológica, basada en los criterios de expertos, muestra variaciones en el aspecto técnico, acorde a la especialidad de cada uno. Sin embargo, los parámetros establecidos son aceptables para la evaluación de una construcción permanente. En cuanto a los aspectos sociales y económicos, basados en el análisis de la microzonificación sísmica de Riobamba, los posibles damnificados indicaron que los parámetros incluidos en la metodología son adecuados y se ajustan a la realidad de la ciudad.

La ciudad de Riobamba carece de una definición clara en su crecimiento urbano, considerando que su expansión ha sido irregular a lo largo de los años. Esto ha dado lugar a un mayor porcentaje de construcciones informales, aumentando así la vulnerabilidad de la ciudad frente a eventos sísmicos.

En el marco de las políticas públicas, la revisión bibliográfica y las reuniones con expertos revelaron una falta de coordinación entre los organismos gubernamentales, tanto a nivel central como local, e incluso con el ámbito académico. Esta falta de coordinación contribuye a una planificación deficiente para enfrentar eventos sísmicos.

## **5.2. Recomendaciones.**

Basado en el estudio realizado en esta investigación, se considera crucial implementar protocolos específicos para la actuación ante un sismo en la ciudad de Riobamba, con un enfoque en las construcciones permanentes. El objetivo es reducir el tiempo entre la emergencia y la respuesta efectiva, mejorando así la gestión de la crisis.

En países como Japón, la educación sobre sismos se considera esencial para la gestión de riesgos y la prevención. Por ello, involucrar a la ciudadanía de Riobamba en programas educativos sobre sismos es crucial para fortalecer la preparación y la respuesta ante posibles eventos sísmicos.

Establecer vínculos entre la academia y las instituciones gubernamentales, tanto locales como centrales, permitiría obtener un mejor entendimiento de la realidad de Riobamba y desarrollar estrategias más efectivas para prepararse ante un evento sísmico de gran magnitud.

Desarrollar e implementar un modelo matemático y probabilístico que permita adaptar la metodología propuesta, con el fin de identificar y evaluar los sitios más adecuados para la construcción de edificaciones permanentes tras un sismo en la ciudad de Riobamba.



## BIBLIOGRÁFIA

- [illegible]

- Costa, C., Audemard, F., & Francisco, B. (2006). An overview of the main quaternary deformation of South America. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 461–479.
- Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). State of the Art of Seismic Vulnerability Studies in Ecuador. *Revista Politecnica*, 50(1), 55–64. <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>
- Davidson, C. H., Johnson, C., Lizarralde, G., Dikmen, N., & Sliwinski, A. (2007). Truths and myths about community participation in post-disaster housing projects. *Habitat International*, 31(1), 100–115. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2006.08.003>
- Espinoza, E., & Guncay, J. (2017). *1. Metodología de evaluación de prototipos de vivienda temporal post desastres*.
- GADM Riobamba. (2023). *Ordenanza de reconocimiento de edificaciones no autorizadas en las zonas urbanas, urbano parroquiales y de expansión urbana del cantón Riobamba dentro de un régimen transitorio y excepcional*.
- Geoportal. (n.d.). Retrieved February 20, 2024, from <https://geo.cepal.org/censo-ecuador/>
- Guido, A., & Almeida, E. M. (2020). *Acuerdo ministerial Nro017-20*.
- Hadafi, F. (2010). *Temporary housing respond to disasters in developing countries-Case study: Iran-Ardabil and Lorestan Province Earthquakes*. <https://www.researchgate.net/publication/283156390>
- Hendriks, E., & Opdyke, A. (2022). The influence of technical assistance and funding on perceptions of post-disaster housing safety after the 2015 Gorkha earthquakes in Nepal. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102906>
- Johnson, C., Lizarralde, G., & Davidson, C. H. (2006). A systems view of temporary housing projects in post-disaster reconstruction. *Construction Management and Economics*, 24(4), 367–378. <https://doi.org/10.1080/01446190600567977>
- Lavenu, A. (2006). Neotectónica de los andes entre 1°n y 47°s (Ecuador, Bolivia y Chile): una revisión. *Revista de La Asociación Geológica Argentina*, 504–524.
- López Oñate, M. (2020). *Análisis histórico del reasentamiento de la población del cantón Pelileo después del terremoto del 5 de agosto de 1949*.
- Maldonado Ordoñez, J. D., Noboa Maldonado, J. S., Parra Urgiles, D. D. R., Sánchez Almache, L. M., Reyes Ramírez, P. D., Duy Arias, J. L., Torres Cobos, J. C., Narváez, T., Contreras, C., & Pintado, J. (n.d.). *Seismic Vulnerability Due to Construction Defects You may also like Microzonification of Floor with Sliding in Nulti Parish Calculation of Collectors for Social Housing in Different Climate Floors of Ecuador*

- Analysis Methodology to Mitigate the Urban Heat Island Effect in the City of Cuenca with Emphasis on Concrete Pavements Seismic Vulnerability Due to Construction Defects.* <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1203/3/032125>
- Martí Buigues, L. (2018). *A contrareloj arquitectura de emergencia realizada como solución al terremoto de Ecuador acontecido en 2016.*
- Molerio León, L. (2018). Gestión de recursos hidráulicos bajo riesgo de terremotos en Ecuador: 1. Sismotectónica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 3–17.
- Mora Hidalgo, S. (n.d.). *Espectros de diseño locales para la ciudad de Riobamba a partir de mediciones de vibración ambiental.*
- Muy Cabrera, N., Barahona Fredy, & Barrera, O. (2020). La modulación matemática en la forma urbana del cantón Riobamba (Ecuador). *SAN GREGORIO.* <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1529>
- Orcés, O. (2019). *Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019 - 2030.*
- Rafieian, M., & Asgary, A. (2013). Impacts of temporary housing on housing reconstruction after the Bam earthquake. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 22(1), 63–74. <https://doi.org/10.1108/09653561311301989>
- Raikes, J., Smith, T. F., Jacobson, C., & Baldwin, C. (2019). Pre-disaster planning and preparedness for floods and droughts: A systematic review. In *International Journal of Disaster Risk Reduction* (Vol. 38). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101207>
- Ramirez, J. E. (n.d.). *El gran terremoto.* 129–139.
- Ríos Chávez, A. (2023). *Las regulaciones urbanísticas del GAD Cantonal de Riobamba y las construcciones informales.*
- Rivadeneria, G., & Rivas, L. (n.d.). *Ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo.* Retrieved July 9, 2024, from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Registro-Oficial.pdf>
- Seguí, P. (n.d.). *Qué es la resiliencia y el concepto de adaptar ciudades.* Retrieved August 18, 2024, from [https://ovacen.com/resiliencia-y-el-concepto-de-adaptacion/#google\\_vignette](https://ovacen.com/resiliencia-y-el-concepto-de-adaptacion/#google_vignette)
- Udías, A. (1998). Introducción: sismicidad y sismotectónica de América Central y del Sur. *Física de La Tierra*, 11–17.
- Yanza, M. P., & Aroca, G. B. (2021). Factores geodinámicos de la falla geológica Pallatanga-Riobamba y su influencia en la vulnerabilidad del área urbana de la

parroquia Santiago-provincia Bolívar, Ecuador. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(3), 41. <https://doi.org/10.24133/rcsd.V4N3.2019.09>

Yuan, M., Xiao, Y., Yang, Y., & Liu, C. (2023). Coupling coordination analysis of the economy-ecology-society complex systems in China's Wenchuan earthquake disaster area. *Ecological Indicators*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111145>