



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTERACTIVO  
DIGITAL Y FÍSICO PARA EDUCAR A LA POBLACIÓN DE  
RIOBAMBA SOBRE RIESGOS EMINENTES.”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTO TÉCNICO**

**Para optar el Grado Académico de:**

**INGENIERO EN DISEÑO GRÁFICO**

**AUTOR: GEOVANNY GUILLERMO PEÑAFIEL TIXI**

**TUTORA: ING. DIANA ELIZABETH OLMEDO VIZUETA, PHD.**

Riobamba – Ecuador

2018

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El proyecto técnico: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTERACTIVO DIGITAL Y FÍSICO PARA EDUCAR A LA POBLACIÓN DE RIOBAMBA SOBRE RIESGOS EMINENTES, de responsabilidad del señor Geovanny Guillermo Peñafiel Tixi, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

**Dr. Julio Santillán**

**VICEDECANO**

\_\_\_\_\_

**Ing. Ramiro Santos**

**DIRECTOR DE ESCUELA**

**DE DISEÑO GRÁFICO**

\_\_\_\_\_

**Ing. Diana Olmedo**

**DIRECTOR DE TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

**Licdo. Edison Martínez**

**MIEMBRO DEL TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

**Dis. Mónica Sandoval**

**DELEGADO DEL**

**VICEDECANATO**

\_\_\_\_\_

Yo, Geovanny Guillermo Peñafiel Tixi soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente trabajo y el Patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Geovanny Guillermo Peñafiel Tixi

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, por haberme dado la vida y brindado la posibilidad de estudiar permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi formación logrando a si mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mis profesores por ser los pilares de mi formación y enseñarme como mejorar en los aspectos tanto personales como profesionales sin importar nuestras diferencias de opinión. A mi hermana por ser un ejemplo a seguir y apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, a mis compañeros por brindarme una mano en los momentos de realizar el presente proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente Trabajo de Titulación primeramente me gustaría agradecer a mi familia por ser un apoyo incondicional para realizar mi sueño de graduarme de la Facultad de Diseño Gráfico.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y ser profesional.

A la Tutora, Ing. Diana Elizabeth Olmedo Vizuela, Ph.D., por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación me guiado a través del desarrollo del proyecto logrando así que pueda terminar mis estudios con éxito.

De igual manera agradezco a mi Director de tesis, Edison Fernando Martínez Espinosa por su visión crítica de muchos aspectos brindándome un punto de vista diferente, por su rectitud en su Profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e profesional.

Por último, agradezco a las personas que se vieron involucradas en el desarrollo del proyecto, Lic. Víctor Fernando Proaño, Ing. Alan Marcelo Tierra, Ing. Amarilis Lluma Noboa e Ing. Daniela Paredes Velastegui por brindarme un apoyo y consejos durante el transcurso del proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>1</b> <b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b> <b>Sistema Interactivo.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1</b> <b><i>Interacción Persona- Ordenador (IPO)</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2</b> <b><i>Modalidad de interacción</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.3</b> <b><i>Interfaz del usuario</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.4</b> <b><i>Sistemas de ordenador interactivos</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.5</b> <b><i>Realidad Virtual</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.6</b> <b><i>Realidad Aumentada</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2</b> <b>Maquetas o Modelos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1</b> <b><i>Antecedentes históricos</i>.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2</b> <b><i>Métodos de Maquetas</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.3</b> <b><i>Tipología</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.4</b> <b><i>Materiales</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.5</b> <b><i>La ciudad a escala</i>.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3</b> <b>Material Pedagógico.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3.1</b> <b><i>Funciones del material Pedagógico</i>.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2</b> <b><i>Tipos de Material pedagógico</i>.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.3</b> <b><i>Modelos Curriculares</i>.....</b>	<b>27</b>
<b>1.4</b> <b>Cantón Riobamba.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.1</b> <b><i>Demografía</i>.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.2</b> <b><i>Amenazas o Riesgos</i>.....</b>	<b>29</b>
<b>1.4.3</b> <b><i>Vulnerabilidad</i>.....</b>	<b>30</b>
<b>1.4.4</b> <b><i>Situación actual</i>.....</b>	<b>30</b>

## CAPITULO II

<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1</b>	<b>Alcance.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2</b>	<b>Metodología De La Investigación.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Método Sintético.....</i></b>	<b>33</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Método Experimental.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.3</b>	<b>Técnicas de investigación.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4</b>	<b>Metodología Para El Diseño De Maquetas.....</b>	<b>34</b>

## CAPITULO III

<b>3</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1</b>	<b>Conceptualización.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2</b>	<b>Especificaciones técnicas.....</b>	<b>39</b>
<b>3.3</b>	<b>Planificación.....</b>	<b>40</b>
<b>3.4</b>	<b>Posibles riesgos.....</b>	<b>40</b>
<b>3.5</b>	<b>Descripción.....</b>	<b>45</b>
<b>3.6</b>	<b>Diseño de Maqueta.....</b>	<b>46</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>Base y Terreno.....</i></b>	<b>46</b>
<b>3.6.2</b>	<b><i>Edificaciones.....</i></b>	<b>47</b>
<b>3.6.3</b>	<b><i>Lineamientos del sistema de señales eléctricas.....</i></b>	<b>49</b>
<b>3.6.4</b>	<b><i>Cubierta.....</i></b>	<b>50</b>
<b>3.6.5</b>	<b><i>Ensamblaje de la maqueta.....</i></b>	<b>51</b>
<b>3.6.6</b>	<b><i>Lineamientos del sistema de comunicaciones.....</i></b>	<b>52</b>
<b>3.6.7</b>	<b><i>Lineamientos del sistema de alimentación.....</i></b>	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>Diseño del Modelado 3D.....</b>	<b>52</b>
<b>3.7.1</b>	<b><i>Modelado de Estructura.....</i></b>	<b>52</b>
<b>3.7.2</b>	<b><i>Puertas y ventanas.....</i></b>	<b>53</b>
<b>3.7.3</b>	<b><i>Cubiertas.....</i></b>	<b>54</b>
<b>3.7.4</b>	<b><i>Textura.....</i></b>	<b>55</b>
<b>3.7.5</b>	<b><i>Animación.....</i></b>	<b>56</b>
<b>3.7.6</b>	<b><i>Lighting.....</i></b>	<b>60</b>
<b>3.7.7</b>	<b><i>Render.....</i></b>	<b>62</b>
<b>3.7.8</b>	<b><i>Edición.....</i></b>	<b>65</b>
<b>3.8</b>	<b>Aplicación de Realidad Virtual.....</b>	<b>71</b>

<b>3.9</b>	<b>Aplicación de Realidad aumentada.....</b>	<b>77</b>
<b>3.9.1</b>	<b><i>Diseño de logotipo</i> .....</b>	<b>77</b>
<b>3.9.2</b>	<b><i>Imagen del proyecto</i> .....</b>	<b>78</b>
<b>3.9.3</b>	<b><i>Construcción de Aplicación</i>.....</b>	<b>84</b>
<b>3.10</b>	<b>Manual de Maqueta.....</b>	<b>86</b>
<b>3.10.1</b>	<b><i>Boceto/ Borrador</i>.....</b>	<b>86</b>
<b>3.10.2</b>	<b><i>Formato</i>.....</b>	<b>87</b>
<b>3.10.3</b>	<b><i>Cromática</i>.....</b>	<b>87</b>
<b>3.10.4</b>	<b><i>Fuente tipográfica</i>.....</b>	<b>87</b>
<b>3.10.5</b>	<b><i>Diseño de infografía</i>.....</b>	<b>88</b>
<b>3.11</b>	<b>Aplicación de sistema interactivo.....</b>	<b>89</b>
<b>3.12</b>	<b>Validación de sistema interactivo.....</b>	<b>94</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1</b>	Los dispositivos sensoriales.....	<b>12</b>
<b>Tabla 2-1</b>	Cronología de Amenazas y Riesgos.....	<b>29</b>
<b>Tabla 3-1</b>	Zonas de vulnerabilidad del Cantón Riobamba.....	<b>32</b>
<b>Tabla 1-3</b>	Herramientas de desarrollo.....	<b>39</b>
<b>Tabla 2-3</b>	Análisis de Riesgos.....	<b>40</b>
<b>Tabla 3-3</b>	Determinación de la Prioridad del riesgo.....	<b>41</b>
<b>Tabla 4-3</b>	Hoja de gestión de Riesgo R06.....	<b>41</b>
<b>Tabla 5-3</b>	Hoja de gestión de Riesgo R04.....	<b>42</b>
<b>Tabla 6-3</b>	Hoja de Gestión de Riesgo R02.....	<b>43</b>
<b>Tabla 7-3</b>	Hoja de Gestión de Riesgo R01.....	<b>43</b>
<b>Tabla 8-3</b>	Hoja de Gestión de Riesgo R03.....	<b>44</b>
<b>Tabla 9-3</b>	Hoja de Gestión de Riesgo R05.....	<b>45</b>
<b>Tabla 10-3</b>	Dimensiones Antropométricas.....	<b>47</b>
<b>Tabla 11-3</b>	Calculo de instalaciones eléctricas.....	<b>49</b>
<b>Tabla 12-3</b>	Género de usuarios del Sistema Interactivo.....	<b>95</b>
<b>Tabla 13-3</b>	Edad de usuarios del Sistema Interactivo.....	<b>95</b>
<b>Tabla 14-3</b>	Amenazas y riesgos que se pueden producir en el Cantón de Riobamba.....	<b>96</b>
<b>Tabla 15-3</b>	Áreas seguras del Centro Histórico de Riobamba.....	<b>97</b>
<b>Tabla 16-3</b>	Cromática del Sistema Interactivo.....	<b>98</b>
<b>Tabla 17-3</b>	Ruta de Escape.....	<b>99</b>
<b>Tabla 18-3</b>	Información post el proyecto.....	<b>100</b>
<b>Tabla 19-3</b>	Acciones durante un terremoto.....	<b>101</b>
<b>Tabla 20-3</b>	Edificios posiblemente colapsados en situación de riesgo...	<b>102</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráficos 1-3</b>	Grado de aprendizaje del Sistema Interactiva.....	<b>92</b>
<b>Gráficos 2-3</b>	Funcionalidad del Sistema Interactiva.....	<b>93</b>
<b>Gráficos 3-3</b>	Satisfacción del Sistema Interactiva.....	<b>94</b>
<b>Gráficos 4-3</b>	Género de usuarios del Sistema Interactivo.....	<b>95</b>
<b>Gráficos 5-3</b>	Edad de usuarios del Sistema Interactivo.....	<b>96</b>
<b>Gráficos 6-3</b>	Amenazas y riesgos se pueden producir en el Cantón de Riobamba.....	<b>97</b>
<b>Gráficos 7-3</b>	Áreas seguras del Centro Histórico de Riobamba.....	<b>98</b>
<b>Gráficos 8-3</b>	Cromática del Sistema Interactivo.....	<b>99</b>
<b>Gráficos 9-3</b>	Ruta de Escape.....	<b>100</b>
<b>Gráficos 10-3</b>	Información post el proyecto.....	<b>101</b>
<b>Gráficos 11-3</b>	Acciones durante Terremoto.....	<b>102</b>
<b>Gráficos 12-3</b>	Edificios posiblemente colapsados en situación de riesgo.....	<b>103</b>

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1-1</b>	Interacción entre Disciplinas.....	<b>5</b>
<b>Figura 2-1</b>	Interacción Persona- Ordenador como Ingeniería.....	<b>6</b>
<b>Figura 3-1</b>	Esquema del concepto de Realidad Aumentada.....	<b>13</b>
<b>Figura 4-1</b>	Técnica de Edge matching.....	<b>15</b>
<b>Figura 5-1</b>	Casa de almas de la cultura minoica.....	<b>18</b>
<b>Figura 6-1</b>	Fragmentos de la Forma Urbis Severiana.....	<b>25</b>
<b>Figura 7-1</b>	Amenaza de movimiento de masa.....	<b>31</b>
<b>Figura 1-3</b>	Diagrama de Maqueta.....	<b>46</b>
<b>Figura 2-3</b>	Modelo de impresión.....	<b>48</b>
<b>Figura 3-3</b>	Corte y grabado láser.....	<b>48</b>
<b>Figura 4-3</b>	Colocación de los Leds.....	<b>50</b>
<b>Figura 5-3</b>	Cubiertas de Maquetas.....	<b>51</b>
<b>Figura 6-3</b>	Maqueta Armada.....	<b>51</b>
<b>Figura 7-3</b>	Estructuras de viviendas.....	<b>53</b>
<b>Figura 8-3</b>	Estructura aledañas al Parque Maldonado y Parque Sucre.....	<b>53</b>
<b>Figura 9-3</b>	Puertas y ventanas de estructura aledañas al Parque Maldonado.....	<b>54</b>
<b>Figura 10-3</b>	Puertas y ventanas de viviendas.....	<b>54</b>
<b>Figura 11-3</b>	Colegio Pedro Vicente Maldonado y Empresa Eléctrica.....	<b>55</b>
<b>Figura 12-3</b>	Edificios aledaños al Parque Maldonado.....	<b>55</b>
<b>Figura 13-3</b>	Textura del área 3.....	<b>56</b>
<b>Figura 14-3</b>	Textura del área 6.....	<b>56</b>
<b>Figura 15-3</b>	Edificios de la zona vulnerable.....	<b>57</b>
<b>Figura 16-3</b>	Parámetros de exportación.....	<b>57</b>
<b>Figura 17-3</b>	Parámetros de Cell fracture.....	<b>58</b>
<b>Figura 18-3</b>	Edificios fragmentados.....	<b>59</b>
<b>Figura 19-3</b>	Parámetros de objetos 3D.....	<b>59</b>
<b>Figura 20-3</b>	Animación del derrumbe.....	<b>60</b>
<b>Figura 21-3</b>	Parámetros de lamp Sun.....	<b>61</b>
<b>Figura 22-3</b>	Parámetros de luz de relleno.....	<b>61</b>
<b>Figura 23-3</b>	Parámetros de luz trasera.....	<b>62</b>
<b>Figura 24-3</b>	Toma de cámara cenital.....	<b>62</b>
<b>Figura 25-3</b>	Toma de cámara picada.....	<b>63</b>
<b>Figura 26-3</b>	Toma de cámara normal.....	<b>63</b>

<b>Figura 27-3</b>	Toma de cámara travelling circular.....	<b>64</b>
<b>Figura 28-3</b>	Parámetros de renderizado.....	<b>65</b>
<b>Figura 29-3</b>	Imágenes de renderizado.....	<b>65</b>
<b>Figura 30-3</b>	Parámetros de duración.....	<b>66</b>
<b>Figura 31-3</b>	Línea de fotogramas.....	<b>66</b>
<b>Figura 32-3</b>	Formato de exportación.....	<b>67</b>
<b>Figura 33-3</b>	Elementos importados a after effects.....	<b>67</b>
<b>Figura 34-3</b>	Incorporación de elementos.....	<b>68</b>
<b>Figura 35-3</b>	Valores de Smoke.....	<b>68</b>
<b>Figura 36-3</b>	Animación de Smoke.....	<b>69</b>
<b>Figura 37-3</b>	Animación de humareda.....	<b>69</b>
<b>Figura 38-3</b>	Escena con efectos.....	<b>70</b>
<b>Figura 39-3</b>	Formato de video.....	<b>70</b>
<b>Figura 40-3</b>	Exportación de archivos 3d.....	<b>71</b>
<b>Figura 41-3</b>	Assets de Cardboard.....	<b>72</b>
<b>Figura 42-3</b>	Importación de archivos en unity.....	<b>72</b>
<b>Figura 43-3</b>	Incorporación de la escena.....	<b>73</b>
<b>Figura 44-3</b>	Particle System.....	<b>73</b>
<b>Figura 45-3</b>	Incorporación de efectos a unity.....	<b>74</b>
<b>Figura 46-3</b>	Modificación de Cámara.....	<b>74</b>
<b>Figura 47-3</b>	Código Autowalk.....	<b>75</b>
<b>Figura 48-3</b>	Configuración de Autowalk.....	<b>75</b>
<b>Figura 49-3</b>	Configuración de orientación.....	<b>76</b>
<b>Figura 50-3</b>	Pruebas de RV.....	<b>76</b>
<b>Figura 51-3</b>	Desarrollo de branding.....	<b>77</b>
<b>Figura 52-3</b>	Gama cromática de branding.....	<b>78</b>
<b>Figura 53-3</b>	Página de inicio de la Aplicación.....	<b>79</b>
<b>Figura 54-3</b>	Scripts de Menú.....	<b>79</b>
<b>Figura 55-3</b>	Librería de vuforia.....	<b>80</b>
<b>Figura 56-3</b>	Marcador de la Mz. 79.....	<b>80</b>
<b>Figura 57-3</b>	Creación de target manger.....	<b>81</b>
<b>Figura 58-3</b>	Subida de los archivos de fotografías.....	<b>82</b>
<b>Figura 59-3</b>	Importación de ImagenTargetTexture.....	<b>82</b>
<b>Figura 60-3</b>	Colocación de elementos de RA.....	<b>82</b>
<b>Figura 61-3</b>	Licencia de Vuforia.....	<b>83</b>
<b>Figura 62-3</b>	Ventana de Información.....	<b>83</b>

<b>Figura 63-3</b>	Complementos SDK, JDH y NDK.....	<b>84</b>
<b>Figura 64-3</b>	Estructura de la Aplicación.....	<b>85</b>
<b>Figura 65-3</b>	Player Settings .....	<b>85</b>
<b>Figura 66-3</b>	Pruebas de RA .....	<b>85</b>
<b>Figura 67-3</b>	Boceto de infografía .....	<b>87</b>
<b>Figura 68-3</b>	Infografía.....	<b>88</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A** Planificación del sistema
- Anexo B** Estándar de codificación
- Anexo C** Diseño de la base de datos
- Anexo D** Funcionamiento de Maqueta
- Anexo E** Funcionamiento de RV
- Anexo F** Funcionamiento de RA
- Anexo G** Cuestionario para voluntarios
- Anexo G** Cuestionario online para voluntarios

## RESUMEN

El objetivo del presente Trabajo de Titulación fue la creación de un Sistema Interactivo Físico y Digital el cual permite educar a la población de la ciudad de Riobamba sobre los riesgos eminentes. Se emplearon diferentes herramientas didácticas educativas, tales como, la elaboración de una maqueta física con ilustraciones de vectores, grabados a láser y elementos electrónicos los cuales permiten dar la información visual sobre la composición de riesgo de los edificios con respecto al Centro Histórico y una maqueta digital, para la cual se utilizaron los software Architecture, 3DMax y Blender para la creación de gráficos tridimensionales, permitiendo la simulación sobre los hechos que hipotéticamente ocurrirían en un evento de terremoto. Se realizaron aplicaciones de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA), para lo cual se usó el software Unity. La realidad virtual permite a los usuarios observar una ciudad colapsada después de una situación de riesgo y mediante la Realidad Aumentada (RA), los usuarios pueden encontrar información precisa acerca de los daños en una situación de riesgo. Se realizó la validación del presente trabajo, después de haber sido presentado en diferentes eventos como son el Hábitat III y la Quinta Macají, de lo cual se obtuvo la aceptación favorable de los usuarios quienes consideraron al Sistema Interactivo Físico y Digital un efectivo método de aprendizaje. El desarrollo e implementación del sistema prevé una interacción con el usuario dándole diferentes formas de asimilar la información siendo un proceso híbrido de aprendizaje. Se pudo concluir que el Sistema Interactivo Físico y Digital generó resultados alentadores con respecto a la asimilación de conocimiento sobre la situación de riesgos de la ciudad de Riobamba. Se recomienda el uso no prolongado de la herramienta de Realidad Virtual debido a los efectos negativos que puede causar en el ser humano.

**PALABRAS CLAVES:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <DISEÑO GRÁFICO>, <RIOBAMBA (PROVINCIA)>, <SITUACIÓN DE RIESGO>, <REALIDAD AUMENTADA>, <REALIDAD VIRTUAL>, <MATERIAL PEDAGÓGICO>, <MODELADO TRIDIMENSIONAL>

## SUMMARY

The creation of an Interactive Physical and Digital System that allows educating the population of the city of Riobamba about the eminent risks is the objective of the present titling project. Different educational digital teaching tools were used such as; the elaboration of a physical model with illustrations of vectors engraved with laser and electronic elements that allow to give the visual information on the composition of building risk with respect to the Historical Center and a digital model, for which the software Architectures: 3DMax and Blender were used for the creation of three-dimensional graphics, allowing the simulation on the facts that hypothetically occur in an earthquake event. Applications of Virtual Reality (VR) and Increasing Reality (IR) were made, for which the Unity software was used. Virtual Reality allows users to observe a collapsed city after a risk situation and through Increasing Reality; users can find accurate information about the damages of a risk situation. The validation of the present work was carried out after having been presented in different events such as Habitat III and la Quinta Macaji from which the favorable acceptance of the users who considered de Interactive Physical and Digital System as an effective learning model. It was concluded that the Digital Interactive Physical System generates encouraging results regarding the assimilation of knowledge about the risk situation of Riobamba. Non-prolonged use of the virtual reality tool is recommended due to the negative effects it can cause on the human being.

**Keywords:** <TECHNOLOGY AND SCIENCES OF ENGINEERING>, <GRAPHIC DESIGN>, <RIOBAMBA (CANTON)>, <RISK SITUATION>, <INCREASED REALITY>, <VIRTUAL REALITY>, <PEDAGOGICAL MATERIAL>, <TRIDIMENSIONAL MODELING>.



## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el aprendizaje por parte de los estudiantes era de manera teórica lo que eventualmente provocaba deficiencia en la práctica y un mínimo interés de los mismos, así surgió la necesidad de complementar la enseñanza tradicional con Sistemas Interactivos con el fin de aminorar la deficiencia en el aprendizaje y aportar en las actividades de formación académica. Dichos Sistemas Interactivos implementan la fusión entre medios informáticos donde el usuario es quién determina el transcurso de la acción. (Granollers, et al., 2005: pp. 28)

Los avances tecnológicos y la facilidad de implementación han brindado la posibilidad de que los Sistemas Interactivos sean aplicados en diferentes partes del mundo y en diferentes contextos, extendiéndose en todas las actividades de enseñanza y aprendizaje. Un claro ejemplo de este tipo de tecnologías son las denominadas: Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA), las cuales se originaron en el año 1990. Se ha demostrado que las mismas poseen un gran potencial en la enseñanza, capaz de generar nuevos comportamientos y así exponer posibilidades para crear, diseñar e implementar proyectos de enseñanza y aprendizaje sin límite de áreas de interés actual. (Pérez, 2011: pp. 5)

Una aplicación de ello es el Museo de las Ciencias y el Cosmo de Tenerife en donde se presenta material pedagógico con Sistemas Interactivos. Este consiste en demostraciones didácticas con la ayuda de módulos interactivos los cuales realizan ejemplificaciones de diferente índole hacia el público, como por ejemplo los temas de medioambiente, explorando el sistema solar, meteorología entre otros. (Aznar Cuadrado & Soto Carballo, 2010; Paniagua, 2010; Stengler & Varela Calvo, 2004).

Por otra parte, la incorporación de maquetas en el campo educativo ha sido considerada en los últimos tiempos como un medio efectivo de representación en diferentes áreas académicas. Gracias a los avances tecnológicos, ahora es posible enlazar dichas maquetas con los Sistemas Interactivos mencionados anteriormente, planteando así la premisa de fusionar concepto y demostración. (Tobergte & Curtis, 2013).

Este tipo de maquetas pueden ser realizadas tanto de la forma tradicional como digital, ayudadas de las tecnologías. Esto se demuestra en el proyecto presentado por Arroyo, J. y Chiarella, M. (2005), quienes concluyeron en dicho proyecto de estrategias pedagógicas y modelos virtuales de

fragmentos urbanos que las maquetas son una valiosa estrategia pedagógica que ofrece resultados favorables en la enseñanza de áreas de emplazamiento, implantación y estructuración espacial. Debido a la complementación existente entre los métodos tradicionales y las técnicas de modelado virtual ya que incentivan a los estudiantes y promueven el trabajo dinámico grupal y una participación activa.

Por otro lado, y en base a los eventos naturales ocurridos en el país en los últimos años, se puede afirmar que los riesgos eminentes en la provincia son un tema de importante en el cual se debe enfocar estrategias lúdicas de enseñanza y concientización dirigidas a la población. De hecho, el Ingeniero Napoleón Cadena Oleas, alcalde de Riobamba, declaró en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial, que la ciudad es vulnerable a varios riesgos y amenazas como son: inundaciones, vientos, movimientos de masa, deforestación, erosión y amenaza volcánica. (Cadena, 2015). En un análisis histórico sobre las amenazas que ha sufrido la ciudad de Riobamba se puede destacar los terremotos en los años 1645, 1698 y 1797, las erupciones del volcán Tungurahua 1773, 1999, 2006 y 2010. Entorno a estos eventos la secretaria de gestión de riego ha intentado concientizar a los ciudadanos sin tener los resultados esperados. (Cadena, 2015).

De acuerdo a esta necesidad apremiante de concientizar a la ciudadanía riobambeña sobre estos temas, y con el soporte de la tecnología antes descrita, se ha planteado el presente trabajo de titulación, el mismo que pretende ser una herramienta de apoyo en la enseñanza de temas de riesgos eminentes en la ciudad de Riobamba, facilitando la comprensión y la retención de los conocimientos en cuanto a estos temas de interés actual.

El presente proyecto consta de una maqueta interactiva la cual es una réplica del Centro Histórico de Riobamba (36 manzanas). Esta maqueta está formada por un cuadro de mando electrónico, el mismo que permite transmitir órdenes del usuario hacia la maqueta gracias a los dispositivos integrados tales como: pantallas, indicadores luminosos, altavoces, etc. En dicha maqueta se puede apreciar la simulación real a escala de un posible evento sísmico indicando mediante luces de colores cuáles serían los sectores de mayor riesgo en caso de desarrollarse un evento similar en la vida real. En la maqueta se activa, además, un sistema de alarmas y señala cuáles serían las vías de evacuación recomendadas. El proceso se complementa con información digital sobre los temas de riesgo y sismicidad de la ciudad, presentada al usuario a través de una escena en Realidad Virtual sobre la simulación de un sismo que evidencia la destrucción del Centro Histórico. Finalmente, el Sistema Interactivo se completa con una aplicación de Realidad Aumentada que presenta información adicional sobre las características de cada edificación presente en la maqueta.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un Sistema Interactivo digital y físico para educar a la población de Riobamba sobre los riesgos eminentes

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la situación de amenazas y riesgos en la ciudad de Riobamba.
2. Proponer un estándar de ergonomía para la construcción de maquetas interactivas.
3. Analizar la metodología a implementarse en la utilización del Sistema Interactivo como material pedagógico en el área de riesgos.
4. Estudiar modelos de integración e interacción entre un sistema digital y físico recreando un prototipo del Centro Histórico de la ciudad de Riobamba.
5. Realizar un manual de presentación de la maqueta interactiva.
6. Implementar un sistema de RA para ampliar la interacción del usuario con la maqueta sobre temas de Riesgos que enfrenta la ciudad de Riobamba.

## CAPITULO I:

### 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Se detalla toda la información recopilada durante el diseño e implementación de un Sistema Interactivo digital y físico sobre riesgos eminentes, con el fin de educar a la población de Riobamba, para saber cómo actuar correctamente ante dichas situaciones de desastres.

Los temas a tratar en este capítulo son los Sistemas Interactivos, interacción hombre dispositivos, Realidad Virtual (RV), Realidad Aumentada (RA), maquetas, modelos, modelos 3D, recursos didácticos, Riobamba, riesgos eminentes y vulnerabilidad. Todos estos argumentos serán la base de conocimiento, facilitando el aprendizaje y demostrando como la tecnología puede ayudar a mejorar las actividades educativas.

#### 1.1 Sistema Interactivo

Desde la aparición de la primera computadora en los años 1936 se consideran Sistemas Interactivos a todas las herramientas y sistemas que ayuden al proceso de comunicación entre hombre – máquina, y cuyas operaciones pretenden el intercambio de mensajes. Han sido diseñados para la interacción entre personas y ordenadores en el cumplimiento de tareas preestablecidas. Fueron restringidos por el hardware pero gracias al avance de la tecnología, ha generado la innovación en el diseño de dichos sistemas debido a la aparición de la realidad virtual y aumentada (Dix, 1991, pp. 2-3; Gilroy & Harrison, 2006, pp. 1-5)

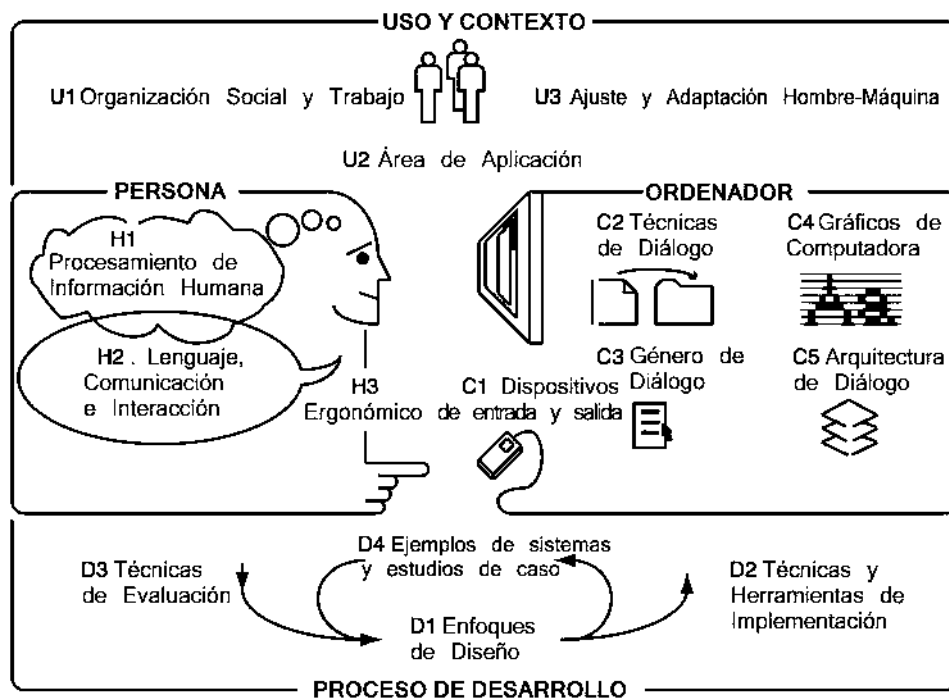
##### 1.1.1 Interacción Persona- Ordenador (IPO)

En el Diccionario de la RAE (2016), se define a persona como un individuo de la especie humana, mientras que un ordenador se define como una computadora electrónica. La interacción persona-ordenador (IPO) también conocido como human- computer interaction (HCI) o computer-human interaction (CHI) es la que vincula al hombre con cualquier dispositivo electrónico mediante hardware y software.

Este tipo de interacción ha sido definido por la Asociación de Maquinaria de Computación (ACM) (González, 2013), como:

“La disciplina relacionada con el diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionada” (Granollers, et al., 2005: pp.28)

Comprendida como una disciplina, la interacción persona- ordenador no está limitada a número de integrantes, por lo cual una o más personas pueden interactuar con un ordenador o viceversa. En este proceso, están involucradas otras disciplinas como la psicología, ergonomía, etnografía, sociología, ingeniería en software, programación, diseño, etc. (Granollers, et al., 2005: pp. 30-47)



**Figura 1-1.** Interacción entre Disciplinas

Fuente: Realizado por: González, L (2013)

### 1.1.1.1 Interacción Persona- Ordenador como disciplina heurística

La IPO es vista como una disciplina heurística, basada en la resolución de problemas de una manera aplicativa práctica, de forma implícita e informal, siendo formulados e implementados heurísticos mediante la utilización de números y variables. Considerada por algunos investigadores como una forma ineficaz por la dificultad de la integración entre los factores humanos, la programación y la heurística por el principio de la analogía y reducción. Además, el principal problema es la falta de comprobación y que garantice los resultados deseados. (Gilligan e Long, 1984: pp. 41-47, Junqueira, 1995: pp. 25)

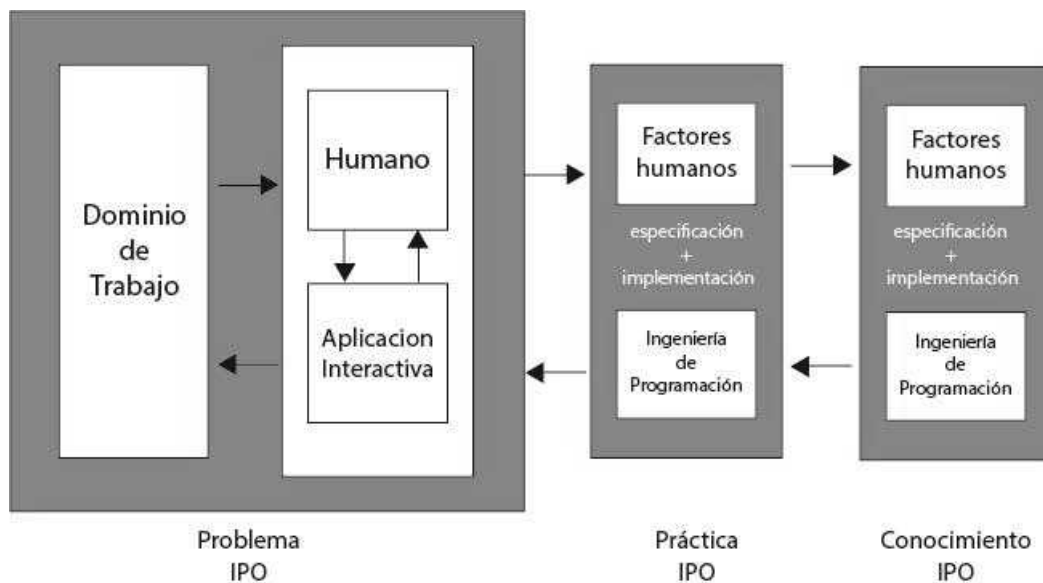
### 1.1.1.2 Interacción Persona- Ordenador como disciplina científica

La IPO considerada como disciplina científica, se maneja los conocimientos científicos entre los que tenemos teorías, modelos, leyes, axiomas, hipótesis, etc., presentándose de una forma explícita y formal, permitiendo ser probado o refutado con la ayuda de directivas implementación-evaluación-iteración, teniendo la limitación de su aplicabilidad como disciplina. (Junqueira, 1995: pp. 25- 26)

### 1.1.1.3 Interacción Persona- Ordenador como disciplina de ingeniería

La IPO regida por los principios de ingeniería formal y operativa, aborda la resolución de sus problemas, sistemas de diseño y construcción, las especificaciones de rendimiento antes de las implementaciones que realizan, en este proceso los factores humanos tratan la implementación de modelos sobre el comportamiento humano y la programación, encargándose de la especificación y la aplicación del sistema informático.

La figura 1-2 describir como es la interacción persona- ordenador. (Junqueira, 1995: pp. 26- 29, Ribeiro, 2008: pp. 9-14).



**Figura 2-1.** Interacción Persona- Ordenador como Ingeniería

Fuente: Fernando M., Junqueira M. (1995)

Junqueira plantea que la creación de Sistemas Interactivos está compuesta por la interfaz del usuario y la aplicación brinda al mismo, técnicas de prototipo, diseño e iterativo, presentando una metodología y modelos en la realización de proyectos de IPO siendo válidos en la actualidad (Junqueira, 1995: pp. 29-31).

### ***1.1.2 Modalidad de interacción***

El avance ocurrido en las últimas décadas ha brindado a los Sistemas Interactivos la posibilidad de vincular diferentes formas como gestos, señales, sonido, gráficos y códigos, dando la capacidad de extender los modelos de sistemas informáticos permitiendo comunicarse de diferentes maneras. (Nigay & Gray, 2006: pp. 1)

#### ***1.1.2.1 Interacciones Recientes***

La incorporación de redes inalámbricas y microprocesadores en la actualidad ha brindado la posibilidad de la interacción entre el hombre y el mundo digital en todo momento, incluyendo a los teléfonos celulares, computadoras móviles, computadoras omnipresentes, interfaces tangibles e interfaces incorporadas permitiendo a los usuarios las interacciones en modalidades explícitas (modalidades activas) e implícitas (modalidades pasivas). (Nigay & Gray, 2006: pp. 1)

En la actualidad, la creación de la interacción multimodal definida como una nueva modalidad basándose en la manipulación física, muestra la información mediante computadoras conectadas a la red, permitiendo la comunicación en cualquier lapso de tiempo (Nigay & Gray, 2006: pp. 1)

#### ***1.1.2.2 Modalidad Activa/ Pasiva***

La modalidad activa es la interacción directa entre el usuario con el ordenador permitiendo enviar señales que pueda interpretar la máquina, mientras que la modalidad pasiva reconoce información expresada por el usuario siendo usada para mejorar la experiencia de usuario. Nigay y Gray (2006: pp. 1-2) propusieron la fusión de las mismas dando como resultado las modalidades activas aumentadas por modalidades pasivas para la creación de modalidades activas más robustas. También se generaron las modalidades pasivas y activas integradas para la obtención de la intención del usuario.

#### ***1.1.2.3 Modalidades de detección y reconocimiento***

Presente en los últimos años la modalidad de detección y reconocimiento permite a los usuarios detectar información mediante parámetros aprovechando su potencial. Se ha conseguido el reconocimiento de la escritura a mano, gestos, señales y mayormente de objetos optimizando el reconocimiento de la información plasmada por el usuario. (Nigay & Gray, 2006: pp. 2)

### **1.1.3 Interfaz del usuario**

Con el crecimiento de la tecnología, se ha producido el desarrollo de sistemas con los cuales el usuario no está familiarizado y no sabe su funcionamiento. La creación de la interfaz de usuario fue realizada para la comunicación entre la persona y el ordenador haciendo posible la utilización en actividades humanas, teniendo en cuenta los conceptos para la interacción de los factores humanos y la ingeniería informática descritos por Granollers, et al., (2015) entre los que tenemos:

Visibilidad.- El requerimiento para la realización de las actividades es de ser visible como son el caso de los mandos, menú, gráficos o ventanas.

Comprensión Intuitiva.- En una interfaz es esencial que el usuario pueda desarrollar las actividades de manera sencilla y sin ningún problema.

Se concluyó que la interfaz del usuario es el medio por el cual la persona se comunica con los dispositivos siendo estos de manera tangible como es el caso del hardware y de manera intangible siendo los software. La interfaz debe ser para todos los usuarios sin marginar a ninguna persona por discapacidad, temporal o permanente, sin impedir utilizarlas, tomando en cuenta aspectos emocionales, ergonómicos, aspectos culturales o trabajo (Granollers, et al., 2005: pp. 24-28).

### **1.1.4 Sistemas de ordenador interactivos**

Los sistemas de ordenador interactivo se sujetan al principio en donde necesitan la interacción de al menos un usuario con un ordenador. Debido a esto, se han centrado en el software designado como software interactivo o aplicaciones interactivas en donde se han automatizado las tareas y operaciones siendo ejemplo las hojas de cálculo, gráficos o procesamiento de datos, realizando variaciones en su forma o en el proceso. En la actualidad la mayor parte de actividades humanas esta automatizadas. (Junqueira, 1995: pp. 29- 31).

La interacción de estos sistemas comienza con la combinación de objetos existentes y tangibles con información, gráficos o datos presentes como dominio digital, con el objetivo de ayudar a los usuarios en la realización de tareas o para su diversión.

Los sistemas de ordenadores interactivos están presentes de diferentes maneras por Rekimoto & Nagao, (1995; citado por González, 2013) en los cuales tenemos:



1. Sistemas de Escritorio basados en el uso de una Interfaz Gráfica de Usuario: En su mayoría presentes en la actualidad, donde ocupan metáforas y un lenguaje visual.
2. Realidad Virtual: El usuario se ve inmerso en la realidad virtual o ficticia realizada por el ordenador donde puede realizar diferentes tareas.
3. Computación ubicua: Son los dispositivos inteligentes que permiten realizar cualquier tarea en diferentes lugares haciéndolo de una manera natural y desinhibida.
4. Realidad Aumentada: el dispositivo que permite a la información, gráficos y datos como sistemas informáticos presentarse en el mundo real.
5. Sistemas colaborativos: Sistemas en donde puede interactuar dos o más usuarios pudiendo realizar actividades en equipos mejorando el proceso.

### ***1.1.5 Realidad Virtual***

La realidad virtual (RV) como su nombre lo indica es un entorno sintético producido por un ordenador mediante técnicas y tecnología de la interacción persona- ordenador. Este entorno permite manipular información, gráficos o datos tridimensionales con el fin de efectuar tareas en tiempo real mediante el movimiento, observando o tocando por el espacio simulado. A. Rowell, (1990) define a la realidad virtual como:

*“La Realidad Virtual (RV) es una simulación interactiva por computador desde el punto de vista del participante, en la cual se sustituye o se aumenta la información sensorial que recibe”.*  
(Rowell; citado por Alvarez, 2016)

Hoy por hoy no se ha podido definir completamente el término de realidad virtual, ya que entró de una manera súbita en nuestro mundo como tecnología. Cada usuario interactúa con ella sumergiéndose en un mundo ficticio permitiéndonos interactuar con archivos de vídeos, fotografía, páginas web, objetos 3D, audios, textos, etc., llegando a provocar diferentes definiciones en cada conocedor del tema, pero dejando en claro que llego para quedarse.

#### ***1.1.5.1 Tipos de RV***

Existen tres tipos de realidad virtual por las diferentes maneras como el usuario puede estar en ellas:

Realidad virtual inmersiva.- Es la inmersión del usuario por completo en el mundo virtual mediante los cascos binoculares creados por Iván Sutherland (1968), grafismos tridimensionales por Jhon Clark en Silicon Graphics, guantes manipulables por Tom Zimmerman y sensores

olfativos por Perraud y Rodd. Surgiendo los sistemas de inmersión virtual con los cuales permiten replicar los movimientos del usuario en realidad virtual.

La primera realidad virtual inmersiva fue el proyecto de pilotaje virtual iniciado por base militar de Wright Patterson y posteriormente finalizado por Human Interface Technology Laboratory de la universidad de Washington. (Pérez, 2009: pp. 15-17)

Eventualmente surgen diferentes aplicaciones con esta tecnología mayormente en ámbito militar como son los casos de el pilotaje simulado (Thomson-Militaire o Dassault); el montaje de satélites a distancia; la preparación de astronautas; los combates simulados en medios hostiles. (Pérez, 2009: pp. 15-17)

Paralelamente, se han desarrollado en diferentes aspectos como son aplicaciones terapéuticas, psicológicas, educativas, investigación y entretenimiento.

Realidad virtual no inmersiva.- Reconocidos actualmente como la comunidad virtual, formadas por todas las redes de comunicación, en donde el espectador se encuentra dentro de la realidad virtual de manera conceptual. Inicia en 1969 por Paul Baran como proyecto militar de comunicación de Estados Unidos el cual fue llamado ARPAnet (Advanced Research Project Agency), posteriormente fue llevado para todo el mundo produciendo en 1987 la creación del internet. Apareciendo el código Word Wide Web (www) en 1991 llegando al surgimiento el internet como hoy lo conocemos, lo que ha ocasionado la creación de una sociedad a nivel cibernético. (Pérez, 2009: pp. 17-19)

La realidad virtual no inmersiva ha permitido la combinación entre el mundo real y el mundo digital de diferentes maneras. En los últimos años se la ha presentado de una forma natural y sin dificultad, por ello, los usuarios la utilizan de manera cotidiana y complicaciones.

Realidad Virtual y Digital.- Mediante la habilidad de los ordenadores de ser programados ha creado diferentes realidades para el usuario como describe Fernando Pérez (2009) entre las cuales tenemos:

1. Ontológicas: Es la creación de realidad virtual por medio de perspectiva en donde el usuario se convierte en observador en una realidad creada por los ordenadores a base de bits, producida mayormente por empresas para dar a conocer ya sea paisaje presentando las imágenes en primera persona.

2. Gnoseológicas: Esta realidad intenta producir reacciones a través los sentidos, siendo practicado en los sistemas de simulación combinando la visión, olfato, tacto y oído haciendo al usuario experimentar en forma virtual.
3. Ético-políticas: El usuario es colocado en avatar en el espacio virtual, los cuales podrá experimentar diferentes eventos, desarrollada mayormente bajo el concepto de videojuegos donde el usuario encuentra experiencia, diversión y una manera diferente de ver las cosas.

Realidad virtual en segunda persona.- A diferencias de las demás realidades virtuales esta realidad deja al usuario observarse a sí mismo en el mundo virtual pero conservando las cualidades de interacción en tiempo real, creada bajo el concepto ver para creer. El usuario no está obligado a portar los accesorios del sistema de inmersión virtual logrando interactuar por diferentes mandos y pantallas de video. (Pérez, 2011: pp. 13)

#### *1.1.5.2 Principios de RV*

Vera, et al. (2003: pp. 4) menciona que la realidad debe cumplir ciertas condiciones para ser considerado como tal entre las que se destaca:

**Simulación:** es la facultad que permite la réplica más cercana a la realidad para que el usuario se convenza de la misma. Esta capacidad no restringe a la realidad virtual con todas las reglas físicas del mundo real ya que se pueden obviar.

**Interacción:** Deberá constar de una interfaz persona- ordenador que permita el usuario intervenir con acciones en el mundo artificial siendo este a través de mandos o sensores.

**Percepción:** En la realidad virtual los sentidos como son la vista, oído, olfato y tacto son los que permiten al usuario tener una experiencia de estar en el mundo artificial siendo el componente más importante para ser considerado real.

#### *1.1.5.3 Inducción electrónica de los sentidos*

Según Levis (1997), mantiene que la realidad virtual consta de elementos principales como son el caso de usuario, equipo de control, dispositivos de entrada y salida y los entornos virtuales. Los dispositivos de entrada y salida son los sistemas interactivos que producen diferentes estímulos al usuario tomando estos un papel primordial entre la interacción persona- ordenador. (Levis 1997; citado en Ramirez, 2013)

Dispositivos de Entrada.- Al utilizar estos mecanismos el usuario podrá controlar las acciones a través del mundo virtual brindando al ordenador la capacidad de recibir las señales para la interacción de tiempo real produciendo cambios en el mundo artificial de acuerdo a movimientos y señales las cuales son interpretadas por el interface.

Dispositivos de Salida.- A través del dispositivo el ordenador pretende que el usuario reciba los estímulos pudiendo ser mediante la vista, oído, olfato y tacto, brindando una realidad sub-alterna a la que ellos conocen. Surgiendo diferente hardware que posibilitan estas acciones entre las que tenemos mencionado en la Tabla 1-1:

**Tabla 1-1.** Los dispositivos sensoriales

Sentido	Percepción	Interfaces
Vista (80% de Información)	Luz	Pantallas, Sistemas de proyección, Cascos visuales, Gafas de RV
Oído	Ondas Sonoras	Altavoces, auriculares, Audio 3D
Tacto	Percepción Táctil y Auto percepción	Guantes manipulables, mandos, sistemas de retorno de fuerza
Olfato	Aire	Sistemas odoríferos
Vestibular	Equilibrio	Plataformas móviles

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Fuente:** Ramirez, 2013

El sistema de vestibular creado para que el usuario no sienta malestares al momento de utilizar la realidad virtual puesto que puede producir confusión, dado que el cerebro recibe señales que el cuerpo no reproduce, produciendo los malestares entre los que tenemos mareos y dolores de cabeza.

### **1.1.6 Realidad Aumentada**

Al igual que la realidad virtual (RV), la Realidad Aumentada (RA) nace a través del avance de la tecnología en el cual diferentes grupos de científicos la comenzaron a desarrollar, con el objetivo de potenciar a los sentidos a través de un lente. En los primeros intentos de desarrollarla, los científicos pretendían replicar el concepto puro de un mundo real el cual era complementado por uno digital, creando una nueva realidad esta sería presentada como realidad mixta.



**Figura 3-1.** Esquema del concepto de Realidad Aumentada

**Fuente:** Realizado por: Editorial Ariel y Fundación telefónica.

La realidad aumentada (RA) está relacionada con la realidad virtual (RV) ya que ambas utilizan información digital tanto en 2D y 3D, dicha información es captada por los sentidos humanos basándose en las teorías de visión del ordenador, con la diferencia que la realidad aumentada (RA) superpone al mundo real la información permitiendo al usuario no perder el contacto con la realidad. Milgram y Kishino (1994) describe a la realidad mixta como la presentación de objetos reales y virtuales en una pantalla.

#### 1.1.6.1 ¿Cómo funciona?

Hoy por hoy la RA es creada de manera sencilla puesto que todavía no se ha podido producir la tecnología suficiente para la elaboración en su mejor concepto, pero permitiendo la accesibilidad para todo el mundo. La RA es generada con base en la estrategia de visualización e interactividad, la cual consta de cuatro elementos principales reaccionando a las señales captadas en el mundo, combinándolas con las señales generadas por el ordenador. Heras y Villarreal (2004, pp. 3-5) explica el proceso de la realidad mezclada en la cual el dispositivo integra señales captadas en el mundo real con información digital.

Activadores de RA: considerados como las señales del mundo, son gráficos en tiempo real lo que ha producido una complejidad pero se ha solucionado con la creación de otros elementos como son marcadores, imágenes, GPS entre otros. López (2010: pp. 27- 29) los ha clasificado en:

1. Reconocimiento por marcadores: son imágenes reconocidas mediante la forma geométrica, color o ambas las cuales son escaneadas por el ordenador con la ventaja de tener un rango de variación.
2. Reconocimiento sin marcadores: centradas en el reconocimiento visual y la estimación de posición siendo posible por el motor de detección de movimientos, GPS y acelerómetro, creando una descripción adecuada de que actividades está realizando el usuario permitiéndole interactuar.

Captura de elementos reales: el proceso inicia con la captura y registra las señales a través de un lente el cual se reconocerá la escena para generar la intelectualidad entre la persona y el ordenador. Considerada una de las principales tareas, López (2010: pp. 27) plantea dos formas en las cuales se puede ejecutar, tales como:

1. Dispositivos video-through: el sistema de captura de imágenes y de proyecciones son dos dispositivos separados.
2. Dispositivos see-through: son los dispositivos que pueden contener las dos tareas como es el caso de los celulares, estos dispositivos minimizan costos.

Elementos de procesamiento: Los elementos de procesamiento son recibidas por el sistema de captura la información la cual posteriormente sirve para la preparación de la información 2D (figuras geométricas, píxeles, textos, video, vectores etc.) y 3D (figuras tridimensionales) mediante una secuencia de códigos en la base de datos agilizando el proceso a través de cálculos para la fusión de las realidades. En la actualidad se ejecuta mediante las librerías ya que constan de software para la realización de paquetes de realidad aumentada. (López, 2010: pp. 30)

#### *1.1.6.2 Métodos de Reconocimiento*

En el proceso de reconocimiento del entorno, la lente tiene la tarea de encontrar e identificar los elementos físicos que activan el proceso de RA, siendo estos mediante el reconocimiento de escenas por técnicas de visión artificial o reconocimiento por marcadores específicamente definidos. Por esta razón se ha producido diversos métodos con los cuales se puede interactuar. (Sedano, 2014: pp. 21)

**Appearance-based methods o Métodos basados en la apariencia.-** Basada en el reconocimiento por comparación el cual utiliza imágenes almacenadas en la base de datos para identificar con las captadas en esa lente. Este método considera la variación de luz y color, perspectivas, tamaño, forma y ruido con la que se puede alterar al elemento real. En caso de no

tener estas consideraciones se estaría obligado a la utilización de miles de imágenes en las que encontraríamos cada variación posible del mismo. Según Sedano (2014: pp. 21-22) existen varios métodos basados en este concepto entre los que tenemos:

Edge matching: basada en la técnica de detección de vértices. Se compara solo los vértices de las imágenes según su posición, píxeles y distancias, sin tomar en cuenta el color, sombras, iluminación, etc. La imagen almacenada en la base de datos serán vértices de ejemplos con los cuales se puede analizar y comparar con los vértices de la imagen captada.



**Figura 4-1.** Técnica de Edge matching

Fuente: Realizado por: Omar J., Sedano F.

Divide-and-Conquer search: es la ejecución de un análisis minucioso basado en la división mediante celdas de la imagen, siendo una técnica sencilla donde la información más relevante es verificada por medio de la comparación de celdas en la cual el ordenador examinara la imagen capturada. Considerada como un proceso recurrente la división de celda será ejecutada hasta no poder encontrar información distintiva.

Greyscale matching: Analiza la cromática de las imágenes en escalas de grises realizando la comparación mediante el cálculo de distancias de píxeles pero produciendo errores en la existencia de cambios de iluminación, considerado incompleto por desechar información.

Feature-based methods o Métodos basados los “features”: Basada por el análisis de features que en términos españoles son las partes interesantes de la imagen teniendo el fin de servir para el reconocimiento de la imagen comparada, Los features en una imagen pueden ser los vértices, esquinas o blobs siendo estas áreas que una imagen mantiene constante o sufren pequeñas variaciones, en el método basado los “features” es ejecutado mediante la función del análisis de localización geométrico.

**Tracking.-** Método de reconocimiento de objetos en base al proceso de localización mediante la utilización de algoritmos como Blob tracking (segmenta el interior de los objetos), Kernel-base tracking (densidad de la probabilidad de la imagen) y Contour tracking (detección de contornos). El tracking convierte las coordenadas de la imagen en coordenadas globales haciendo posible el

reconocimiento de objetos en movimiento. Sedano (2014: pp. 22-24) divide a los tracking por sus objetivos en los siguientes:

**Face tracking:** Presenta algoritmos con los cuales se puede localizar la posición y los gestos de la cara humana utilizando malla sobre ellas, permitiendo el seguimiento y posición en la que está el usuario.

**Head tracking:** Pretende la sensación de tridimensionalidad gracias a la detección del posicionamiento y movimiento de la cabeza, simulando una realidad virtual parcial ya que brinda la sensación de profundidad a la escena siendo concebida a través de una pantalla.

**Hand tracking:** Establece por algoritmos la posición de las manos siendo considerado cada los dedos, activada mediante señales o posiciones establecida, el usuario podrá realizar las actividades preestablecidas.

**Optical Flow (Flujo Óptico):** Producido por el movimiento del usuario al observador (cámara), considerado como un patrón de movimientos de un objeto desde la perspectiva del usuario por el movimiento relativo mediante la detección de movimiento.

**Identificación por posicionamiento.-** Presente en mayor parte en los dispositivos móviles la RA por posición. Funciona a través de la estimación de la ubicación y orientación del usuario, permitiendo conocer donde está localizado y lo que está viendo, interactuando en tiempo real por medio de los servidores. Este método es considerado de bajo costo ya que por el momento no se puede producir a gran escala los reconocimientos de mundo real siendo estos requisitos muy costosos y de difícil acceso. (López, 2010 pp. 39-40)

Hoy por hoy la utilización de estos sistemas está relacionada con el sistema de posicionamiento global (GPS) el cual proporciona información del posicionamiento, navegación y cronometría, por medio de satélites.

### *1.1.6.3 Niveles de Realidad Aumentada*

A lo largo de los años, diferentes autores han desarrollado la clasificación de niveles de RA, basándose en los procesos de ejecución, tecnología, implementación, utilización entre otros factores. Se puede decir que, entre mayor nivel de RA, mayor serán los requerimientos implementados y sus posibilidades, por lo cual su forma de trabajo no es línea ya que se podrá modificar los parámetros, sistemas de seguimiento y técnicas empleadas. (Prendes, 2015: pp. 189)



**Nivel 0 - Hiperenlaces en el mundo físico.-** este tipo de RA se le considera simple o inicial ya que siempre ha estado presente en el mundo digital y en el mundo real se presenta mediante códigos QR (códigos bidimensionales que permiten codificar información muy variada: texto, URLs, números de teléfonos, SMS.) los cuales serán leídos por dispositivos móviles.

**Nivel 1 - Realidad aumentada basada en marcadores.-** este tipo de RA está fundamentado en los marcadores. Un buen ejemplo de esta es Ezflar una herramienta que permitió crear escenas de Realidad Aumentada consiguiendo ser muy popular al ofrecer el primer generador online.

**Nivel 2 - Realidad Aumentada markerless.-** se le considera como la RA del futuro ya que no requiere de marcadores abriéndole muchas posibilidades, este tipo de realidad aumentada se fundamenta en los reconocimientos de imágenes u objetos sobreponiendo la información virtual. Una de las aplicaciones más reconocidas es Aurasma.

**Nivel 3 - Visión Aumentada.-** este nivel se le considera como el futuro de la RA. La compañía Google está desarrollando smart glasses (gafas inteligentes) que permite ver directamente su entorno aumentado. Por otra parte, ingenieros de la Universidad de Washington trabajan en lentes de contacto con la misma función haciendo que la realidad aumentada se incorpore a la vida diaria.

## **1.2 Maquetas o Modelos**

A lo largo de la historia diferentes autores han considerado a las maquetas como la representación y reproducción de manera tridimensional o física de un dibujo este pudiendo ser real o ficticio, mientras que en el Diccionario de la RAE (2016) se define maqueta como “Modelo a escala reducida de una construcción.”. En cambio, Jiménez (2016) ha planteado su propia definición:

*“La maqueta es la forma de representar un proyecto, por medio de un modelo tridimensional a escala, considerando en su representación los elementos base, acabados, colores, texturas y características especiales, así como los materiales, las herramientas y el equipo adecuados, todo de acuerdo a los sistemas y procedimientos tecnológicos para su realización”* (Jiménez, 2016)

Entre los instrumentos de reproducción, las maquetas han tenido un papel muy importante a través de la historia, produciendo que hoy en día sean implementadas en diferentes áreas. Buscando la atenuación de información difícil de entender con dibujos en 2 dimensiones estimulando la comprensión de los gráficos. (Salmaso & Vizioli, 2013: pp. 524- 525)

### 1.2.1 Antecedentes históricos

Aparece en la historia humana todas las culturas han implementado el uso de maquetas de una forma más simplificada y elemental siendo empleada para la enseñanza, estrategia y contexto funerario llegando a ser utilizada para familiarizar formas o conceptos clásicos.

Las maquetas con un aspecto funerario son conocidas como “Casa del alma”. Estas últimas fueron utilizadas por diversas culturas en las cuales la más destacable es la cultura minoica 1400 a.C., los cuales tuvieron una extraordinaria y compleja elaboración por la consideración de detalles.

Posteriormente el empleo de estas maquetas pasó a la cultura egipcia siendo perfeccionada de una forma religiosa con la creencia de ser la sede del ka, encargado de velar y alimentar en la vida en el otro mundo. (Herrero, 2014: pp. 7-9)



**Figura 5-1.** Casa de almas de la cultura minoica

**Fuente:** Jesús Herrero Marcos

La cultura egipcia también utilizaba las maquetas a partir de la dinastía VI (2347 a. C.) como dioramas en los cuales aparecían personajes, animales, herramientas y edificios llegando a representar escenas y actividades relacionadas con la vida cotidiana. Los encontrados son oficios como los escribas anotando las reses que son propiedad del faraón, panaderos, cerveceros, molineros, ceramistas, músicos, carpinteros, carniceros, pastores, soldados, etc. (Herrero, 2014: pp. 10-11)

En la edad media, las maquetas siguen tomando un aspecto religioso siendo utilizado por los cristianismos como una representación gráfica sobre hechos descritos en la biblia. La primera maqueta registrada es en el ámbito arquitectónico durante la edad media como tema de

organización espacial y composición formal. Fue Brunelleschi quien definió a la maqueta como aparato creativo mientras diseñaba la cúpula de la Catedral de Florencia explicando sobre los problemas estructurales y técnico llegando a ser un aspecto esencial en prácticas arquitectónicas. Mientras que Miguel Ángel produjo maquetas complejas sobre la basílica empleando para el primer modelo arcilla y desarrollando de una manera más detallada en madera. (Wilton, 2006; pp. 29)

Posteriormente a mediados del siglo XVI, las maquetas toman un papel importante en el medio creativo. Una de la primera referencia sobre las maquetas es la creada por Adrian Gaunt la maqueta de Longlear hecha en 1567. Durante el siglo XVII, Wren empleaba las maquetas para resolver problemas y demostrar sus descubrimientos siendo su mayor trabajo la gran maqueta de la iglesia de San Pedro, su producción tomo 10 meses. (Wilton, 2006; pp. 30-32)

Durante la revolución industrial con el apareamiento de motores y maquinas tuvo gran influencia en la creación de maquetas abarcando otras áreas en las que le utilizaba surgen las primeras maquetas de trenes, barcos, coches y aviones siendo representaciones miniaturas de modelos reales y convirtiéndose en juguetes. (Herrero, 2014: pp. 14-15)

### ***1.2.2 Métodos de Maquetas***

El ingreso de la tecnología en el proceso de diseño de maquetas ha incrementado el número de formas como se puede ejecutar una maqueta entre las que tenemos la digital, física e híbrida.

#### ***1.2.2.1 Método Físico***

Desarrollado al inicio de las maquetas en los años 70 mediante cera, barro u otros materiales. El método físico cuenta con las funciones de levantamiento y configuración, presente en una forma tangible por ser constituido por materiales variados mostrando texturas, primario y volumétrico. Hoy por hoy la creación de maquetas físicas es una forma de trabajo siendo el más reconocido la empresa OMA que las realiza con el objetivo de pedagogía y propagandista. (Lefort, 2011: pp. 33-36)

Florio y Tagliari (2008) plantea que los métodos físicos son herramientas que desempeñan el papel de ayuda para observar y entender diferentes proyectos permitiendo anticipar errores que pueden ocurrir en los desarrollos de los mismos, siendo productivo el empleo de estas herramientas como simuladores tangibles de los diseños. (Florio y Tagliari, 2008; citado por Salmaso & Vizioli, 2013: pp. 525- 526)

### *1.2.2.2 Método Digital*

Frente a las limitaciones del método físico y la aparición de los ordenadores, las maquetas han evolucionado a un mundo virtual, ganando un gran espacio en la actualidad tanto en ambientes académicos como profesionales. El método digital en la creación de maquetas, presenta ventajas como: facilidad, aumento de velocidad y precisión, las cuales constan de mayor detalle. Uria (2007) dice: “todo lo pensable es ahora representable” (Uria, 2007: citado por Lefort, 2011: pp. 37-39). Mientras que Alves (2009), piensa que facilita operaciones geométricas pudiendo transformar ideas en objetos, los cuales serán presentados a través de una pantalla sin la necesidad de gastar recursos, proporcionando diferentes puntos de observación haciendo posible el análisis sobre los aspectos negativos y positivos de un proyecto. (Alves, 2009: citado por Salmaso & Vizioli, 2013: pp. 525)

### *1.2.2.3 Método Híbrido*

Producido recientemente debido a la revolución tecno - gráfica. Es el resultado de la combinación de los dos métodos anteriores introduciendo el dinamismo, movimiento y tiempo mediante mecanismos de entrada y salida. Este método permite la transferencia de información entre las dos herramientas y así tener las ventajas de los dos métodos. Esta interacción entre maquetas puede darse a través de fotografías, vídeos y gráficos lo cual ha provocado una incrementación en la aplicación de maquetas. (Lefort, 2011: pp. 39)

Estos métodos pueden ser producidos en dos categorías. Por un lado tenemos las maquetas primarias las cuales son en niveles básicos siendo hechos en la etapa de desarrollo del proyecto o de una manera abstracta. Por otro lado están las maquetas secundarias las cuales son concebidas de una manera más detallada y se refieren a proyectos en específicos. (Salmaso & Vizioli, 2013: pp. 526)

### *1.2.3 Tipología*

De acuerdo con Knoll y Hechinger (2001: pp. 10) las maquetas se puede clasificar debido al cumplimiento de diferentes necesidades utilizando elementos volumétricos, planímetros o lineales. También se las pueden dividir en tres grupos: las maquetas topográficas, maquetas de edificación y las maquetas específicas.

### *1.2.3.1 Maquetas Topográficas*

Las maquetas topográficas guardan la relación con la superficie terrestre ya que se encargan de la representación de paisajes, terrenos y jardines tomando en consideración aspectos como vegetación (árboles, arbustos, plantas, etc.), rocas, relieve, ríos, entre otros elementos naturales.

Este tipo de maquetas permite la libertad de abstenerse de la utilización de escalas por lo cual, se emplea la escala del entorno. Las cualidades espaciales de dicho entorno también son consideradas, siendo los aspectos visuales los que definen el tamaño de los elementos utilizados.

La utilización de estas maquetas en un aspecto arquitectónico se emplea para la ubicación y planificación de un terreno o la representación de parques, jardines cercanos al edificio, mientras que con un aspecto militar son utilizadas para estrategia, planificación, como ejercicios o pruebas, en aspectos digitales tiene la finalidad de la creación de un ambiente o entorno.

### *1.2.3.2 Maquetas de edificaciones*

Las maquetas de edificaciones como su nombre lo indica son las maquetas que se encargan de la representación de nuevos edificios, remodelados o edificios antiguos. En la proyección de estas edificaciones se prestan mayor atención a los aspectos plásticos y espaciales de la forma, a la organización funcional como son las características constructivas entre ellas se puede diferenciar las maquetas urbanistas, maquetas de edificios o de estructura, maquetas de espacios internos y maquetas de detalles.

**Maquetas de urbanismo:** Ubicadas en las maquetas topográficas, las maquetas de urbanismo suelen ser representadas a una escala del 1: 1100 a 1:500 o se limitan a mostrar una parte de escala 1:500 a 1:200 mientras que en elementos como son plazas, parques y paisajes se utiliza una escala mayor 1:100 hasta 1:50.

**Maquetas de un edificio:** Enfocadas en una estructura estas maquetas utilizan la escala 1:500 o 1:200 dando la posibilidad de ser utilizada en una maqueta de urbanismo, las ventajas que presentan las mismas es la posibilidad de representar elementos más importantes como son la fachada o la cubierta y la construcción de la misma por secciones.

**Maquetas de un espacio interior:** Utilizando una escala de 1:100 a 1:20 estas maquetas solo representan un área o espacio en específico con el objetivo de reflejar problemas espaciales, funcionales o luminotecnia. Conocidas también como maquetas escenografías.

**Maquetas de detalles:** Son maquetas que representan elementos en específicos o repetitivos llegando a ser de naturaleza constructiva o decorativa, utilizan una escala de 1:10 a 1:1.

#### *1.2.3.3 Maquetas específicas*

Construidas con la finalidad de ser prototipos utilizando la escala habitual es 1:10 a 1:1, estas maquetas representan elementos especiales de diseño, es decir, objetos como productos, diseños, entre otros. Estas maquetas son construidas a inicio de un proyecto en donde suele utilizarse en lo mayor mente posible las materiales afines que se va a emplear en el proyecto.

#### *1.2.4 Materiales*

Para la construcción de maquetas se deberá tomar en consideración los aspectos de escala, herramientas, habilidad, afinidad, experiencia y el acabado que se quiera dar al proyecto, por lo cual se ha implementado diferentes tipos de materiales o la combinación entre ellos. Llegando a la estimulación de creatividad con respecto a la utilización de las características de los materiales con el objetivo de estar a la vista todos los materiales produciendo buenas y atractivas maquetas. (Knoll y Hechinger, 2001: pp. 25)

La diversidad de materiales también implica diferentes técnicas y herramientas con las cuales se puede trabajar teniendo en consideración el objetivo a alcanzar y la visualización de los mismos. Entre las herramientas tenemos tijeras, pinturas, pegamento y maquinas eléctricas tomando en consideración la seguridad, por lo cual se recomienda la implementación de pruebas. Knoll y Hechinger (2001: pp. 25) manifiesta que utiliza los siguientes materiales para la creación de maquetas.

##### *1.2.4.1 Papel, Cartulina y Cartón*

Considerada como primera opción el papel, la cartulina y el cartón al momento de realizar maquetas por las ventajas que presentan estos materiales como son la rapidez, baratos, manipulable y sencillos. Para la utilización de estos materiales se deberá tomar como referencias sus características de formato pudiendo variar desde láminas 70 x 100 cm o 61 x 68 cm o tomando en consideración los tamaños del formato ISO que se subdivide en tres secciones: serie A, serie B y serie C.

Otro aspecto a considerar es el sentido de la fibra es la característica de los papeles que nos permite una mayor facilidad con respecto a la manipulación, siendo al momento de pliegues y dobles haciendo que la mejor forma de trabajar sea de forma perpendicular a ellos. Con respecto al cartón existen marcas que son específicas para la construcción de maquetas teniendo las propiedades ligeras, flexibles y maniobrables.

#### *1.2.4.2 Espuma Rígida*

Empleada para la construcción de cuerpos volumétricos en el campo de arquitectura y diseño de objetos con la ventaja de cortarse, cepillar, perforar y pulir fácilmente debido a la utilización de herramientas en específicos como es cuchillo, cúter y sierra térmica. La superficie puede ser pintada con cualquier pintura salubre al agua.

#### *1.2.4.3 Materiales Modelables*

Son los moldes de maquetas enteras por lo general se utiliza para las maquetas topográficas el material con el que se trabaja es el yeso, arcilla y porcelana fría teniendo la ventaja de ser materiales para amasarlos. Por lo general el yeso es trabajado para la cobertura de un área mezclándolo con agua y repetir el proceso se suele utilizar complementos como moldes, tapa grietas y selladora haciéndolo solidificar muy rápidamente.

#### *1.2.4.4 Madera*

Después del papel y cartón la madera es el material más utilizado para la realización de maquetas siendo este resistente, durable y relativamente fácil de trabajar. A menudo estas maquetas son pintadas siendo preferible la utilización de maderas claras antes que maderas oscuras, una desventaja al trabajar con madera es la exposición al sol ya que pierden el color.

Existen diferentes tipos de madera como son la madera de balsa la cual es fácil de cortar con un cutter, las maderas duras como son el peral, arce, aliso, etc., las maderas blandas como por ejemplo el tilo, álamo, pino, etc.

#### *1.2.4.5 Vidrio*

Muy poco utilizado en maquetas por ser un material duro, frágil y poco manipulable. Se requiere la utilización de un vidrio proporcionando un corte limpio, no es necesario apretarlo con el vidrio siendo recomendable humedecer el corte y luego realizar un empuje recto de arriba hacia abajo

posteriormente ser limado. El vidrio más delgado es de 1,8 mm de espesor y el más habitual entre 3 y 4 mm.

#### *1.2.4.6 Metales*

En diversas maquetas la utilización de metales emplea alambres, chapas, perfiles y mallas metálicas para reproducción de una estructura requiriendo el empleo de herramientas específicas como es el caso de ángulos, tenazas, tijeras, taladro, etc. Este material presenta diferentes efectos, se puede optar para un mejor acabado presentando la opción de ser cincado, grabado o cromado.

#### *1.2.4.7 Modelos Digitales*

Debido al avance de la tecnología se ha creado un nuevo tipo de maquetas, las cuales están concebidas en un mundo digital, basándose a través de un grupo de fórmulas matemáticas presentes en un mundo de tres dimensiones (largo, ancho y profundidad) desde un aspecto visual siendo el mismo una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades entre ellos tenemos la iluminación, texturas, transparencias, reflexión, etc.

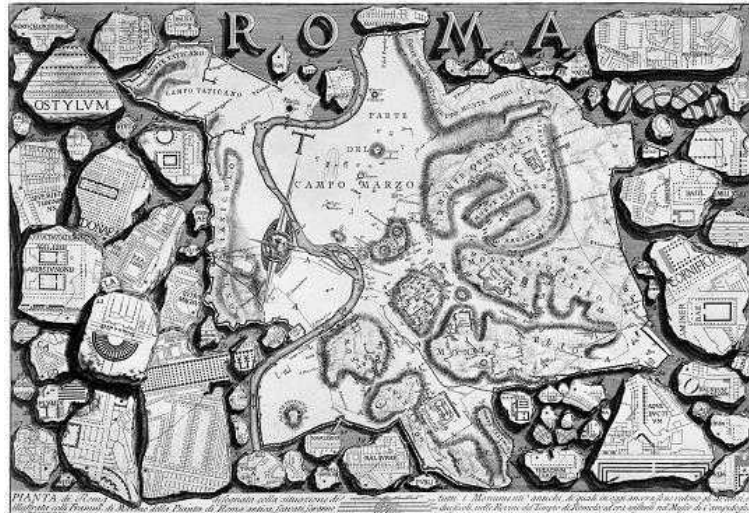
Implementados para la representación de un mundo real y base para el desarrollo de diferente tecnología como es el caso de la realidad virtual, realidad aumentada, videojuegos e impresión 3D entre otras.

### *1.2.5 La ciudad a escala*

Desde la antigüedad la creación de ciudades a escala para el crecimiento, transformación o pulimiento ha sido empleada por diversas culturas siendo la más importante, la maqueta de la ciudad de Roma, recibiendo una gran atención de Filippo Foresti (1490) o las de Christopher Stiemmer, que se incluyen en la *Cosmographiae Universalis*, de Sebastian Münzer (1549-1550); el plano de Leonardo Bufalini (1552), realizado en 1551 (*Pianta di Roma*); el de Giambattista Nolli (1692-1756), elaborado entre 1736 y 1748 (*Grande Pianta*).

Entre las más importantes a lo largo de la historia son tres la *Forma Urbis Severiana* (siglo III); la espléndida maqueta de Paul Bigot, que conserva la Universidad de Caen (siglo XIX) y la monumental maqueta de Italo Gismondi que se expone en el Museo de la Civilización Romana (siglo XX). (Vela, 2014: pp. 31-32)





**Figura 6-1.** Fragmentos de la Forma Urbis Severiana

**Fuente:** Fernando Vela Cossio

La maqueta Forma Urbis ubicada actualmente en los museos Capitolinos de Roma, conservada parcialmente en una representación de Roma en el reinado de Septimio Severo alrededor del siglo III, teniendo la escala de 1: 240, consta de una superficie de 236 metros cuadrados y formada de planchas de mármol con grabados. (Vela, 2014: pp. 32)

Las maquetas de Bigot y Gismondi son modelos de la ciudad de roma elaboradas en el siglo XIX y el siglo XX, la maqueta de Paul Bigot es un modelo de yeso que comprende las tres quintas partes de la ciudad a una escala de 1:400, la maqueta de Italo Gismondi construida a partor de la cartografía de Rodolfo Lanciani y la maqueta Forma Urbis representando el máximo esplendor de la roma antigua. (Vela, 2014: pp. 33)

Entre otras maquetas de ciudades hay que destacar el modelo de Gil de Palacio siendo una representación gráfica de Madrid la cual tiene una escala de 1:864 construida en 1830, la de Albert Speer de Berlín siendo un proyecto para el nuevo Berlín constituyendo como un referente hay que recalcar que con el inicio de la Segunda Guerra Mundial no se pudo realizar el proyecto. (Vela, 2014: pp. 33-34).

### 1.3 Material Pedagógico

Los materiales pedagógicos en la actualidad son considerados por el sistema de educación una fuente importante de estrategia didáctica para alcanzar un logro en las diferentes actividades de enseñanza y aprendizaje, facilitando la comunicación entre docente y alumno. Los recursos y materiales didácticos pueden referirse a todos los elementos que ofrezcan la posibilidad de proporcionando nuevas técnicas de dar a conocer información a los usuarios.

El término recurso o material pedagógicos, según San Martín (1991), se puede concebir como aquellos instrumentos que en unos casos utilizando las diferentes formas de representación simbólica y en otros como referentes directos, incorporados en estrategias de enseñanza, contribuyen a la construcción del conocimiento, aportando significaciones parciales de los conceptos académicos.

### ***1.3.1 Funciones del material Pedagógico***

La principal función de los materiales pedagógicos es contener información relevante del tema convirtiéndose en elementos de apoyo para la práctica de enseñanza y aprendizaje. Según Jordi Díaz Lucea los materiales de pedagogía cumplen las siguientes funciones:

Función motivadora.- Al momento de realizar las actividades de enseñanza y aprendizaje los materiales de pedagogía deben captar la atención de los estudiantes, esto debido a diferentes características como son la forma, colores, tacto, acciones, sensaciones, etc.

Función estructuradora.- Los materiales pedagógicos deben constituir un vínculo entre la realidad y los conocimientos, brindando la posibilidad de organizar, estructurar y ordenar los conceptos para ser presentados de forma real.

Función estrictamente didáctica.- En la conformación de la enseñanza se deberá diferenciar entre los recursos y materiales que se pueden utilizar con respecto a los objetos y contenido de la enseñanza.

Función facilitadora de los aprendizajes.- En la educación existen ciertas áreas en las cuales los materiales pedagógicos son indispensables para la comprensión de los conocimientos por lo cual se puede destacar que los materiales pedagógicos sirven como una forma de representar el conocimiento siendo fácil de comprenderlo.

Función de soporte al profesor.- La implantación de los materiales pedagógicos por el docente por su necesidad de facilitar las tareas de enseñanza, evaluación, registro, etc.

### ***1.3.2 Tipos de Material pedagógico***

Los materiales de pedagogía pueden ser clasificados por diversos criterios entre los cuales encontramos la tipología de Ogalde y Bardavid (1997) que establece que los materiales pedagógicos pueden ser clasificados dependiendo de sus formas de ser captados por el estudiante.

Materiales Auditivos.- Estos materiales de pedagogía son basados en la reproducción de voz y grabación para lo cual se emplea dispositivos los cuales faciliten el audio de los mismos.

Materiales de Imagen fija.- Los materiales de pedagogía presentes en esta clasificación pueden ser considerados representaciones bidimensionales como son cuerpos opacos, proyector de diapositiva, fotografías, transparencias, retro proyector y pantalla.

Materiales Gráficos.- Son los materiales que permiten al docente representar los conceptos a través de símbolos, gráficos o letras entre los que tenemos acetatos, carteles y pizarrón.

Materiales Impresos.- Los materiales impreso permite a los estudiantes comprende los conceptos a través de publicaciones o ediciones reproducidas entre los cuales se puede destacar los libros, revista, comics y folletos.

Materiales mixtos.- Son los materiales adicionales que un docente puede utilizar como son las películas y videos.

Materiales Tridimensionales: Son representaciones de objetos tridimensionales los cuales son realizados por medio de ordenadores.

Materiales TIC: Programas informáticos (software), ordenador (hardware). Aquí se podría incluir la pizarra digital o dispositivos electrónicos de la actualidad.

### ***1.3.3 Modelos Curriculares***

En el ámbito académico los modelos curriculares de materiales pedagógicos están basados en el criterio e implementación de centro educativo estableciendo teorías o corrientes de pensamiento las diferencias entre unos y otros es la forma en las que interviene el protagonista o alumno. Se puede hablar de los diferentes paradigmas. (Herrero, I, 2004. pp. 2-5)

Paradigma Técnico.- Basada en el desarrollo curricular reproduciendo el contenido e información al alumnado siendo el profesor el que trasmite conocimiento y da la orientación para la obtención de logros tomando las decisiones de programa y la intervención de materiales pedagógicos, la característica principal de paradigma técnico es el empleo de lineamientos y escasa adecuación a la realidad. (Herrero, I, 2004. pp. 2-5)

Paradigma practico.- En este modelo se presenta la posibilidad de modificación del desarrollo curricular el cual permite un diseño abierto para la adecuación a la realidad, los objetivos de este modelo depende de cada persona porque lo principal es el desarrollo no los productos finales por lo cual no son medibles ni evaluables. El aprendizaje consiste en la obtención de conocimiento pariendo de un carácter formativo con el fin de mejorarlo. (Herrero, I, 2004. pp. 2-5)

Paradigma estratégico.- Basada en los principios de la corriente socio critica, en la cual manifiesta el análisis de la práctica complementada por medio de la teoría, es decir que el estudiante tendrá que llegar más allá de la anterior paradigma esto siendo ayudado por el profesor. (Herrero, I, 2004. pp. 2-5)

#### **1.4 Cantón Riobamba**

El cantón Riobamba reconocida como corazón de la patria fue fundada por el español Diego de Almagro el 15 de agosto de 1534 pero debido al terremoto la ciudad fue re ubicada en 1799 ubicado al norte de la provincia de Chimborazo a 2.750 metros sobre el nivel del mar, limitada al norte con los cantones Guano y Penipe, al sur por los cantones de Colta y Guamote, al este por el cantón Chambo y al oeste por la provincia de Bolívar. El cantón está conformado por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijíes, Licán, San Luis y Pungalá. (Cadena, 2015: pp. 20- 21)

##### **1.4.1 Demografía**

De acuerdo con el censo realizado en 2010 la población de Riobamba cuenta con 234.170 habitantes, el INEC proyecta para el año 2016 una población de 252.865 personas, siendo así el cantón con mayor número de población a escala de Chimborazo, justificado por la migración de las zonas rurales a otras ciudades o al exterior. (Cadena, 2015: pp. 20- 21)

La ubicación de la población está concentrada en la zona central expandiéndose hacia los lados, siendo esto por razones de disponibilidad de mayores servicios básicos y la facilidad de realizar sus actividades diarias, el INEC indica cómo está posicionadas la población de acuerdo a zonas realizadas por el censo del 2010. Existen un total de 69.921 viviendas de las cuales 36.984 están en el área urbana y el equivalente 24.937 en zonas rural de las cuales 48.668 viviendas son patrimoniales. (Oleas, 2007; pp. 27)

### 1.4.2 Amenazas o Riesgos

El Cantón Riobamba es muy vulnerable ante desastres, de origen natural (volcánicas, sísmicas, hidroclimáticas, geomorfológicas) y antrópico (tecnológicas, incendios, explosiones); en el crecimiento desordenado de la población, existe poca preparación de la población para hacer frente a desastres. En el transcurso de los años los más importantes se menciona en la Tabla 2-1:

**Tabla 2-1.** Cronología de Amenazas y Riesgos.

<b>Histórico de emergencias</b>	<b>Evento</b>	<b>Localización</b>	<b>Afectaciones</b>
1640	Deslizamiento	Cacha	Desaparición del pueblo de Cacha, cerca de Riobamba - 5000 muertos aproximadamente.
1645	Terremoto	Riobamba	Deterioro notable de edificios, originó desprendimientos internos en el volcán Tungurahua, innumerables réplicas y muchos muertos.
1698	Terremoto	Riobamba	Gran destrucción de casas e iglesias, aproximadamente 7000 muertos, en las ciudades de Riobamba, Ambato, Latacunga.
1773	Erupción volcánica (volcán Tungurahua)	Riobamba	Represamiento del río Pastaza, desaparecimiento del primer poblado llamado Fundación Santo Domingo.
1786	Terremoto	Riobamba	Graves daños en la ciudad y pueblos vecinos. Destrucción total de muchas casas de adobe
1797	Terremoto	Riobamba	Destrucción total de la ciudad, que fue trasladada a otro sitio después, entre 13 000 y 31 000 muertos, epidemias, impacto socio-económico elevado.
1911	Sismo	Riobamba	Donde el 90% de edificios y casas fueron afectados en mayor o menor cuantía.
1999	Proceso eruptivo (volcán Tungurahua)	San Juan, Calpi, Riobamba	Caída de ceniza.
2002	Detonación del polvorín de la Brigada	Riobamba	El 60 % de la ciudad quedó devastada, diez personas

	Blindada Galápagos		murieron, mientras que 40 casas quedaron destruidas y 17 mil familias damnificadas.
2006	Erupción volcánica (volcán Tungurahua)	San Juan, Calpi, Riobamba	Caída de ceniza.
2006	Deslizamiento	Quimiag	Evacuación de la zona por seguridad. Las familias afectadas perdieron sus viviendas y cultivos.
2006	Deslizamiento	San Juan	Muerte de algunos habitantes así como también la pérdida de viviendas y unidades de producción agrícolas.
2008	Proceso eruptivo (volcán Tungurahua)	Riobamba	Evacuación forzosa de las poblaciones cercanas, declarándose alerta roja.
2010	Erupción volcánica (volcán Tungurahua)	Riobamba	Evacuación de las partes cercanas a más de 2.500 personas

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

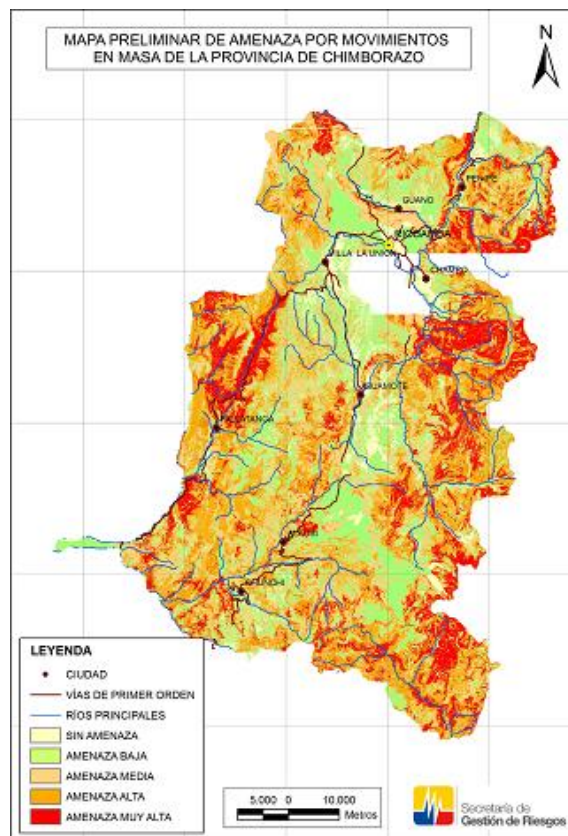
**Fuente:** Cadena, 2015

#### 1.4.2.1 Inundación

Hoy por hoy en todo el mundo está sumergida en una variable climática que ha producido irregularidades en los ciclos de lluvia e incrementando las zonas lluviosas en Riobamba no existe probabilidades de inundación pero si en áreas aledañas, se puede produce las inundaciones debido a la presencia de lluvias súbitas en zonas inusuales en los periodos de octubre a diciembre y febrero a mayo. La secretaria de gestión de riesgo ha generado mapas sobre la amenaza preliminar indicando las zonas de mayor vulnerabilidad. (Cadena, 2015: pp. 100)

#### 1.4.2.2 Movimiento de Masa

El cantón Riobamba está ubicado en una zona media y alta de la cordillera por lo cual es más propensa a ser afectada por los movimientos de masa producidos por volumen de material geográficos, siendo desplazados por laderas o altas pendientes hacia arriba o hacia abajo produciendo. La secretaria de gestión de riesgos ha realizado estudios sobre las zonas más propensas a producirse siendo las siguientes.



**Figura 7-1.** Amenaza de movimiento de masa

Fuente: Secretaria de Gestión de Riesgo

La más grande catástrofe de Riobamba fue el terremoto sucedido la mañana del sábado 4 de febrero de 1797 que causó un innumerable número de víctimas y destrozo terminando así con una imagen de ruina y desolación. Muchos de los pobladores se refugiaron en sus vecinos como Guano, Chambo, Pungalá iniciando así el proceso de migración. (Cadena, et al., 2003: pp. 62)

En Riobamba debido a la ubicación existe la posibilidad de que ocurra el sismo trepida torio y oscilatorios entre los cuales el primer caso se perciben altas frecuencias con claridad (sismos trepida torios) debido a su movimiento vertical, mientras que en el segundo caso son las ondas de menor frecuencia las que son más claramente percibidas por su movimiento horizontal (sismos oscilatorios). . (Ramón, D., 2011: pp.28)

#### 1.4.2.3 Volcánica

El cantón de Riobamba está localizada en zonas central de la sierra ecuatoriana, cerca de los principales volcanes del país entre ellos encontramos el Chimborazo, Tungurahua y Sangay los cuales representan una amenaza por su actividad potencial. El mayor peligro de las zonas volcánicas son los lahares (materiales volcánicos) por la constitución de pendientes de los volcanes destruirían vías, viviendas y cultivos a lo largo de su recorrido.

### 1.4.3 Vulnerabilidad

El cantón Riobamba se encuentra en zonas vulnerables consideradas las diferentes amenazas y riesgos anteriores mentes mencionadas, sin embargo la secretaria de gestión de riesgos según Cadena (2015: pp. 103) ha categorizado por áreas y niveles de vulnerabilidad, descrita a continuación en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1:** Zonas de vulnerabilidad del Cantón Riobamba

<b>Amenazas naturales</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Ocurrencia</b>
Erupción Volcánica	Norte del Cantón	Alta
Sismo	Todo el Cantón	Media
Terremoto	Todo el Cantón	Media
Deslizamientos (movimientos en masa)	Sur- Este del Cantón	Alta
Inundaciones	Este del Cantón	Media
Sequías	Todo el Cantón	Baja
Incendios	Todo el Cantón	Baja
<b>Amenazas antrópicos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Ocurrencia</b>
Explosión	Todo el Cantón	Baja
Incendios	Todo el Cantón	Media
Erosión del suelo	Todo el Cantón	Alta
Deforestación	Todo el Cantón	Alta
Contaminación ambiental	Todo el Cantón	Media

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Fuente:** Cadena, 2015

### 1.4.4 Situación actual

En el periodo de tiempo del año 2016 y 2017 la secretaria de gestión de riesgos informa que la provincia de Chimborazo ha sufrido de réplicas por el evento ocurrido el 16 de abril del 2016, terremoto que devastó algunas poblaciones de la costa ecuatoriana, los cuales se manifestaron hasta el mes de julio. Posteriormente se presentaron incendios forestales en el lapso de tiempo de octubre a diciembre los cuales produjeron gran pérdida en hectáreas debido a las alzas de temperatura en la zona.

En 2017 se presentó la época lluviosa durante los meses de febrero a abril llegando a producir deslizamiento de tierra que afecta un ojo de agua e inundación producto del desbordamiento de un canal de regadío llegando a provocar cierres de vías.



## **CAPITULO II:**

### **2 MARCO METODOLÓGICO**

Se describe el tipo de investigación, métodos, técnicas, procesamiento de información, el ambiente de prueba y la metodología a la cual se rige el desarrollo e implementación del Sistema Interactivos digital y físico para educar a la población de Riobamba sobre riesgos eminentes, teniendo como objetivo indicar en que parte del desarrollo del trabajo de titulación se utilizan y como contribuyen cada uno de estos.

#### **2.1 ALCANCE**

La Sistema Interactiva es el inicio para proporcionar a la población de Riobamba información sobre la situación de riesgos eminentes y consecuencias de una forma hipotética, además de constatar que la tecnología en concreto Sistemas Interactivos, Realidad Virtual y Realidad Aumentada pueden ser combinados, logrando así ser un gran aliado a la hora de informar a la ciudadanía sobre la vulnerabilidad en la que se encuentra la ciudad.

#### **2.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.2.1 *Método sintético***

El método sintético permite el análisis y síntesis de la información recopilada, permitiéndonos que los conceptos sean claros y precisos llegando así a la estructuración de nuevas ideas. La cual fue utilizada como herramienta en el proyecto, para la estructuración y validación de la información obtenida de la bibliografía accediendo a la unificación y creación de nuevos juicios que se deriven de la investigación.

Mediante este método se procuró la recopilación de información de diferentes áreas, siendo una ventaja para el proyecto y realizar su implementación basada en la integración de métodos físicos y digitales interactuando entre ellos y relacionándolos para la obtención de los objetivos planteados anteriormente.

### **2.2.2 Método experimental**

Entendido como la aplicación de conjunto de variables que permite averiguar características, procedimientos y comportamientos, con el fin de establecer causas, efectos, aislar el caso y probar el resultado.

Esta herramienta se utilizó en el proyecto de manera que las variables a considerar será la edad de los pobladores, con el fin de proporcionar información y obtener la comprensión total sobre los riesgos eminentes de la ciudad de Riobamba plasmando una ideología sobre la maqueta como parte de un Sistema Interactivo físico digital.

Mediante esta técnica se llegó a cabo la construcción de la maqueta, interpretando las ideas del proyecto y así vigilar de cerca lo que está sucediendo, dándonos un control total sobre las reacciones de la población.

### **2.3 Técnicas de investigación**

Para la recopilación de la información necesaria que sustente este trabajo de titulación, se ha establecido como técnicas las siguientes:

- a) Revisión de Documentos.- se exploró los antecedentes y los procesos de sistemas interactivos, realidad virtual, realidad aumentada y la situación de riesgos de Riobamba.
- b) Observación.- se observó los cambios que surgen antes y después del desarrollo e implementación de la maqueta interactiva.
- c) Encuestas.- La técnica de las encuestas accederá a información de manera remota permitiendo realizar en mayor cantidad de personas y teniendo la seguridad por ser anónimas para luego realizar un análisis de las estadísticas que nos facilita realizar.

### **2.4 Metodología Para El Diseño De Maquetas**

Generalmente en las actividades relacionadas con la representación de diseños y objetos se puede emplear diferentes métodos o sistemas de proyección de los cuales cada uno tiene sus normas para la representación de diferentes vistas del proyecto, y así ser considerados como elementos y materiales a utilizar, por lo cual no es un trabajo espontáneo de ejecutar.

En el presente proyecto también se tomó en consideración el aspecto de diseño gráfico fundamentado en metodologías que incorporen todos los requerimientos indispensables para el mismo.

#### **2.4.1 Método de diseño de maqueta**

El método utilizado fue la recopilación de metodologías, en el área de diseño se implementó la metodología propuesta por Moris Asimow, combinado con la propuesta por Bruce Archer mientras que en el desarrollo de la maqueta se empleó la propuesta de Custodio Ángel, Urdaneta Elizabeth, Díaz Ángela y Oviedo Asdrúbal, el cual sirvió para la creación de una maqueta con dispositivos eléctricos planteando un método estandarizar y normalizar para la estructura en la elaboración de maquetas.

Para la metodología está conformada por etapas, las cuales consta de una serie de actividades y la ejecución de diferentes procesos, la primera etapa denominada definición de la práctica y proceso, construcción de la maqueta virtual, construcción de la maqueta física y la última constitución del manual de usuario de la maqueta.

**Primera etapa.-** Prevista como definición de la práctica y proceso en esta etapa tiene como finalidad la obtención de información, se tendrá que realizar las siguientes actividades:

1. Conceptualización de la práctica y proceso: Planteada con la finalidad de la obtención de información sobre la función, área y materia a estudiar del proyecto.
2. Exploración de las ideas: Con la finalidad de realizar estudios donde se compruebe la viabilidad de proyecto y bocetos donde se ilustre el proyecto.
3. Descripción de la maqueta didáctica: Nos presenta dos posibilidades en donde la maqueta ya existe, considerando la adaptación al modelo de maqueta didáctica. Los instrumentos y equipos a usar se agruparon en cuatro grupos: Actuadores, sensores, fluidos y otros. La segunda posibilidad es la construcción de una maqueta nueva, y se clasificarán los dispositivos según lo indicado anteriormente.
4. Hacer los diagramas de la maqueta: Esta actividad está relacionada con acciones que tendrán lugar en la maqueta para lo cual se tendrá que realizar un diagrama para conocer los procesos y mecanismos a utilizar.

**Segunda Etapa.-** En la presente etapa se construyó la maqueta tomando en cuenta los siguientes lineamientos siendo los mismos tomados desde un aspecto de diseños y electrónico:

1. Grado de definición: En este apartado se tuvo que considerar el aspecto de escala mediante el cual se precisa el grado de elaboración de la maqueta.
2. Diseño estético: En esta fase se consideró los aspectos exteriores, volúmenes y sistemas constructivos de la maqueta (el sistema a utilizar depende de aspectos económicos y tamaño) para elegir cómo será desarrollada la maqueta y sus materiales.
3. Base: La construcción de la maqueta empieza con la base en esta apartado, tomando en cuenta la topografía, formas y tamaño del terreno. En casos específicos se considera el desmontaje o vitrina.
4. Terreno: Consiste en la representación del lugar donde los edificios se establecieron considerando los aspectos como el pavimento, representaciones vegetales, árboles y diseños urbanos.
5. Edificación: Las edificaciones se elaboró con los parámetros mencionados en la fase de diseño estético posteriormente la selección del funcionamiento de ventanas y revestimiento.
6. Lineamientos del sistema de señales eléctricas: Se contempla los cables y sensores encargados de la comunicación y transferencia de datos con la maqueta.
7. Cubiertas: Consta de diferentes tipos de cubiertas como es el caso de inclinadas, plana, tejas, curvas, metálicas, transparente y pérgolas, teniendo cada uno su elaboración.
8. Lineamientos del sistema de comunicaciones: Presente para la transmisión de datos siendo el sistema de comunicación de cualquier método.
9. Lineamientos del sistema de alimentación: Considerado como sistema eléctrico siendo esto los cables de poder colocados en la parte posterior de la maqueta.
10. Diseño funcional y pruebas: Se realiza la ejecución de cada elemento que permite la utilización del material con el fin de obtener un análisis y ensayos.

**Tercera Etapa.-** Para la construcción y diseño en 3D siendo en esencia el proceso para la ejecución en el área tridimensional, en donde hay distintas opiniones por razones del diseñador con respecto a la eficiencia, conocimiento experiencia y diferentes factores previstos.

De acuerdo con metodologías semejantes a la planteada se puede considerar diferentes frases durante el proceso siendo las siguientes:

1. Reconocimiento de la tecnología utilizable
2. Familiarización con la interfaz
3. Definición de escenarios
4. Producción de escenarios
5. Modelar y esculpido

6. Rigging
7. Texturizado
8. Animación
9. Lighting
10. Render

**Cuarta Etapa.-** En la cuarta etapa se aplicara el Sistema Interactivo en exposiciones en donde se desarrollarla una explicación en el que se tratara temática de riesgos eminentes y posteriormente mediante encuestas, la utilización del test de usabilidad el cual consiste en la retro alimentación mediante conversación y observación pidiendo que ocupen el sistema diferentes áreas por diferentes personas, el test guerrilla en forma informal reúne a un número de miembros para observar el comportamiento de los usuarios y para complementar el test de cinco segundos consistiendo en exponer una al sistema y pedir sus impresiones

**Quinta Etapa.-** La validación del Sistema Interactivo se realizara en la presente etapa, mediante la implementación de encuestas las cuales se dirigirá a usuarios que tuvieron en contacto con el sistema con el objetivo de evaluar el conocimiento adquirido en el transcurso de la anterior etapa, para lo cual entre la cuarta etapa y quinta etapa se precisará un tiempo prudencial para verificar los conocimientos, siendo el tiempo un factor importante en la enseñanza.

## CAPITULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DEL RESULTADO

Se detalla el diseño e implementación de un Sistema Interactivo destinado para educar a la población de Riobamba sobre riesgos eminentes, para lo cual primero se describe las especificaciones técnicas. En la elaboración del presente proyecto se desarrolló mediante la metodología anteriormente descrita con la finalidad de cumplir y controlar las tareas y objetivos planteados.

Este capítulo está dirigido a la ejecución del Sistema Interactivo físico y digital para la educación a la población de Riobamba sobre el tema de riesgos eminentes, considerando la utilización de maquetas con métodos híbridos la cual constara de una maqueta interactiva a través de un sistema de control, una maqueta digital, RV y RA.

#### 3.1 Conceptualización

Se ha establecido la necesidad de informar a la ciudadanía de Riobamba debido a los sucesos ocurridos el día 16 de abril del 2016, un terremoto que devastó algunas poblaciones de la costa de Ecuador. Apoyados en el Art. 34 literal “c” de la LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN INTERCULTURAL (LOEI) que establece:

*“Participar activamente en la formulación, elaboración de planes y programas de prevención y contingencia de riesgos y seguridad ciudadana”;*

Por lo cual se ha optado por la demostración a través de un Sistema Interactivo, constando de forma física y digital apoyada de la tecnología actual, se espera que sirva de modelo para las otras regiones del país puesto que la problemática presentada, no es particular del cantón Chimborazo, sino se evidencia a nivel nacional.

Se optó por la representación del Centro Histórico de Riobamba por el conjunto urbano de patrimonio, edificado con un estilo ecléctico alternado con un estilo neoclásico y tradicional, siendo el mismo que le da unos valores incalculables, datados entre los años 1840 a 1940.

### 3.2 Especificaciones técnicas

Las herramientas para el desarrollo del Sistema Interactivo, se mencionan a continuación en la **Tabla 1-3**; siendo las mismas seleccionadas debido al dominio y facilidad de uso de los software, cumpliendo con el requerimiento de la implementación de herramientas con licencia libre o académica.

**Tabla 1-3:** Herramientas de desarrollo

Herramientas	Características de Desarrollo
<b>AutoCAD Architecture 2016</b>	Para el diseño de arquitectura en 2D y 3D, que dispones de base de datos de objetos gráficos como líneas, textos, curvas, etc.
<b>3D Max 2016</b>	Permite el diseño tridimensional ofreciendo la facilidad de composición de escenas, creación de gráficas y animación
<b>Unity 5.3</b>	Motor gráfico 3D llegando a ser considerada una de las mejores herramientas más eficiente para la implementación en el modelado 3D, permitiendo rápidamente la creación de contenidos interactivos.
<b>Blender</b>	Programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales.
<b>Adobe Illustrator Cs6 (Periodo de Prueba)</b>	Permite el diseño basado en vectores de forma rápidos y precisos, proporcionando herramientas que brindan una versatilidad en el diseño.
<b>Adobe Premiere Pro Cs6 (Periodo de Prueba)</b>	Permite la producción profesional para películas, televisión y la Web, brindando las facilidades de creación en diferentes formatos.
<b>Adobe After Effects Cs6 (Periodo de Prueba)</b>	Brinda la seguridad de la creación de increíbles gráficos animados y efectos visuales.

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.3 Planificación

La planificación del desarrollo de la maqueta interactiva se fundó en las fases de la metodología anteriormente mencionada, teniendo como resultado el desarrollo de la maqueta física, maqueta digital y aplicaciones tanto de RV y RA en cada intervalo de tiempo programado según el tiempo y prioridad asignada para su elaboración.

Los días de trabajo son de lunes a viernes 4 horas diarias, iniciando desde el 10 de octubre del 2016 y culminado el 23 de octubre del 2017, detallándose la misma en el **Anexo A** la cual fue ejecutada en el software Microsoft Project.

### 3.4 Posibles riesgos

Un riesgo implica la modificación en las actividades, procesos y recursos, eventualmente los riesgos se pueden transformar en un problema provocando así incertidumbre y pérdida en el desarrollo del proyecto. Para gestionar el riesgo se debe examinar todos los riesgos que podrían presentarse al inicio o durante el proceso de desarrollo.

Se debe considerar todos los posibles riesgos que provocarían el fracaso del proyecto, en la Tabla 2-3 se describe los posibles riesgos que puedan surgir en el desarrollo, categorizando como riesgos del proyecto o técnicos y analizando las posibles consecuencias al presentarse dicho riesgo.

**Tabla 2-3:** Análisis de Riesgos

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>	<b>Consecuencias</b>
<b>R01</b>	Falta de explicación en la demostración.	Riesgo del Proyecto	Pérdida de tiempo. Posible inconformidad de la población.
<b>R02</b>	Mal diseño de la maqueta.	Riesgo Técnico	Reducción de la probabilidad en el análisis de resultados.
<b>R03</b>	Cambios continuamente de la maqueta física o virtual.	Riesgo del Proyecto	Aplazamiento Retraso en el desarrollo del proyecto
<b>R04</b>	Interfaces complejas para el usuario en la manipulación del sistema interactivo.	Riesgo Técnico	Dificultad en el manejo. Desinterés del usuario por utilizar el sistema.
<b>R05</b>	El hardware sea inconsistente con el sistema.	Riesgo Técnico	No se logra el resultado esperado.
<b>R06</b>	Perdida o daño del equipo.	Riesgo Técnico	Retraso en la elaboración del sistema. No se cumple con la planificación establecida.

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



La Tabla 4-3 describe la prioridad que tiene cada riesgo con el fin de ver cuáles son de mayor exposición y darle prioridad a la hora de gestionar los riesgos.

**Tabla 3-3:** Determinación de la Prioridad del riesgo

Prioridad	Id	Descripción	Exposición	
			Valor	Exposición
1	R06	Perdida o daño del equipo.	9	ALTA
1	R04	Interfaces complejas para el usuario en la manipulación del sistema interactivo.	9	ALTA
2	R02	Mal diseño de la Maqueta.	8	ALTA
3	R01	Falta de explicación en la demostración.	4	MEDIA
4	R03	Cambios continuamente de la maqueta física o virtual.	3	MEDIA
5	R05	El hardware sea inconsistente con sistema.	1	BAJA

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Las Tablas 4-3 hasta la Tabla 9-3 toman en consideración cada uno de los riesgos, dando así la posibilidad de solucionar y controlar cada uno de ellos.

**Tabla 4-3:** Hoja de gestión de riesgos R06

HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R06	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 1
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Perdida o daño del equipo		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Falta de mantenimiento del equipo electrónica.		
<b>Consecuencias:</b>		
Retraso en la elaboración del sistema.		
No se cumple con la planificación establecida.		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Análisis de los gastos del proyecto.		
Preparar planes de contingencia para la pérdida de equipos.		

<b>SUPERVISIÓN:</b> Control de Gastos en el proyecto.
<b>GESTIÓN:</b> Administrar los gastos realizados para mantenimiento de equipos.
<b>RESPONSABLES:</b> Geovanny Peñafiel

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Tabla 5-3:** Hoja de gestión de riesgos R04

HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R04	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 1
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Interfaces complejas para el usuario en la manipulación del sistema interactivo.		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Mala elección del diseño.		
Dificultad del usuario para implementación del sistema.		
<b>Consecuencias:</b>		
Mal diseño del sistema.		
Retraso en la entrega del sistema.		
Pérdida de Tiempo.		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Facilidad para acceder al sistema.		
Tener una buena comprensión de como manipular el sistema.		
Regirse a estándares internacionales.		
<b>SUPERVISIÓN:</b>		
Verificar que el usuario se sienta cómodo manipulando el sistema.		
<b>GESTIÓN:</b>		
Volver a Diseñar la interfaz del sistema con estándares internacionales.		
Reajustar la planificación acerca del diseño.		
<b>RESPONSABLES:</b>		
Geovanny Peñafiel		

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Tabla 6-3:** Hoja de gestión de riesgos R02

HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R02	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 2
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Mal diseño de la maqueta		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Mala definición de los requerimientos.		
Mala documentación.		
Cambios de requerimientos.		
<b>Consecuencias:</b>		
Datos incorrectos.		
Reducción de la probabilidad en el análisis de resultados.		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Establecer una buena comunicación con el sistema interactivo.		
Definir concretamente los requisitos de la maqueta.		
<b>SUPERVISIÓN:</b>		
Grupo de trabajo pendiente del Diseño de la Base de Conocimientos del sistema.		
<b>GESTIÓN:</b>		
Respaldo de la documentación del desarrollo del proyecto.		
<b>RESPONSABLES:</b>		
Geovanny Peñafiel		

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Tabla 7-3:** Hoja de gestión de riesgos R01

HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R01	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 3
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Falta de explicación en la demostración.		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Falta de comunicación entre el usuario y el desarrollador del sistema.		
No establecer horarios para verificar requerimientos.		
<b>Consecuencias:</b>		
Mala definición en el Diseño del Sistema.		
Demora en la entrega del Proyecto.		
El sistema no cumple con los requerimientos.		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Reuniones de Trabajo con frecuencia.		

Definir estrategias para la comprensión de los requerimientos. Presentar prototipos semejantes al Sistema a realizar.
<b>SUPERVISIÓN:</b> Realizar los seguimientos de las actividades a cabalidad del desarrollador de la demostración.
<b>GESTIÓN:</b> Verificar que cada requerimiento se cumpla a cabalidad. Analizar documentos soportes del sistema que se está desarrollando.
<b>RESPONSABLES:</b> Geovanny Peñafiel

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Tabla 8-3:** Hoja de gestión de riesgos R03

HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R03	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 4
<b>DESCRIPCIÓN:</b> Cambios continuamente de la maqueta física o virtual.		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Modelo de desarrollo no es el adecuado.		
Cambio de materiales a implementar		
<b>Consecuencias:</b>		
Pérdida de Tiempo.		
Sistema no es flexible.		
Mal diseño del sistema.		
Demora en la entrega del proyecto.		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Mostrar un prototipo parecido al sistema.		
<b>SUPERVISIÓN:</b>		
Usuario verificar que lo que se está desarrollando este como el desee.		
<b>GESTIÓN:</b>		
Verificar con frecuencia los requerimientos.		
<b>RESPONSABLES:</b>		
Geovanny Peñafiel		

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Tabla 9-3:** Hoja de gestión de riesgos R05

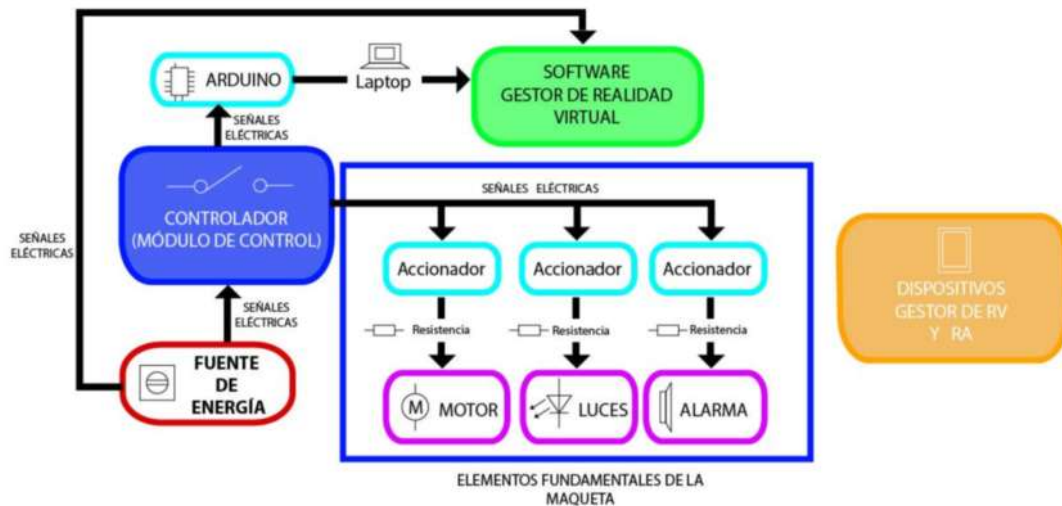
HOJA DE GESTIÓN DEL RIESGO		
<b>ID. DEL RIESGO:</b> R05	<b>FECHA:</b> 12/10/16	<b>Prioridad:</b> 5
<b>DESCRIPCIÓN:</b> El hardware sea inconsistente con sistema		
<b>REFINAMIENTO:</b>		
<b>Causas:</b>		
Mala definición de los requerimientos.		
Mala documentación.		
Cambios de requerimientos.		
<b>Consecuencias:</b>		
No se puede interactuar entre el sistema interactivo		
<b>REDUCCIÓN:</b>		
Establecer comunicación entre los dispositivos.		
Definir concretamente los requisitos.		
<b>SUPERVISIÓN:</b>		
Pruebas en el transcurso del desarrollo		
<b>GESTIÓN:</b>		
Verificar con frecuencia la interacción de los sistemas.		
<b>RESPONSABLES:</b>		
Geovanny Peñafiel		

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.5 Descripción

El diseño del Sistema Interactivo se divide de acuerdo a la forma de interactuar entre los dispositivos, primeramente se consideró la maqueta física constando de un sistema de control, el mismo que se comunica a través de señales eléctricas enviadas desde los interruptores hacia las luces, alarmas y motor. La maqueta digital la cual está conectada a la maqueta física por medio de un arduino y presentada a través de una pantalla o en su defecto un proyector, a través de la tecnología de RV y RA se complementara con información visual sobre la situación de vulnerabilidad.

La figura 1-3 representa como está compuesto el Sistema Interactivo mediante un diagrama de desarrollo mostrando las interacciones existentes entre los compuestos de hardware y software, además se tomó en consideración como tiene que ser instalado para su comunicación a través de señales eléctricas.



**Figura 1-3.** Diagrama de Maqueta  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.6 Diseño de Maqueta

El diseño correcto de la maqueta permite la visualización de la información sobre la situación de riesgo y vulnerabilidad, por lo que se optó por una escala de 1: 250 en el desarrollo de la maqueta llegando a obtener un diseño en los detalles óptimos, en este sentido también favorece a las instalaciones de los componentes eléctricos presentes en la maqueta.

Para lo cual se considera dos tipos de maquetas, la maqueta topográfica para la base de la maqueta y áreas especificadas como son el parque Maldonado y Sucre, mientras que para la sección de arquitecturas se consideró la implementación de maquetas de edificaciones donde hay que destacar las maquetas de urbanismo y edificios.

La maqueta presenta y reúne diferentes materiales para poder asemejar a la realidad, basándose principalmente en madera por el acabado y duración que nos brinda, este material fue tomado en especial la utilización de maquinaria para poder dar características específicas al diseño ofreciendo un impacto volumétrico y tectónico. Aunque también la maqueta presenta la implementación de papel y cartulina para manifestar flexibilidad y la posibilidad de dar un revestimiento en diferentes áreas.

#### 3.6.1 Base y Terreno

Una imprescindible sección de la maqueta es la base, debido al tamaño que presenta la maqueta donde la base cuenta con la facilidad de ser dividida para el transporte de la misma, además de un

soporte firme por la distribución del peso a través de sus 8 patas siendo incrustadas mediante un marco colocado en la base, conformada por el material lijas para la representación el asfalto de las calles.

Para la construcción de la base se tomó en consideración las dimensiones antropométricas descritas en la tabla 10-3 en la cual se tomara en consideraciones el percentil 95 y la edad entre 18 a 79 años

**Tabla 10-3:** Dimensiones Antropométricas

<b>Dimensiones Antropométricas</b>			
<b>Dimensión</b>	<b>Genero</b>	<b>Datos</b>	
		pulg	Cm
<b>Altura</b>	Hombre	72,8	184,9
	Mujer	67,1	170,4
<b>Altura de posición sentada</b>	Hombre	38,0	96,5
	Mujer	35,7	90,7
<b>Altura de ojos</b>	Hombre	68,6	174,3
	Mujer	64,1	162,8
<b>Alcance Punta mano</b>	Hombre	35,0	88,9
	Mujer	31,7	80,5
<b>Alcance lateral brazo</b>	Hombre	39,0	86,4
	Mujer	38,0	96,5
<b>Largo de Mano</b>	Hombre	8,07	20,5
<b>Ancho de la Mano</b>	Hombre	9,11	23,1

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

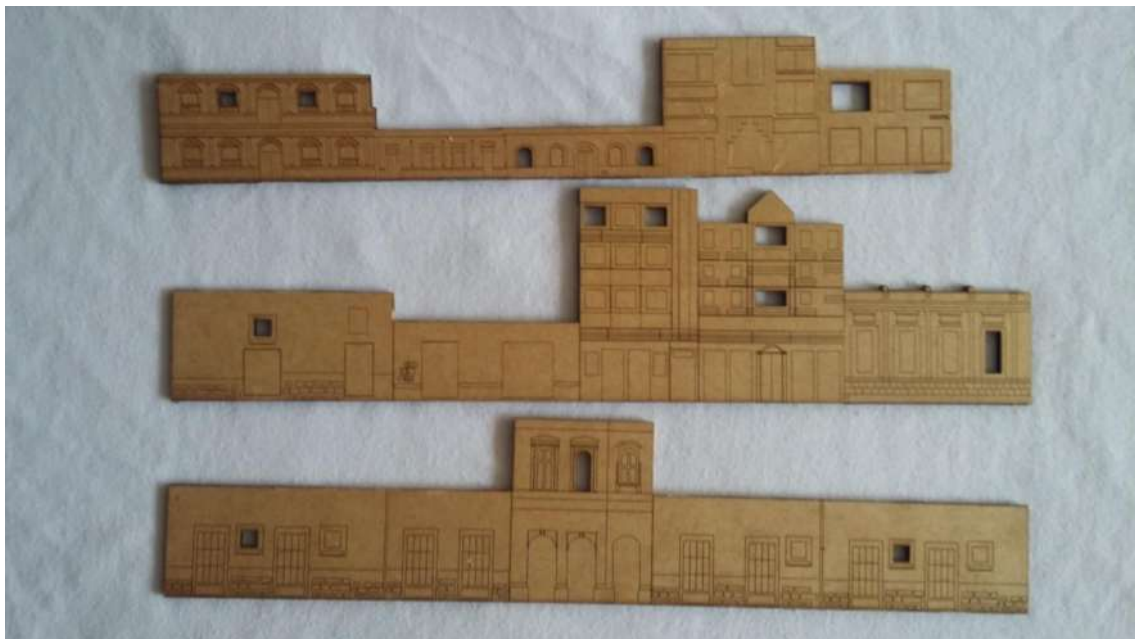
### 3.6.2 Edificaciones

Para realizar la construcción de los edificios se ejecutó un análisis con respecto a las posibilidades de implementación de diferentes materiales entre los que se puede destacar el cartón, madera y la impresión 3D por factores como durabilidad, costos, maniobrabilidad, resistencia, etc., se eligió la madera como material principal. El diseño de los edificios será basándose en la impresión a láser en madera, donde se empleó la utilización de vectores como presenta la figura 2-3, pudiendo encontrar el modelo con el que se trabajó, tomando en consideración que las secciones rojas serán huecas y en el caso de secciones volumétricas (balcones) serán separadas.



**Figura 2-3.** Modelo de impresión  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se realizara el corte y el grabado de las estructuras como demuestra la figura 3-3, siendo ensamblada y pintada para la instalación eléctrica.



**Figura 3-3.** Corte y grabado láser  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



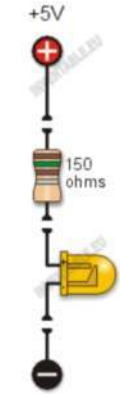
### 3.6.3 *Lineamientos del sistema de señales eléctricas:*



Para el presente lineamiento se requirió de la colaboración del señor Alan Marcelo Tierra Llanga, el cual intervino en el proyecto en la sección de electrónicas, realizando el análisis de corriente con la finalidad de reducir el número de ecuaciones haciendo referencia al empleo de nodos.

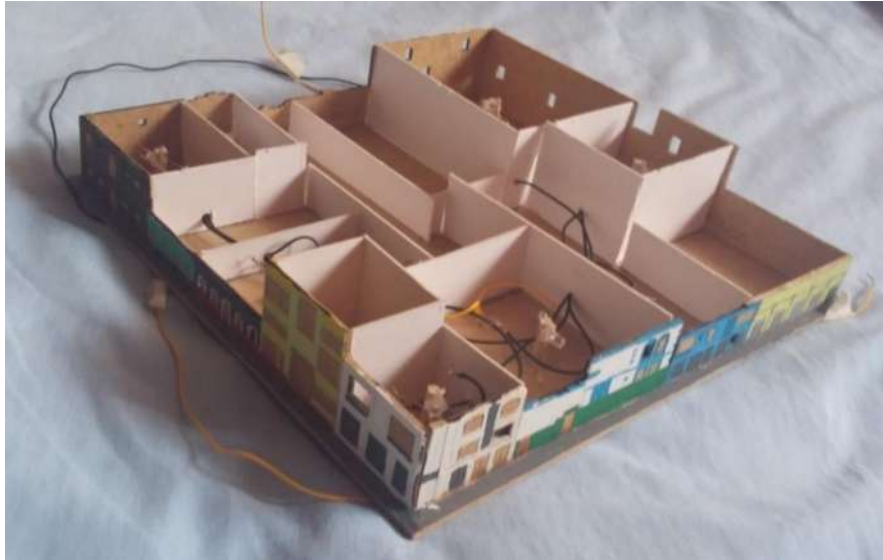
Se implementó con respecto a las instalaciones eléctricas la tabla 11-3 y el Anexo C.

**Tabla 11-3:** Calculo de instalaciones eléctricas

Color	Tensión	Corrientes	Valor calculado		Gráfico
Rojo	5V	12V	V.led: 1.8 V	V.Resist: 3.2 V	
			Resist.calc: 160 ohms	Pot.resist: 0.07 W	
Verde	5V	12V	V.led: 2.1 V	V.Resist: 2.9 V	
			Resist.calc: 145 ohms	Pot.resist: 0.06 W	
Amarillo	5V	12V	V.led: 2.1 V	V.Resist: 2.9 V	
			Resist.calc: 145 ohms	Pot.resist: 0.07 W	

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Hay que destacar que los cálculos obtenidos pueden variar dependiendo del número de led implementados en las cuadras como se demuestra en la figura 4-3. La implementación de los otros dispositivos como son motor y alamas funcionan con 6 Voltios (V).

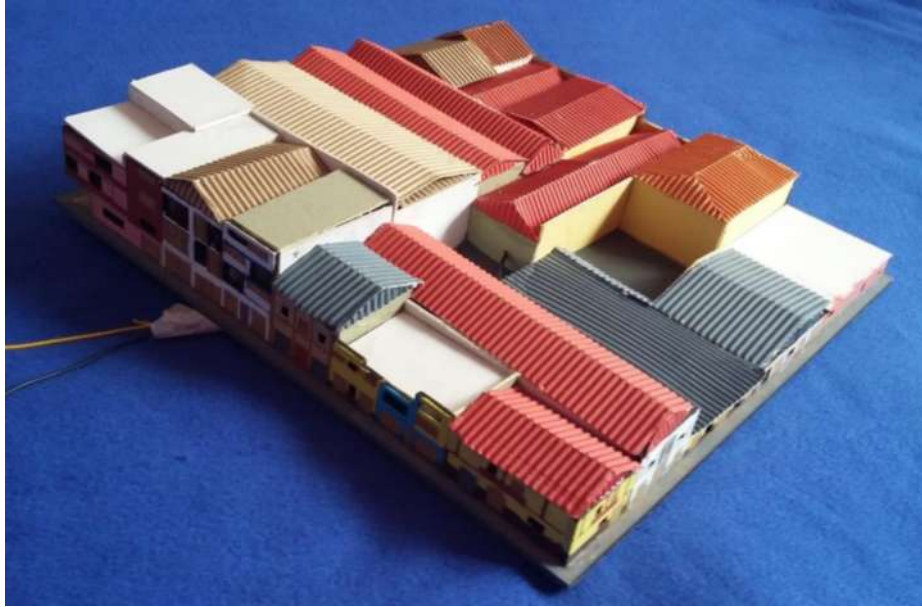


**Figura 4-3.** Colocación de los Led  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

#### 3.6.4 *Cubierta*

Para la implementación de cubiertas se optó por la utilización del material de cartón y cartulina para aprovechar la característica de flexibilidad, con una estructura a través de cortes y dobleces. En la sección de losas se ocupó el cartón de ilustración dando firmeza para posteriormente revestir con lija u otros materiales decorativos de la arquitectura simulando la losa de las casas, así mismo para los techos con caídas, se utilizó la cartulina corrugada en diferentes tonalidades para la sensación de tejas.

Para la diferenciación de cubiertas en las casas se implementó perspectivas aéreas dispuestas en la página de google maps, posteriormente se montará en las estructura base de las casas, esto se realizara uno por uno como demuestra la figura 5-3.



**Figura 5-3.** Cubiertas de Maquetas  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.6.5 *Ensamblaje de la maqueta*

En la presente sección se ensambló y armó todas las cuerdas a la base como demuestra la figura 6-3 para posteriormente pueda ser asegurada, al mismo tiempo se realizó pruebas para la verificación del funcionamiento correcto sobre los elementos electrónicos abarcando las luces led, motor y los controles. Cabe mencionar que la maqueta está ensamblada y en funcionamiento en los altos del correo de la ciudad de Riobamba.



**Figura 6-3.** Maqueta Armada  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### **3.6.6 *Lineamientos del sistema de comunicaciones:***

En el lineamiento del sistema de comunicación se consideró el análisis de lazo que contiene fuentes de corrientes, donde se implementó el armado completo de la maqueta en el cual el sistema de comunicación está a través de cableados con las especificaciones de negro para tierra y amarillo para los led estando señalados por medio de etiquetas que indica los led que pertenecen.

### **3.6.7 *Lineamientos del sistema de alimentación***

La alternativa con respecto a los sistemas de alimentos es la fuente de alimentación conmutada por dar la posibilidad de operar directamente sobre el lado de alta tensión y sus pocos componentes, además constan de reguladores que disipan el exceso de energía y mantienen una temperatura baja. Dado que la fuente de alimento nos brinda la facilidad de transformar los voltios y mantener una tensión continúa.

Posteriormente al culminar los lineamientos se determinó las pruebas para la interacción entre la maqueta física y virtual a través del arduino mediante una laptop.

## **3.7 *Diseño del Modelado 3D***

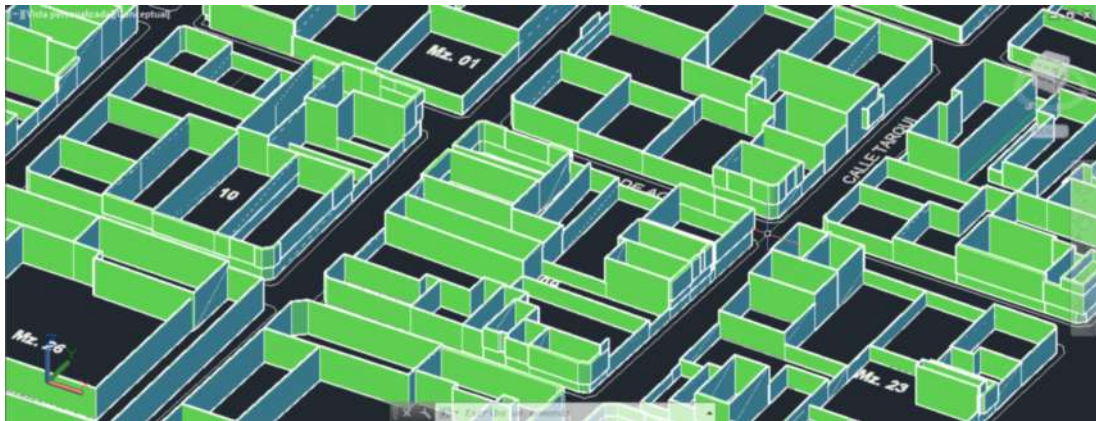
Se consideró como partida los planos facilitados por el municipio de Riobamba, los cuales indica de forma exacta como está delimitada la ciudad, con esta base se crearon planos con la ayuda de AutoCAD presentado en el **Anexo B**, tomando como punto inicial las cuadras constituidas entre las calles Argentinos, José Olmedo, España y Juan de Velasco.

Posteriormente se comenzó con la etapa de modelado de la arquitectura del sector en el cual se divide en tres fases el modelado de la estructura, puertas y ventanas y cubiertas, donde se necesitó implementar el software AutoCAD Architecture 2016 apoyándose de la aplicación de google maps para visualizar la zona respectiva.

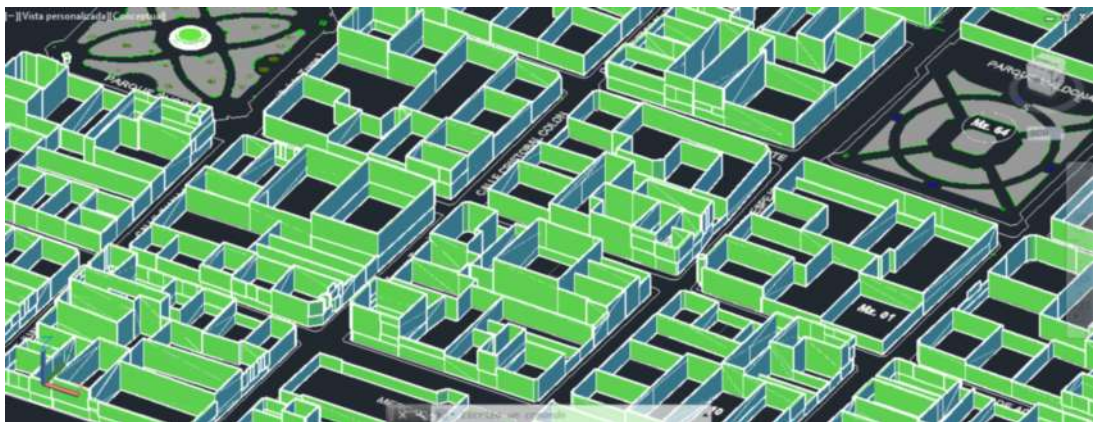
Para el diseño se consideró la utilización de modelos de bajos poligonales implicando la relación de más polígonos y más detalles. Se integró el diseño de modelados debido a razones de hardware con el fin de tener un proceso eficiente y concediendo el menor número de requisitos al momento de ejecutar.

### 3.7.1 Modelado de Estructura

Para definir el modelado de estructura se optó por ocupar los estándares de arquitectura, definiendo la altura de los pisos entre 2,8 y 3 metros, siendo los mismos modificables dependiendo de cómo están diseñados los edificios, teniendo un límite de 4 metros. Se detalla los resultados de esta etapa en las Figura 7-3 y Figura 8-3.



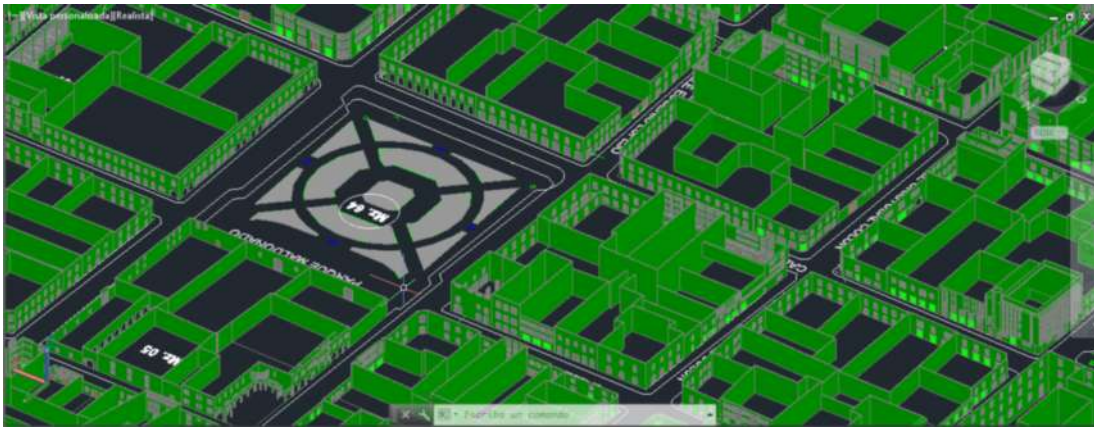
**Figura 7-3.** Estructuras de viviendas  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



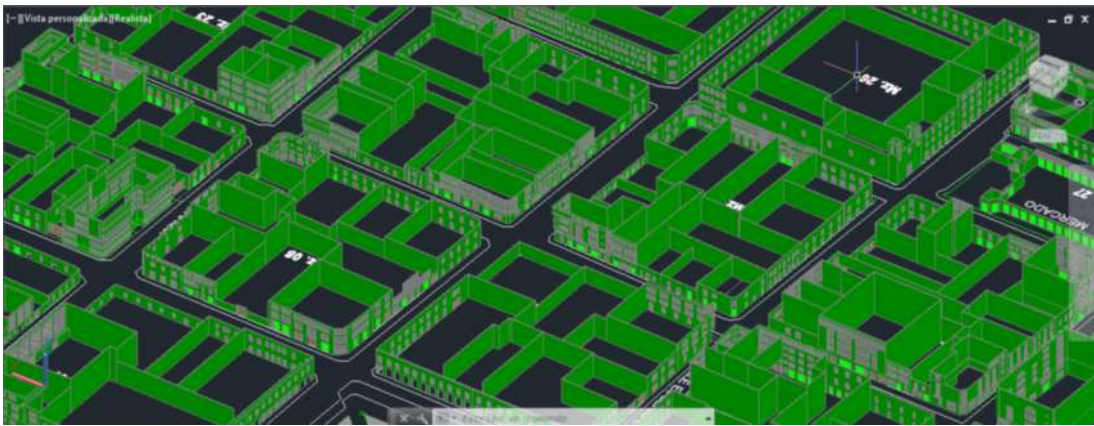
**Figura 8-3.** Estructura aledañas al Parque Maldonado y Parque Sucre  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.2 Puertas y ventanas

Se realizó la instalación de puertas y ventanas en los edificios después de la conclusión del modelado de estructuras optando por tamaños estándar de ergonomía, tomando en cuenta que la altura de las puertas van de 2 a 2,3 m, mientras que la altura del antepecho (altura de la base de la ventana al piso) estará considerada de 0,80 a 1,20 m. Las dimensiones de las ventanas serán adaptas dependiendo del número y espacio en la pared. En las figuras 9-3 y figuras 10-3 se presentara la conclusión de estas dos etapas.



**Figura 9-3.** Puertas y ventanas de estructura aledañas al Parque Maldonado  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

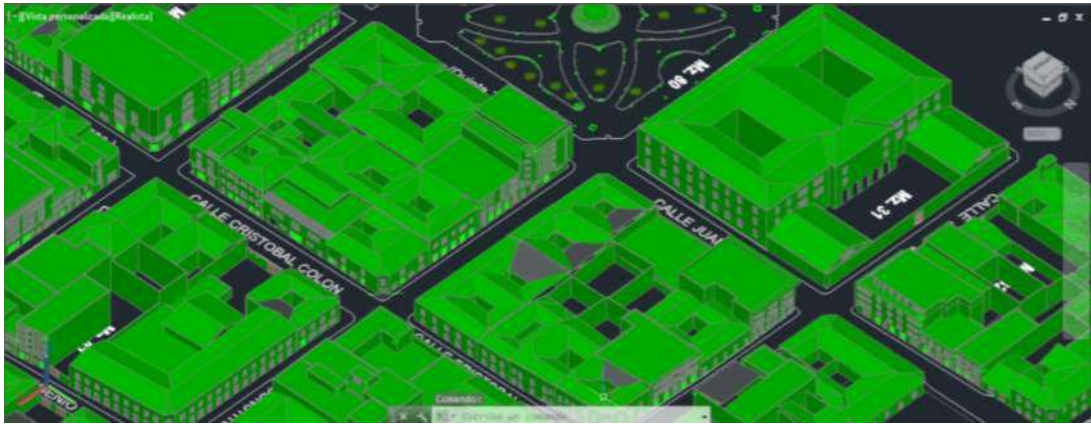


**Figura 10-3.** Puertas y ventanas de viviendas  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

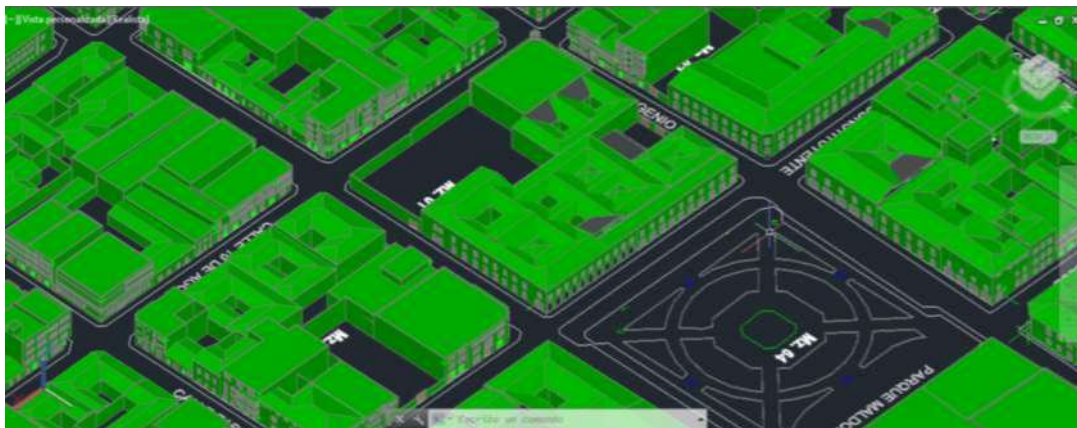
### 3.7.3 Cubiertas

La aplicación de la siguiente fase se desarrolló a través de dos variables, están constituidas por loza que son cubiertas uniformes o pisos y las cubierta con caída las mismas que pueden variar dependiendo de la conformación de los edificios, hay que destacar que por el diseño de los edificios las cubiertas con caída constan de alero tomando la medida desde 0.30 m hasta medio metro.

Para verificar las cubiertas se empleó google earth las cuales nos permiten la observación de la ciudad en perspectiva superiora y conocer cómo están estructurado los edificios. A continuación se presentará en las figuras 11-3 y figura 12-3



**Figura 11-3.** Colegio Pedro Vicente Maldonado y Empresa Eléctrica  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Figura 12-3.** Edificios aledaños al Parque Maldonado  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.4 *Textura*

Una parte primordial de los modelados 3d son las texturas ya que brindan el realismo a los objetos, existen diferentes software con los que se puede realizar esta actividad. En el presente proyecto se implementó el software 3d Max por su afinidad, manejo y dominio al momento de realizar el texturizado.

Considerando las herramientas que nos brinda el software se implementara dos tipos de texturizado siendo presentados a continuación.

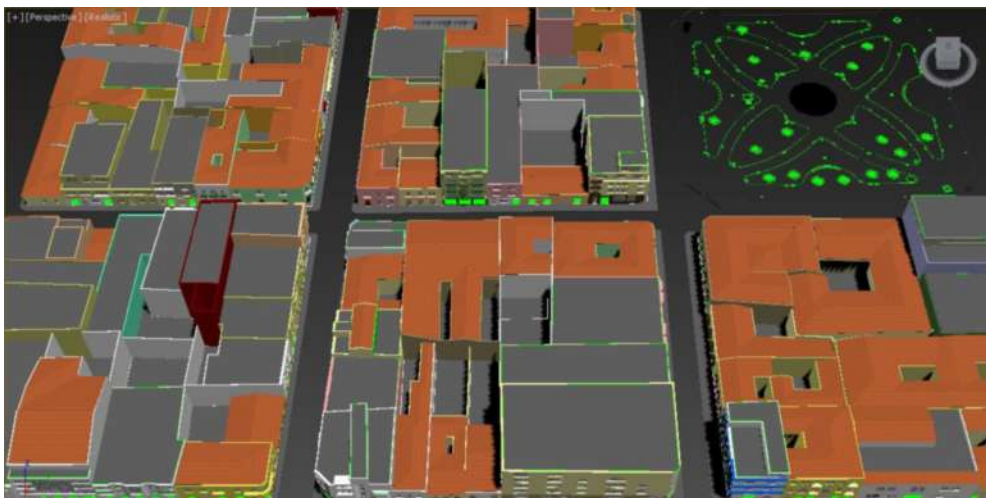
**Editores de texturas.-** Basados en la creación y modificación de materiales y texturas propias a través de herramientas como es el normal bump, bump o displace, permitiendo la concepción de texturas de excelente calidad. Este software consta de la limitación a usos superficiales, no permitiendo para la definición de materiales.

**Mapeado con mapas bits.-** Con base a la utilización de píxeles (imágenes) pretende simular relieve y texturas trabajando con los canales RGB, considerando que se puede utilizar diferentes métodos brindando excelentes resultados, en el cual se tomara en cuenta ángulos y luces.

En las figura 13-3 y 14-3 se presenta el resultado obtenido de la etapa de texturizado



**Figura 13-3.** Textura del área 3  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



**Figura 14-3.** Textura del área 6  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.5 Animación

Para la implementación de una correcta interacción de la maqueta física con la maqueta digital se ha optado por presentar en la parte digital un derrumbe o colapso de las casas de alta vulnerabilidad siendo la misma una posibilidad al momento de una situación de riesgo esta será visualizada a través de un dispositivo de salida en la parte posterior de la maqueta siendo activado por medio de la maqueta por medio del arduino.

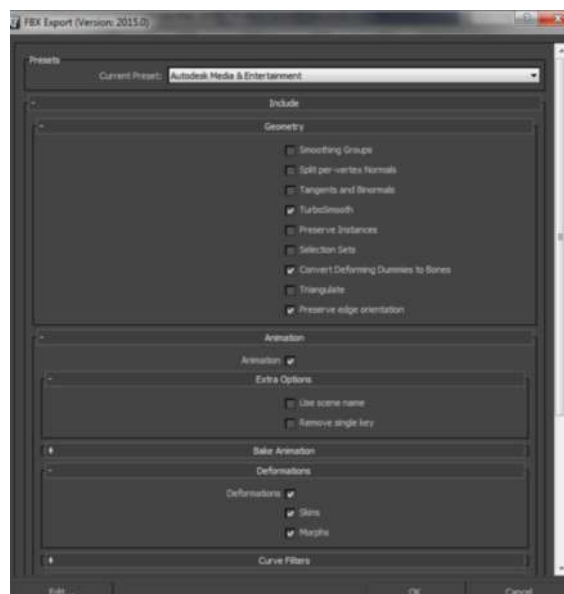


Para la animación será necesario la selección de acuerdo al estudio realizado por el municipio de Riobamba **Anexo C**, el cual indica las zonas con vulnerabilidad para lo cual en el modelado se eliminara las casas que constituyen la zona verde y amarilla del centro histórico como demuestra la figura 15-3



**Figura 15-3.** Edificios de la zona vulnerable  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

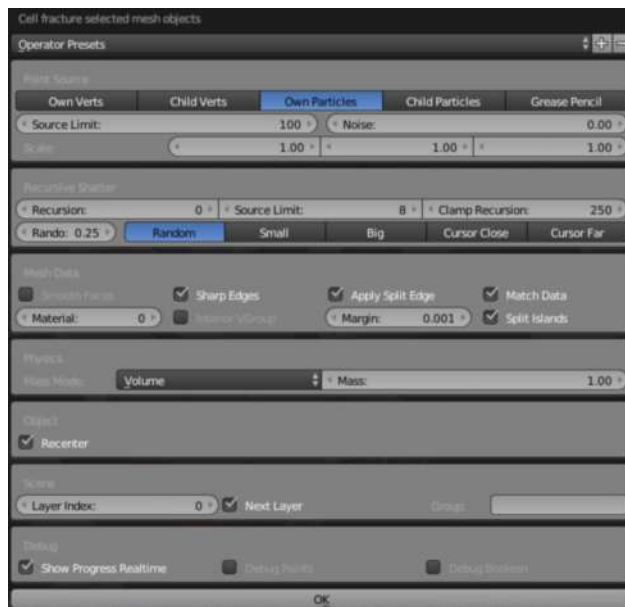
La animación del modelado está realizada en el software blender por lo cual se exportó los modelados según los parámetros descritos en la figura 16-3 los cuales permitieron la exportación del modelado con sus correspondientes texturas y conservar la información digital ya establecida. Los archivos exportados serán divididos dependiendo la zona a la que corresponda para su fácil manejo y animación.



**Figura 16-3.** Parámetros de exportación  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

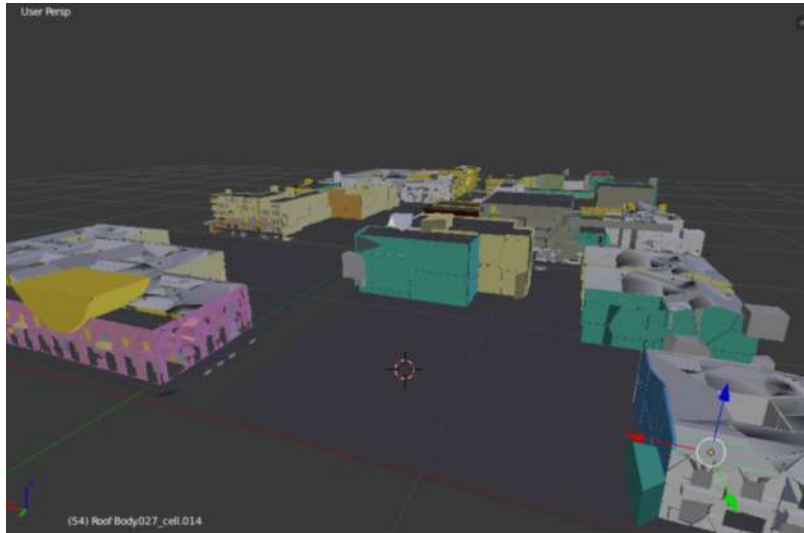
En la animación se consideró el sismo trepada torio o sismos verticales debido a que pueden ser los más devastadores para la zona llegando a producir un colapso total en el centro histórico. Para la correcta animación se ha considerado la asesoría de la Ing. Civil Erika Ocaña la cual proporcionó de acuerdo a su criterio como debería ser los derrumbes debido a las estructuras de los edificios.

Posteriormente de acuerdo con las indicaciones dadas se realizó la correspondiente fragmentación de los edificios con la ayuda del software blender debido a la herramienta Cell fracture selected mesh objects la cual nos permite fragmentar al objeto de acuerdo a las especificaciones de la Ing. Civil para lo cual se realizó una estandarización para todos los modelados, en la figura 17-3 se presenta los valores con los que se trabajó en la fragmentación.



**Figura 17-3.** Parámetros de Cell fracture  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

El proceso anteriormente descrito se realizó con cada uno de los edificios de la zona roja de vulnerabilidad como demuestra la figura 18-3 en la cual se evitara paredes y pociones de techo por indicaciones de la Ing. Civil puesto que algunos edificios se inclinarían producidos por un colapso parcial.



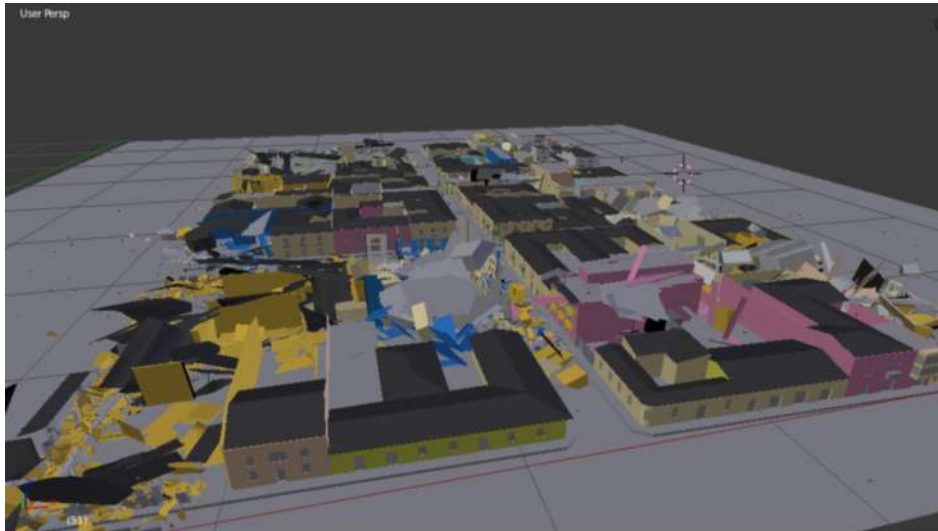
**Figura 18-3.** Edificios fragmentados  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Prosiguiendo con el sismo se realizó previamente en la estructura del suelo y veredas un movimiento vertical pretendiendo simular los sismos trepada torio ya que por los movimientos que realiza de manera vertical son los que afectarían en mayor escala a los edificios. Mientras que en el modelado se le proporcionó parámetros de peso, gravedad, estructura y fricción como demuestra la figura 19-3



**Figura 19-3.** Parámetros de objetos 3D  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se realizara las animaciones y correcciones de los objetos tridimensionales para la incorporación del resto de modelado, este proceso se realizara de acuerdo secciones para un mejor rendimiento como demuestra la figura 20-3 en la cual se podrá observar el resultado de la animación.



**Figura 20-3.** Animación del derrumbe  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.6 *Lighting*

La iluminación de escenas 3d permite al diseño tener realismo, sensación de tiempo, espacio y climatología, considerando que la escena será la representación de exterior y una iluminación de día. Al mismo tiempo nos permite crear una atmósfera y sensaciones en el escenario resaltando cuando ocurre el colapso de las casas, en la cual se ha implementado la utilización de iluminación a través de 3 puntos para asegurar la correcta iluminación.

#### 3.7.6.1 *Luz Principal*

La escena será ejecutada a través de la implementación de una luz principal la cual va a influir en todo el modelado siendo la misma en la vida real la iluminación natural del sol, en donde se implementó la herramienta de blender llamada lamp con los valores de la configuración Sun, brindando la posibilidad de dar especificaciones como son la hora del día e intensidad.

La luz principal será la iluminación más remarcable y definirá las sombras en la escena 3d, tomando como parámetros la hora 10 am y realizando cambios de ángulos para la optimización y efecto de la luz utilizando los parámetros dispuestos en la figura 21-3.



**Figura 21-3.** Parámetros de lamp Sun  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.6.2 Luz de Relleno

Para asegurar la perfecta iluminación y visualización se realizó luz de relleno la misma que está ubicada en la parte opuesta de la luz principal para suavizar las sombras y siendo desactivada la opción de generación de sombras asegurando que en la escena no exista manchas. Para el presente diseño de modelado por su magnitud se ha optado por la implementación de vacías luces de relleno como los parámetros de la figura. 22-3



**Figura 22-3.** Parámetros de luz de relleno  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.6.3 Luz Trasera

Para el diseño de escenas la luz trasera da la sensación de distancia, brindando la profundidad al modelado con respecto a los fondos, considerando una menor intensidad para no sobre exponer a la cámara y no crear blancos en la escena. La implementación de la luz trasera será ejecutada como demuestra la figura. 23-3



**Figura 23-3.** Parámetros de luz trasera  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.7.7 Render

Para la correcta visualización se realizó las diferentes pruebas para verificar que la presente animación no se vea afectada por la magnitud de la composición como demuestra la figura 24-3, 25-3 y 26-3 en las cuales se toma en consideración la toma cenital, picada y normal.



**Figura 24-3.** Toma de cámara cenital  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



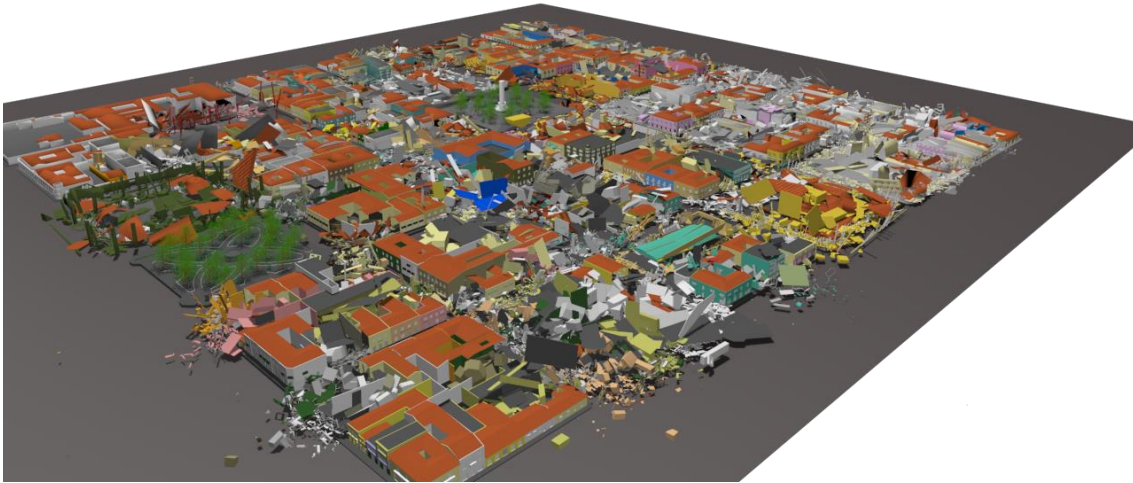
**Figura 25-3.** Toma de cámara picada  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Figura 26-3.** Toma de cámara normal  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Las características a considerar entre las tomas fueron que la toma cenital nos permite una visualización correcta de toda la escena pero perdiendo detalles y al mismo tiempo restándole impacto al terremoto, lo opuesto ocurre con la toma normal en la cual nos permite realizar tomas de detalle ya que las dimensiones de la escena no son equilibradas por lo cual tampoco permite una uniformidad y visualización completa, por otro lado la toma en picada nos da la posibilidad de enfocar la atención en puntos importante y visualizar un porcentaje aceptable de la escena.

Posteriormente se realizó pruebas de movimientos de cámaras resultando la utilización de travelling circular realizando un movimiento en forma orbital, el cual permite presenta en forma equilibrada todos los edificios que corresponden a la composición como demuestra la figura 27-3.



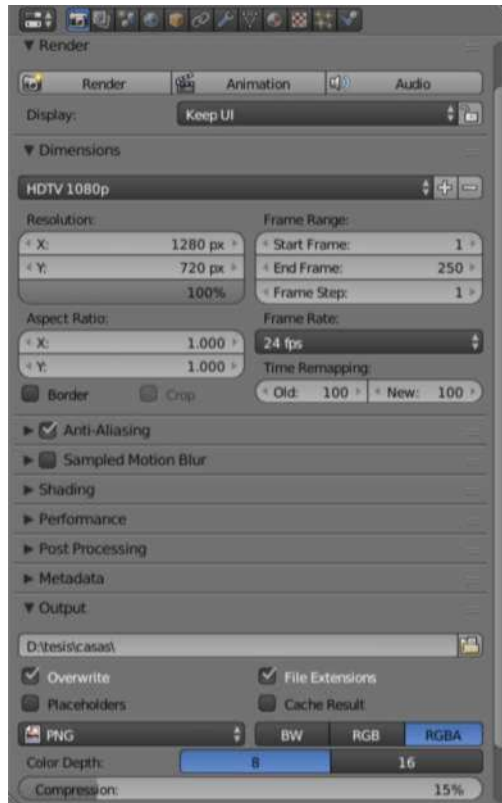
**Figura 27-3.** Toma de cámara travelling circular

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

La presentación de la escena estará compuesta de tres partes las cuales está constituida por los anteriores parámetros destacados anteriormente. La primera toma está compuesta por la toma en picada con un movimiento de travelling circular en donde la escena carecerá de animaciones para que el público pueda constatar de los daños que se producirían en el terremoto, otra toma en considerar es la toma en la cual la cámara se encuentra estática para que pueda visualizarse de una manera correcta la animación posteriormente la cámara realizara nuevamente el movimiento de travelling circular para que el público pueda visualizar la destrucción que habría en casa de un terremoto.

El renderizado se realizó en fusión de imágenes png por su alta capacidad de retener información visual para lo cual se tomara los parámetros establecidos en la figura 28-3 para posterior mente poder ser armado y realizar las correspondientes correcciones en los programas de edición.

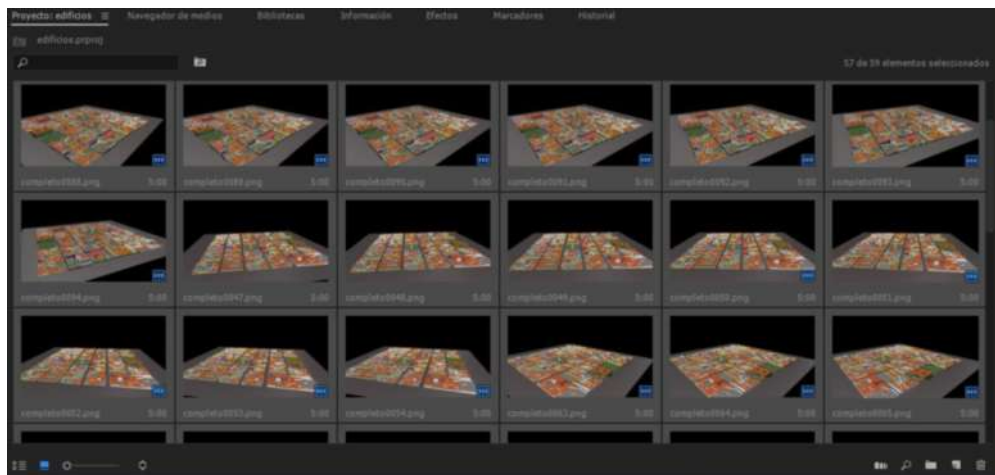




**Figura 28-3.** Parámetros de renderizado  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

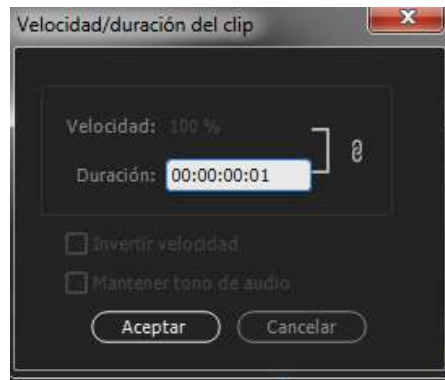
### 3.7.8 Edición

Posteriormente de ser renderizado en formato png se reunió los fotogramas extraídos del modelado para lo cual se utilizara el software adobe premier pro en donde se exportara todas las imágenes como se puede ver en la figura 29-3



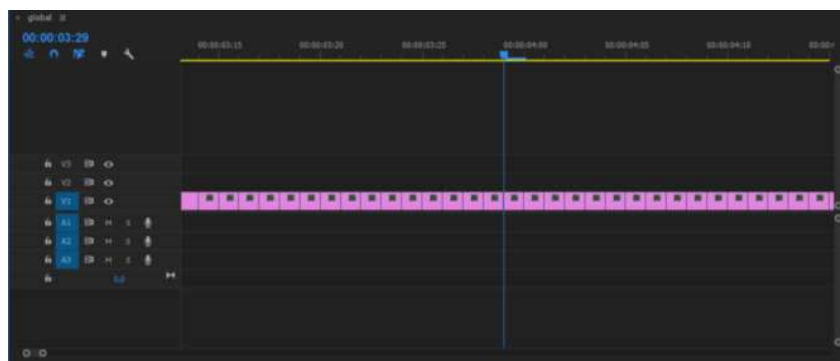
**Figura 29-3.** Imágenes de renderizado  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Por defecto Premier pro impone un valor de duración de 5 minutos puesto que estamos en la aplicación de fotogramas la duración del mismo sería excesiva se dispuso a modificar dicho valores establecidos de 1 segundo por imagen como establece la figura 30-3



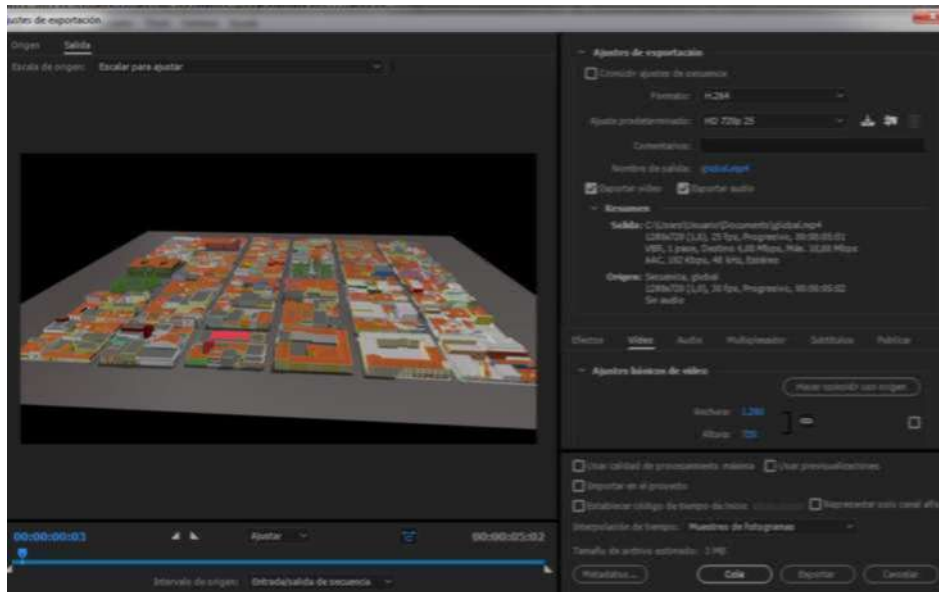
**Figura 30-3.** Parámetros de duración  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya que se han modificado los tipos solo toma reunirlos en una línea de tiempo como dispone la figura 31-3



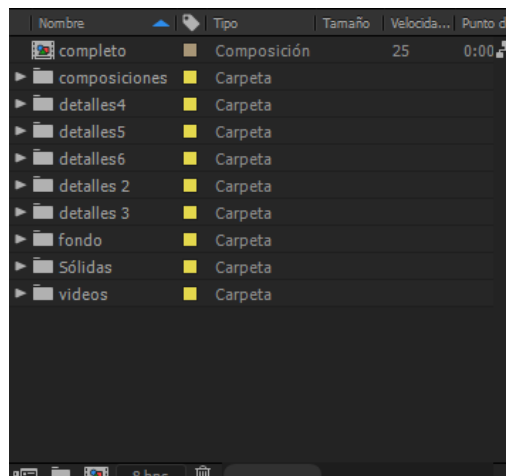
**Figura 31-3.** Línea de fotogramas  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para finalizar sé esta parte se procurara exportar el archivo para poder ser reproducido a través de algún dispositivo de salida para lo cual se tomara en cuenta el formato mp4 como demuestra la imagen 32-3



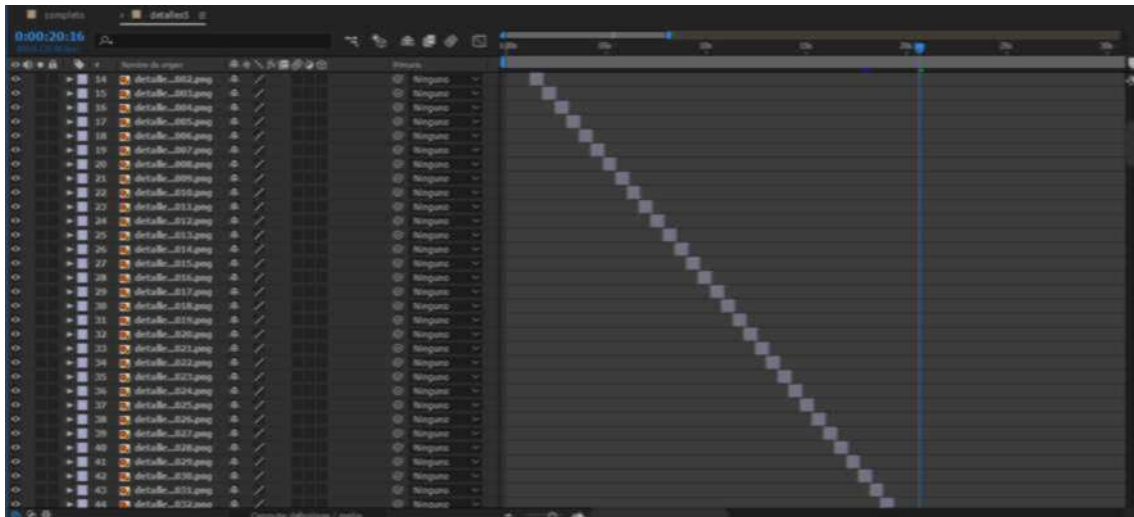
**Figura 32-3.** Formato de exportación  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para la animación del derrumbe se optó la utilización de after effect el cual facilita la agregación de efectos, brindando así más dinamismo a la escena, importando los archivos al mismo para mejorar la eficiencia se ordenara por carpetas como demuestra la figura 33-3



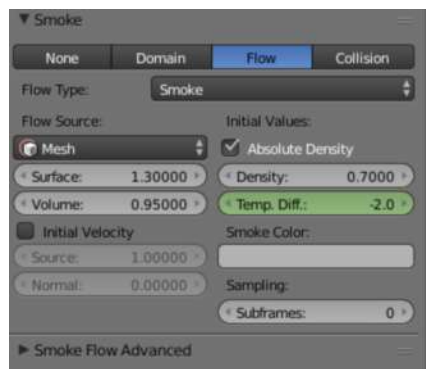
**Figura 33-3.** Elementos importados a after effects  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se creó una composición para empezar a trabajar, siguiendo el proceso en premier se adjuntó en orden los archivos para que posea una continuidad brindando así una escena estable e uniforme en los tiempos como demuestra la figura 34-3.



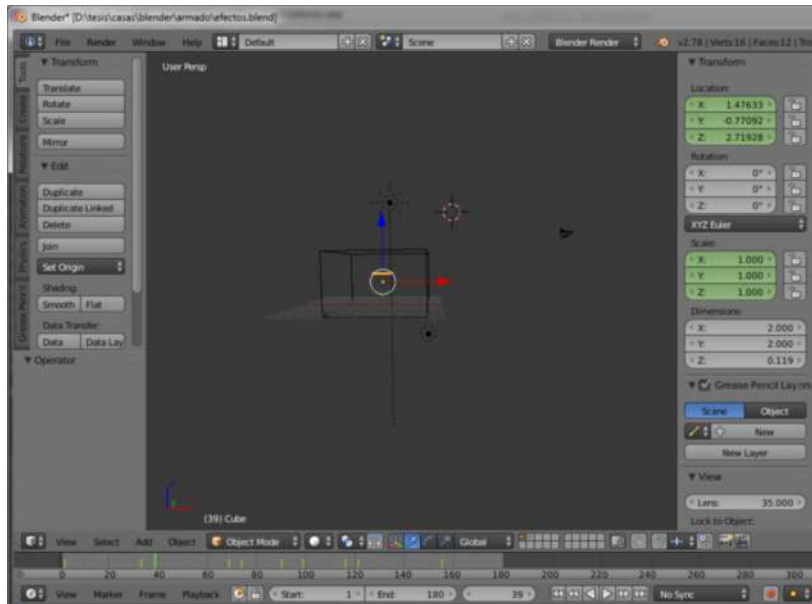
**Figura 34-3.** Incorporación de elementos  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya adjuntados los archivos png se procede a crear los efectos y así optar los mismos desde cero los efectos de derrumbe utilizando el software de blender y after effects siendo dos software compatibles. Empezamos con la creación de efectos de humareda para lo cual se emplea la herramienta de quick smoke de blender con los valores establecidos en la figura 35-3



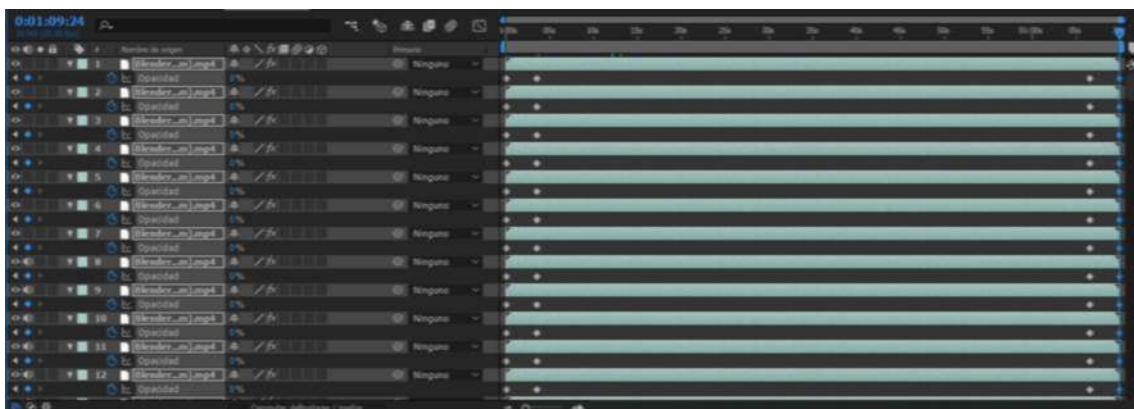
**Figura 35-3.** Valores de Smoke  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para terminar se creó animaciones del comportamiento que se ejecutara en el derrumbe para con la ayuda de la herramienta de línea de tiempo y los controladores de posición, escala y rotación como demuestra la figura 36-3. El resultado será enviado a after effects como archivo png con las estipulaciones establecidas por el programa para posteriormente ser incorporado en la composición.



**Figura 36-3.** Animación de Smoke  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya importado en after effects se creó la animación de humareda y se colocara en la composición para posteriormente ser editadas y animadas utilizando las características de opacidad, escala, posición y rotación para una mejor incorporación se utilizara la herramienta de mascara como demuestra la figura 37-3



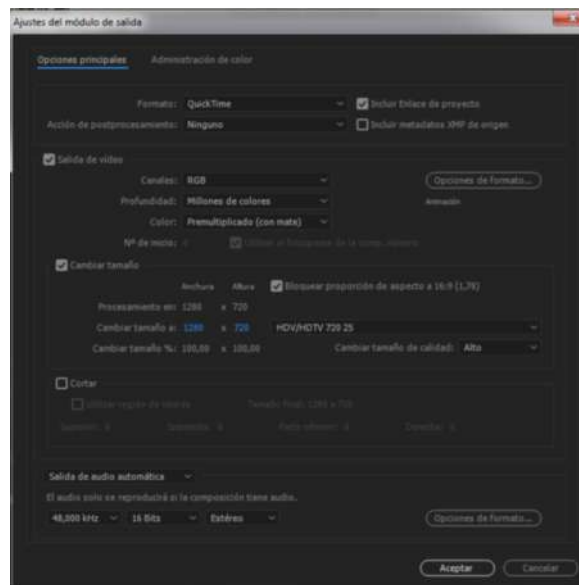
**Figura 37-3.** Animación de humareda  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para lo cual se ubicara en la composición dándole realismo y más impacto a la escena pudiendo llegar más fácilmente al público como demuestra de figura 38-3



**Figura 38-3.** Escena con efectos  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Puesto que la animación debe ser transmitida a través de una pantalla o en su defecto proyector se requiere que el archivo pueda ser presentado se tomó en consideración los por lo cual se optó por formato mov ya que se puede tener una definición con la cual se puede observar los detalles como demuestra la figura 39-3

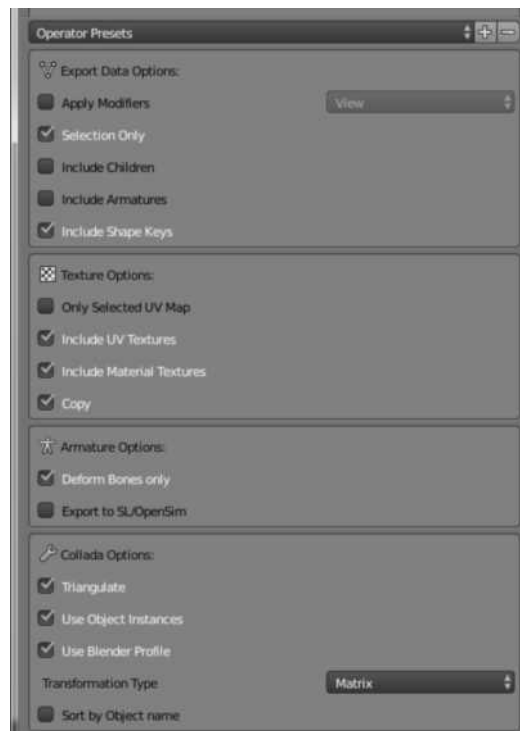


**Figura 39-3.** Formato de video  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.8 Aplicación de Realidad Virtual

Con el objetivo de destacar los estragos que ocurrirían en el caso de que la ciudad de Riobamba se vuelva inmersa en una situación de riesgo se creyó prudente utilizar los modelados 3d ya realizados para poder crear una realidad virtual en la cual las personas puedan observar los daños causados después del evento.

Para lo cual se implementó la exportación de los archivos en formato dae puesto que la información que se puede incrustar, en ellos incorpora el modelado, texturas, iluminación y animación. Siendo el caso en que se está implementando el software blender esta acción estará marcada bajo los valores establecidos en la figura 40-3



**Figura 40-3.** Exportación de archivos 3d

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

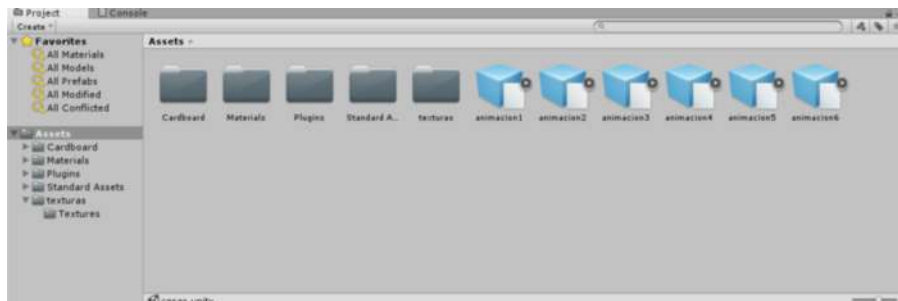
Para la implementación de la realidad virtual se implementó la utilización del software unity en el cual se realizó la mejora de modelado y elementos adicionales para lo cual se vio la implementación de assest package como es el caso de environnment, particle system y effect.

Continuando con los assest para la realidad virtual se vio necesario incorporar un assest que no está predeterminado en el software para lo cual se descargó el assest de GoogleVRForUnity el cual nos permite incorporar acciones de cardboard en el software de unity posteriormente se incorporó el software como demuestra la figura 41-3



**Figura 41-3.** Assets de Cardboard  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya incorporado los assets se incorporó el modelado 3d en las carpetas assets ya creada por el programa como demuestra la figura 42-3.



**Figura 42-3.** Importación de archivos en unity  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

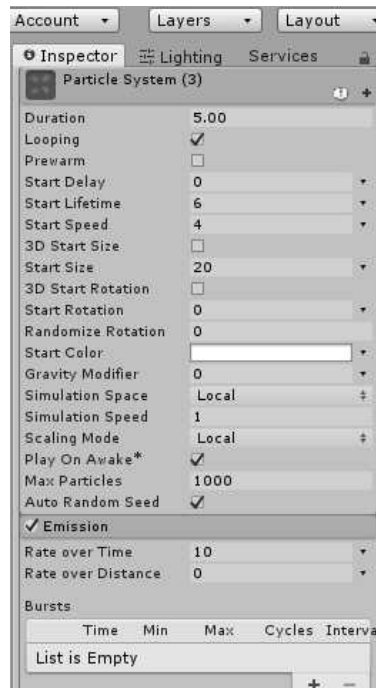
A continuación se agrega a la escena los modelados en 3d y se creó un terreno en el cual se asienten, puesto que el software nos da la facilidad de crear un ambiente más realista se verá la oportunidad de editar el modelado eliminando los arboles e incorporar los assets standard del programa como se visualiza en la figura 43-3.





**Figura 43-3.** Incorporación de la escena  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para completar la escena se cree prudente la implementación de efectos para lo cual se utilizó assets de particle system el cual fue colocado en cada aria correspondiente y trabajado bajo los valores de la figura 44-3



**Figura 44-3.** Particle System  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Como resultado se colocó en cada casa que está destruida y se presentara corregirá los valores anteriormente presentados por razones de variedad de terreno y tamaño de las casas como demuestra la figura 45-3



**Figura 45-3.** Incorporación de efectos a unity  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya colocados los elementos en la escena se prosigue a colocar la cámara del assets de cardboard llamada cardboard ubicada en los prefabs posteriormente se le modificó la vista del cielo, abriendo en main cámara y posteriormente se cambió la opción a sky como se puede observar en la figura 46-3



**Figura 46-3.** Modificación de Cámara  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya colocada, la siguiente parte es poder conseguir que el personaje se pueda caminar con libre albedrío a través de la escena, empleando un script más en específico la conocida con autowalk, mediante la figura 47-3 podemos observar cómo está configurada el código script de autowalk.

```
Autowalk:
// This script moves your player automatically in the direction he is looking at. You can
// activate the autowalk function by pull the cardboard trigger, by define a threshold angle
// or combine both by setting both of these options.
// The threshold is an value in degree between 0 and 90. So for example the threshold is
// 30, the player will move when he is looking 31 down to the bottom and he will not move
// when the player is looking 29 down to the bottom. This script can easily be configured
// in the Unity Inspector. Attach this Script to your CardboardMain-GameObject. If you
// haven't the Cardboard Unity SDK, download it from https://developers.google.com/cardboard/unity/download

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Autowalk : MonoBehaviour
{
    private const int RIGHT_ANGLE = 90;

    // This variable determinates if the player will move or not
    private bool isWalking = false;

    CardboardHead head = null;

    // This is the variable for the player speed
    [Tooltip("With this speed the player will move.")]
    public float speed;

    [Tooltip("Activate this checkbox if the player shall move when the Cardboard trigger is pulled.")]
    public bool walkWhenTriggered;

    [Tooltip("Activate this checkbox if the player shall move when he looks below the threshold.")]
    public bool walkWhenLookDown;

    [Tooltip("This has to be an angle from 0 to 90")]
    public double thresholdAngle;

    [Tooltip("Activate this Checkbox if you want to freeze the y-coordiante for the player. " +
        "For example in the case if you have no collider attached to your CardboardMain-GameObject" +
        "and you want to stay in a fixed level.")]
    public bool freezeYPosition;
}
```

**Figura 47-3.** Código Autowalk  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Prosiguiendo se ubicó los scripts en cardboardMain para poder hacer variaciones de valores en las cuales la velocidad de caminar se ubicara en 3 y se activará la opción de walk when look down para poder conseguir que el personaje se mueva en la escena como es demostrado en la figura 48-3.



**Figura 48-3.** Configuración de Autowalk  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Para finalizar con la aplicación se debió construir la app para lo cual abriremos la ventana de build setting y nos dirigiremos a player setting para poder modificar los datos de compañía y aplicación siendo así la modificación de orientación de la app utilizando landscape left como demuestra la figura 49-3



**Figura 49-3.** Configuración de orientación  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se ejecutó el periodo de prueba de la aplicación de RV en la cual el usuario ingreso en el mundo digital en donde la ciudad de Riobamba está devastada por un terremoto. En la figura 50-3 podemos observar que el usuario está interactuando con la escena a través de cardboard.



**Figura 50-3.** Prueba de RV  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.9 Aplicación de Realidad aumentada

La realidad aumentada se basó en el concepto de información adicional o de apoyo para lo cual se optó en crear una propuesta de imagen para la producción y distribución de la app. Posteriormente se realizará la codificación y diseño de la misma a través del software de unity.

#### 3.9.1 Diseño de logotipo

Para el diseño del logotipo se partió de la creación de naming, considerando las palabras Riobamba, realidad virtual, realidad aumentada y riesgos eminentes dándonos como resultado el naming de Realidad Riobamba donde se engloba todos los conceptos anteriormente mencionados que incluye nuestro proyecto. Realidad Riobamba representó la app dedicada a facilitar información sobre las zonas de vulnerabilidad del centro histórico teniendo un contacto a través de la realidad aumentada con la maqueta física.

Posteriormente se crea el branding de la aplicación, estando compuesta por una arquitectura específica para distinguir la letra y el tema a tratar representa las estructura, derrumbe y vulnerabilidad como demuestra la figura 51-3. Para el presente diseño se consideró la tipografía palo seco para mantener un equilibrio con el símbolo y el naming permitiendo transmitir al público seguridad, uniformidad y equilibrio.



**Figura 51-3.** Desarrollo de branding

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

La cromática a implementar será el azul y blanco los cuales tienen una connotación de verdad, serenidad, armonía, fidelidad, sinceridad, responsabilidad, aporta paz, la pureza y confort provocando en el público el interés e incentivando a informarse mejor sobre la situación de riesgos. En la figura 52-3 se presenta la gama cromática de logotipo.



**Figura 52-3.** Gama cromática de branding  
 Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.9.2 Imagen del proyecto

Para la aplicación de realidad aumentada se requirió la creación de una propuesta de imagen brindando unidad al proyecto, optando por la ilustración ya que se puede presentar de una forma limpia, simple y uniforme.

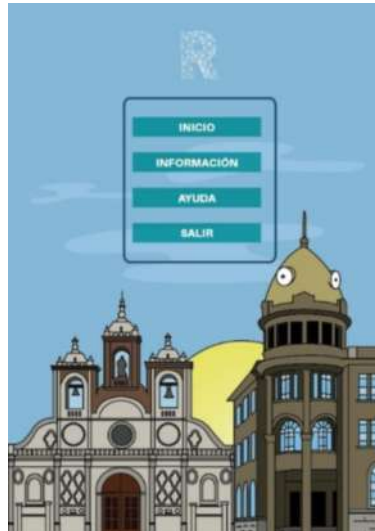
Para estar de acuerdo con el logotipo se eligió un estilo minimalista siendo plasmado en las representaciones de los edificios más icónicos del centro histórico (edificio del correo, la catedral, colegio Maldonado entre otros). En el diseño de la aplicación se considerara la cromática descrita en la figura 52-3.

La aplicación fue desarrollada a través del programa unity permitiendo trabajar con Android y realidad aumentada, la misma que está basada en un funcionamiento claro y sin elementos distractores al momento de realizar el desarrollo. En el texto sé diseñado a través del empleo de las directrices conocidas como hinting.

Para la presente aplicación se tomó en cuenta el desarrollo de tres escenas:

#### 3.9.2.1 Menú Principal

En el desarrollo del menú principal se diseñó a través de las directrices anteriormente descritas, tomando en cuenta la ilustración de la Catedral y el edificio del correo de Riobamba por su relevancia y cercanía, se trabajó en función de cuadro botones los cuales son: inicio, información, ayuda y salir como demuestra la figura 53-3.



**Figura 53-3.** Página de inicio de la Aplicación  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Para el funcionamiento de la aplicación se debe crear un script el cual nos presenta la relación de entre las escenas el cual está descrito en la figura 54-3

```

Menu Import Settings
Open... Execution Order...

Imported Object
Menu

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Menu : MonoBehaviour {

    public void Inicio (string LevelName)
    {
        Application.LoadLevel("juego");
    }
    public void Informacion (string LevelName)
    {
        Application.LoadLevel("Informacion");
    }
    public void Ayuda (string LevelName)
    {
        Application.LoadLevel("Ayuda");
    }
    public void Principal (string LevelName)
    {
        Application.LoadLevel("Menu");
    }
    public void Salir (string LevelName)
    {
        Application.Quit();
    }
}

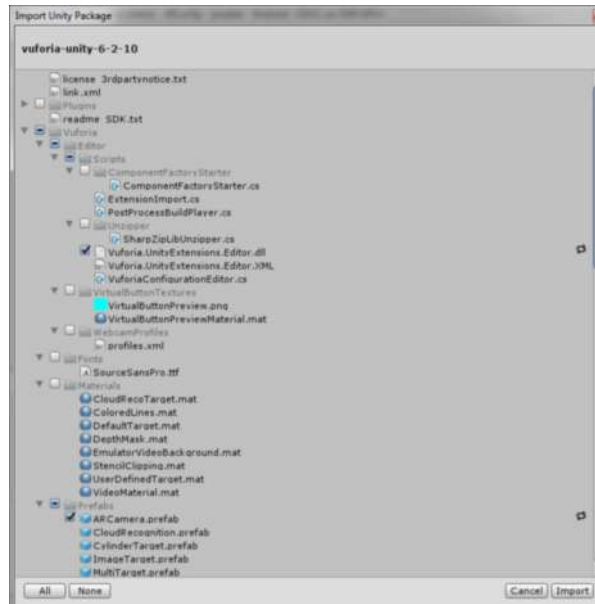
```

**Figura 54-3.** Scripts de Menú  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.9.2.2 Realidad Aumentada

Para empezar con la app de RA se debió entender que el programa de unity en su forma estándar no brinda la posibilidad de crear una app de realidad aumentada para lo cual se optó por la utilización de la librería vuforia, siendo descargada de la página autorizada de vuforia.

Posteriormente se importó el packaging descargado de la página como se demuestra en la figura 55-3



**Figura 55-3.** Librería de vuforia  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

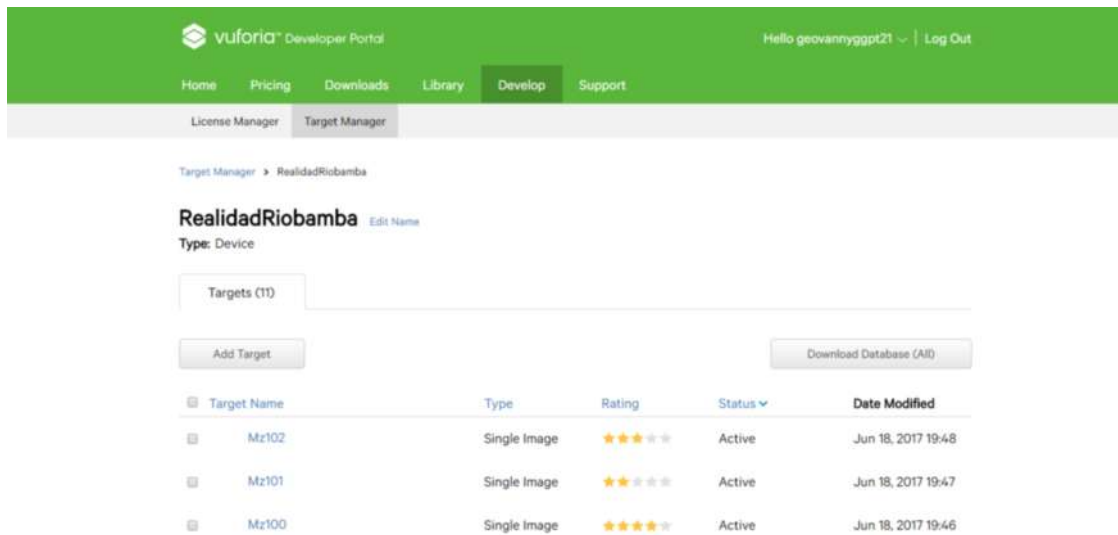
Para poder desarrollar esta aplicación se requiere de marcadores, colocados en la maqueta y empleando los techos de la maqueta como marcadores como ejemplo tenemos la figura 56-3.



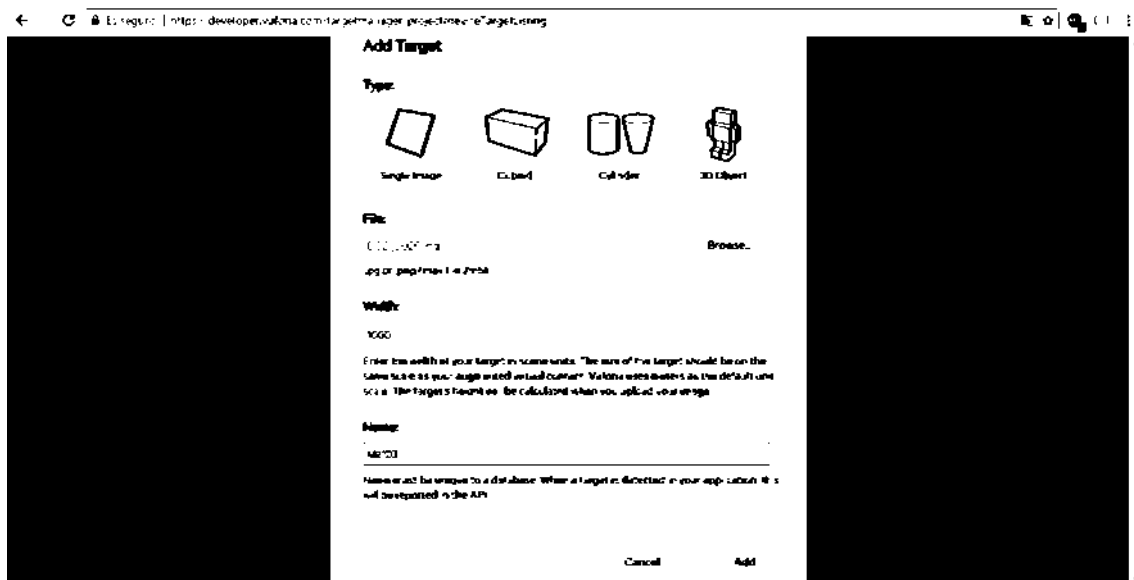
**Figura 56-3.** Marcador de la Mz. 79  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

A continuación se subió las fotografías a la librería de vuforia, para lo cual se creó una cuenta en la misma y crear un target manager para poder subir y transformar en marcadores siendo utilizados como está realizado en la figura 57-3 y figura 58-3.



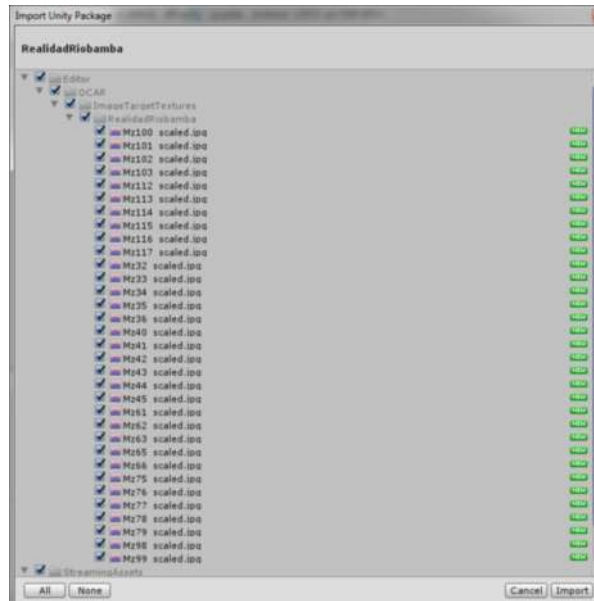


**Figura 57-3.** Creación de target manger  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



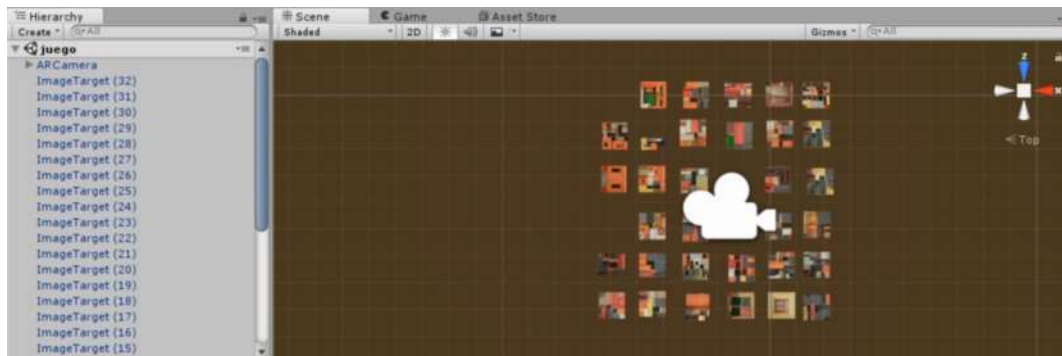
**Figura 58-3.** Subida de los archivos de fotografías  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se descargarán los archivos ya transformados para ser importados en el programa de unity para lo cual se utilizará la importación de las imágenes en su forma ImageTargetTexture como se puede observar en la figura 59-3



**Figura 59-3.** Importación de ImageTargetTexture  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Ya ubicados los archivos de ImageTargetTexture se empezó eliminando la cámara y luces de la escena para colocar en la parte superior la cámara ARCamera de vuforia, a continuación se incorporó a la escena ImageTarget también de la librería de vuforia así colocando los 33 marcadores concebidos para este proyecto como plantea la figura 60-3 respetando el orden de la ubicación de las cuadras de la maqueta.



**Figura 60-3.** Colocación de elementos de RA  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Un requerimiento para la utilización de la librería de vuforia es la obtención de una licencia, ingresando en la página de vuforia dirigiéndonos en la License Manager y se creó un development con el nombre de Realidad Riobamba a continuación obtener la licencia al ingresar el código obtenido en la cámara ARCamera como demuestra la figura 61-3



**Figura 61-3.** Licencia de Vuforia  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

### 3.9.2.3 Información y ayuda

En el presente enunciado se tomó en cuenta para la realización de las escenas de información y ayuda empleado un solo diseño con las especificaciones descritas en la figura 16.3. El ingreso se realizó por medio del menú principal en donde la información describe como esta estructuralizado el proyecto, su finalidad y desarrollo, mientras que la ventana de ayuda brindara instrucciones de como es el proceso y desarrollo de la aplicación. El diseño de esta ventana está en la figura 62-3.



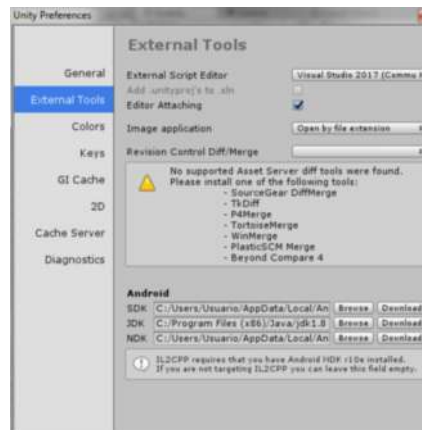
Realidad Riobamba es un proyecto que pretende dar a conocer a la ciudadanía el estado de vulnerabilidad de la zona de Riobamba el cual esta conceptualizado en base en el empleo de maqueta física y digital apoyados por la presente aplicación la cual presentara información precisa sobre los datos obtenidos por el municipio de Riobamba.

La maqueta física está realizada a través de corte laser e instalada elementos electrónicos para demostrar de forma física el estado de la ciudad, mientras que la maqueta digital presentara una demostración sobre los eventos que podrían ocurrir durante una situación de riesgo. La aplicación Realidad Riobamba estará en función de la realidad aumentada.

**Figura 62-3.** Ventana de Información  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

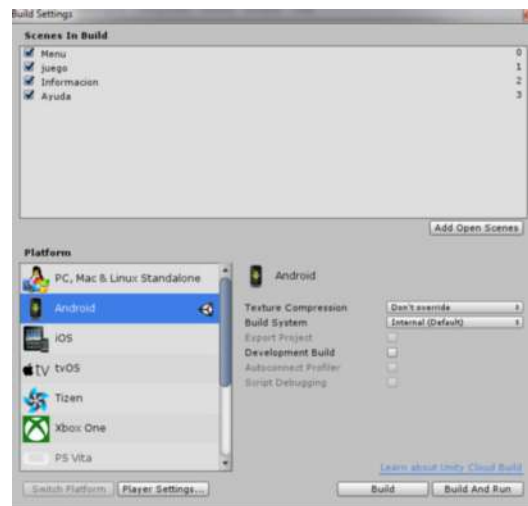
### 3.9.3 Construcción de Aplicación

Para el funcionamiento y compatibilidad de la aplicación con los diferentes diseños de Android se tomó en consideración las versiones incorporando complementos como son SDK, JDH y NDK como demuestra la figura 63-3



**Figura 63-3.** Complementos SDK, JDH y NDK  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Prosiguiendo con la construcción de la aplicación se consideró el esquema de funcionamiento para lo cual se ingresó de forma ordenada en la ventana de scenes in Build como demuestra la figura 64-3



**Figura 64-3.** Estructura de la Aplicación  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Para realizar una configuración de la app se ingresara en Player Settings para poder modificar, en la figura 65-3 se puede observar el cambio de icono siendo el logo ya anteriormente descrito e ingresar el nombre de la aplicación y el de producción para prever fallos en otras versiones. En

esta ventana nos permite elegir desde que versión de Android se podrá ejecutar por lo cual se eligió desde la versión 4 de Android puesto que presentan fallas en el desarrollo de la aplicación.



**Figura 65-3.** Player Settings  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

Posteriormente se ejecutó las pruebas como demuestra la figura 66-3, las cuales se realizó a través de la computadora para realizar correcciones de diferentes dispositivos y realizar un app estándar. La app leerá las imágenes de la maqueta permitiéndole interpretar y reproducir la correspondiente información.



**Figura 66-3.** Pruebas de RA  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### **3.10 Manual de Maqueta**

El diseño de un manual es concebido para la ayuda de los usuarios en función de su utilización, estructura y funcionamiento por esa razón se ha optado por la utilización de un manual en forma de una infografía para poder ser utilizado al momento de la exposición de la maqueta y los riesgos eminentes de Riobamba.

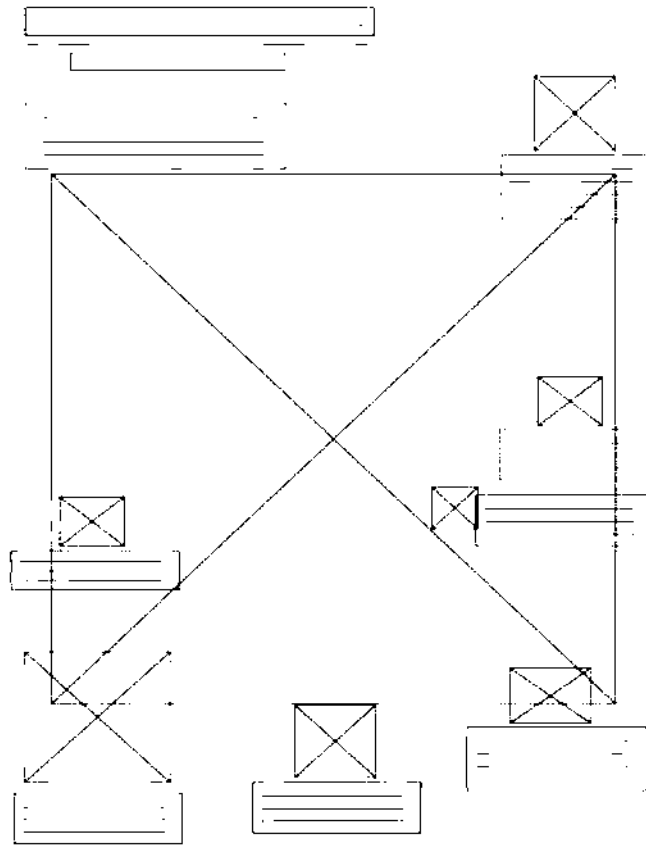
Para la infografía se ha escogido la información que se va a representar en la misma, llegando así a escoger los temas de materiales, estructura y funcionamiento, adicionando información sobre el proyecto posteriormente se priorizo la información dando como resultado:

1. Información del proyecto
2. Composición (Materiales)
3. Estructura
4. Funcionamiento

Con el objetivo de ser presentado con la maqueta como material de apoyo se ha decidido que la infografía debe ser llamativa, atractiva y simple por lo cual se implementado mayormente la utilización de gráficos los cuales tienen un mayor impacto para los usuarios

#### ***3.10.1 Boceto/ Borrador***

La primera etapa en el diseño de infografía se implementó la creación de bocetos para dar idea de cómo se desarrollaría las jerarquías anteriormente explicadas, permitiendo dar a conocer la diagramación de la misma este proceso se desarrolló con la herramienta de Adobe Illustrator CC dándonos como resultado la diagramación descrita en la figura 67-3.



**Figura 67-3.** Boceto de infografía  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

### **3.10.2 Formato**

El diseño está pensado para ser implementado en un soporte A3 (297cm x 420cm) pero este mismo puede ser variado en formatos A4 (210cm x 297cm) para ser plegables ya que nos proporciona la posibilidad de ser entregado a los usuarios como información.

### **3.10.3 Cromática**

La forma que se escogió la cromática para la implementación en la infografía fue basado en la cromática implementada en la aplicación de RA está misma siendo implementada en color principal.

### **3.10.4 Fuente tipográfica**

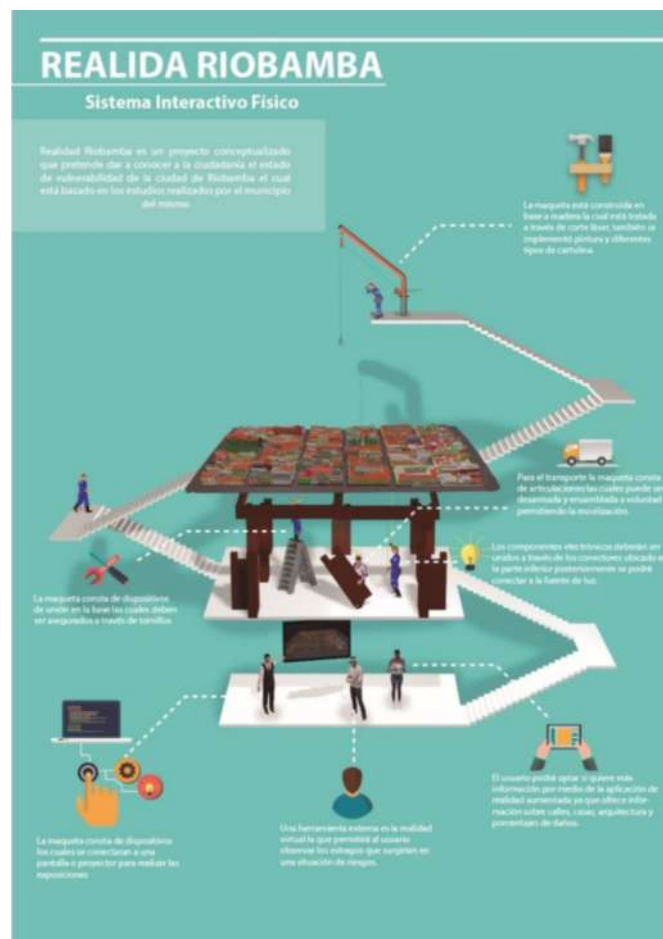
Para el presente diseño se determinó que la tipografía debería ser sencilla por lo cual se optó en la implementación de una tipografía Sans Serif la cual provoca una lectura fluida y dando un

balance en la infografía. La fuente utilizada es Myriad Pro por ser una fuente gratuita y que nos brinda diferentes pesos permitiendo dar variación en el título, subtítulo y texto.

### 3.10.5 Diseño de infografía

El diseño escogido para la infografía fue en relación con la aplicación de RA por lo que se escogió el estilo minimalista, este mismo siendo utilizado para las ilustraciones y el gráfico 3d implementado. Siguiendo el orden jerárquico descrito anteriormente se ideó una infografía en base de una estructura.

Para el diseño se utilizó una retícula la cual nos permite tener una lectura fácil y brindando un balance posteriormente se ubicó en la retícula el boceto anteriormente enseñado, para una mejor percepción de los temas a tratar se ideó crear iconos que representan la información que se transmite. En la figura 68-3 se puede observar el diseño terminado de la infografía.



**Figura 68-3.** Infografía  
Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



### 3.11 Aplicación del Sistema Interactivo

La aplicación del Sistema Interactivo física y digital se llevó a cabo durante exposiciones en eventos conocidos como Hábitat III y Quinta Macaji entre los más destacables. En el cual se llevó a cabo el test de usabilidad, test de guerrilla y de cinco segundos expuestos en el capítulo de metodología en la metodología Para El Diseño De Maquetas, los cuales consistían en reunir a personas voluntarias permitiendo recortar costos y tiempo de duración.

El proceso de educación se desarrolló empezando con una pequeña instrucción sobre el sistema interactivo físico y digital y pidiéndoles que intervengan en la explicación de la situación de riesgo de la ciudad de Riobamba permitiendo hacer una retro alimentación tras la observación de su comportamiento realizando anotaciones. En dicha explicación se trató los temas de zonas vulnerables, riesgos de las cuadras, historial de amenazas, porcentajes de daños, acciones a tomar entre otros.

Posteriormente a los voluntarios se les pidió que participen con la ejercitación de las aplicaciones aclarándoles que tienen libertad al momento de utilizarla. Este proceso nos permitió escuchar sus opiniones, ver sus reacciones e observar sus acciones durante.

En los **Anexo D** podemos observar con mayor detalle el funcionamiento del Sistema Interactivo durante las exposiciones realizadas durante el tiempo de aplicación, por otro lado en el **Anexo E** se encuentra las imágenes que el usuario puede acceder por medio de la RV, En el **Anexo F** se observara la información producida a través de la aplicación de RA.

Para una mejor comprensión en los datos obtenidos durante la aplicación del Sistema Interactivo se realizó las metáforas de los requerimientos del sistema necesarios para la implementación a través de fichas, se trató temas como la estructura, la usabilidad y funcionamiento.

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P1M1	<b>Historia de Usuario:</b> Diseño del Sistema Interactivo físico y digital
<b>Nombre:</b> El diseño debe educar a los pobladores de Riobamba	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Verificar la comprensión sobre situación de riego	
<b>Condiciones de Ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar la comprensión de la situación de riego</li><li>• Verificar el funcionamiento del Sistema Interactivo</li></ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Seleccionar un usuario para realizar preguntas sobre el tema</li><li>• Verificar que no tenga ninguna inquietud.</li></ul>	
<b>Resultado esperado:</b> El Sistema interactivo funcione correctamente.	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P2M1	<b>Historia de Usuario:</b> Diseño del Sistema Interactivo físico y digital
<b>Nombre:</b> Existencia de herramientas de educación	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Verificar la formas que el usuario pueda comprender el tema	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de herramientas</li> <li>• Verificar el funcionamiento de las herramientas</li> </ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de Herramientas para la complementación</li> <li>• Desarrollo de diferentes interacciones</li> <li>• Pruebas de integración</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> Las aplicaciones funcione correctamente.	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P1M2	<b>Historia de Usuario:</b> Selección de estándares de material didáctico
<b>Nombre:</b> Existencia del estándar de material didáctico	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Verificar la formas que el usuario pueda comprender el tema	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de estándar de material didáctico</li> </ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de estándar de material didáctico</li> <li>• Recopilación de información</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> Que la información sea reproducible	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P1M3	<b>Historia de Usuario:</b> Diseño del Interacción
<b>Nombre:</b> Verificación de la existencia de interacción	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> El usuario interacciona con las diferentes herramientas	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de Interacción de herramientas</li> </ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de formas de interacción del sistema</li> <li>• Verificar el diagrama de interacción</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> La interacción sea acorde a los requerimientos del usuario	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P2M3	<b>Historia de Usuario:</b> Diseño del Interacción
<b>Nombre:</b> Aceptación del diseño de los usuarios	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Aceptación de la interfaz por parte del usuario de acuerdo a los requerimientos presentados.	

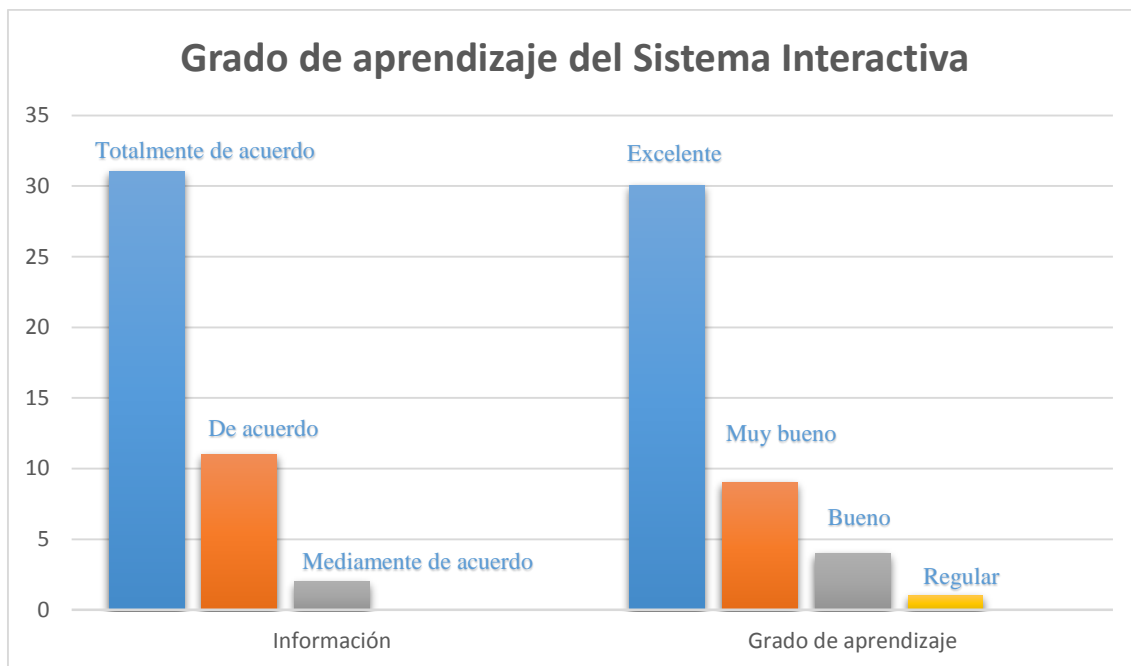
<b>Condiciones de Ejecución:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de Interacción de herramientas</li> </ul>
<b>Pasos de ejecución:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualización de la interacción del usuario</li> <li>• Verificar por parte del usuario</li> </ul>
<b>Resultado esperado:</b> Aceptación de la interacción por parte del usuario
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P3M3	<b>Historia de Usuario:</b> Implementación de usabilidad
<b>Nombre:</b> Aceptación del diseño de los usuarios	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Aceptación de la interfaz de las aplicaciones	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia interfaz en las aplicaciones</li> </ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualización de interfaz en las aplicaciones</li> <li>• Verificar la usabilidad de la interfaz</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> Aceptación de la interacción por parte del usuario	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

<b>Prueba de Aceptación</b>	
<b>Código:</b> P4M3	<b>Historia de Usuario:</b> Ingreso en las aplicaciones
<b>Nombre:</b> Emitir una presentación al ingreso de la aplicación	
<b>Responsable:</b> Geovanny Peñafiel	<b>Fecha:</b> 19/10/17
<b>Descripción:</b> Comprobar lo que visualiza el usuario al iniciar la aplicación	
<b>Condiciones de Ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de menú de inicio</li> <li>• Verificar la información que se presenta en el menú</li> </ul>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los usuarios ingresan en las aplicaciones</li> <li>• Ingresar en un menú de bienvenida</li> <li>• Hacer clic en los botones para proseguir en la aplicación</li> </ul>	
<b>Resultado esperado:</b> Inicio de menú correctamente	
<b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactorio.	

Para comprobar la aceptación del Sistema Interactivo se llevó a cabo encuestas a voluntarios para poder obtener datos sobre las funciones que debe presentar como un material pedagógico.

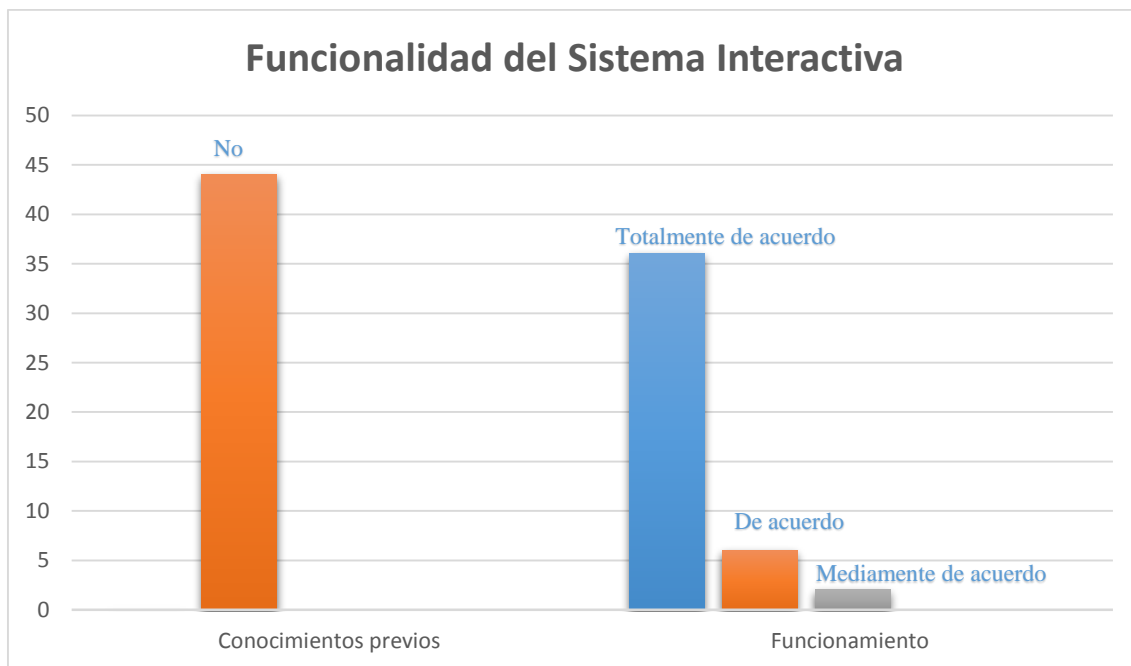
En la encuesta se formuló seis preguntas de las cuales dos evaluaron el grado de aprendizaje; dos la funcionalidad y dos la satisfacción del uso del sistema, el modelo de encuesta en el **Anexo G**. A continuación se detallara la tabulación obtenida en el proceso.



**Gráfico 1-3.** Grado de aprendizaje del Sistema Interactiva  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

En la primera pregunta se trató el tema de si el Sistema Interactivo físico y digital presento la información completa, un total de 44 encuestas dirigidas hacia los voluntarios se pudo obtener que 31 voluntarios están “Totalmente de acuerdo” siendo el 71% de encuestados, 11 voluntarios están “De acuerdo” contemplados como un 27% y 2 de ellos están “Medianamente de acuerdo” considerados como un 2% de las encuestas realizadas con la información presentada.

Con respecto a la segunda pregunta en donde se ha evaluado el grado de aprendizaje sobre la situación de riesgo, los 44 voluntarios encuestados, se obtuvo que 30 voluntarios piensa que su aprendizaje fue “Excelente” manifestando un porcentaje de 67% voluntarios, 9 que fue “Muy bueno” siendo el 21%, 4 que fue “Bueno” mostrando un 10% y un voluntario lo califico como Regular revelando un 2% de los voluntarios.

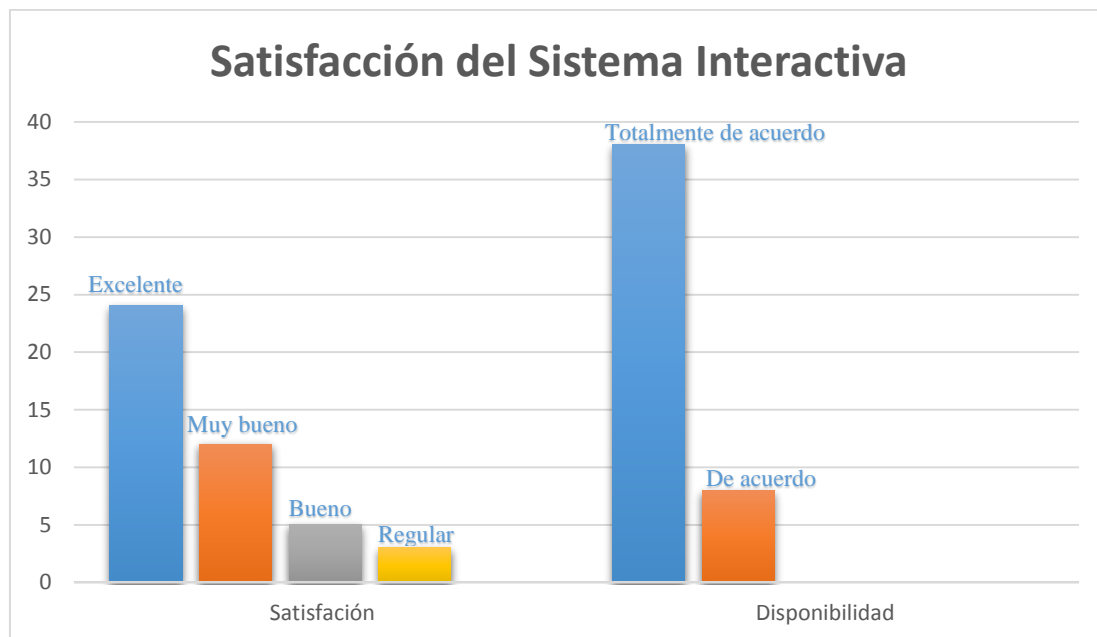


**Gráfico 2-3.** Funcionalidad del Sistema Interactiva

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

En cuanto a la tercera pregunta se preguntó si para ingresar del Sistema Interactivo necesito información previamente. Del cual de un total de 44 voluntarios encuestado todos respondieron que no necesitaban conocimientos previos para utilizar y realizar actividades. Obteniendo una negativa con respecto a conocimientos requerido de un 100%.

Para la cuarta pregunta de trato sobre el funcionamiento del menú o un botón y el resultado esperado, de un total de 44 encuestas dirigidas a voluntarios, 36 estuvieron “Totalmente de acuerdo” siendo los mismos un 82% de los encuestados, mientras que 6 estaban “De acuerdo” manifestando un porcentaje del 15% y 2 respondieron que estaban “Medianamente de acuerdo” siendo considerados como el 3%.



**Gráfico 3-3.** Satisfacción del Sistema Interactiva

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

Con respecto a la siguiente pregunta se trató sobre el grado de satisfacción del uso general del sistema. De lo cual se obtuvo que de los 44 encuestados, 24 de ellos dijeron que la satisfacción con respecto al uso es “Excelente” siendo los mismos un porcentaje del 56%, 12 manifestaron que fue “Muy bueno” correspondiente al 29% de usuarios, 5 lo calificaron como “Bueno” expresado por un 12% de usuarios y 3 como “Regular” siendo un 3% de usuarios.

En la última pregunta se trató sobre si estaría dispuesto a utilizar nuevamente el sistema, de 44 encuestas dirigidas a los voluntarios se obtuvo que 38 de ellos estuvieron “Totalmente de acuerdo” llegando a ser un 86 % de los voluntarios, mientras que 8 solo estuvieron “De acuerdo” siendo considerados el 14%.

### 3.12 Validación del Sistema Interactivo

Para el presente proyecto fue necesario realizar un seguimiento hacia las personas que estuvieron en contacto con el Sistema Interactivo, para poder verificar si los usuarios han comprendido sobre el tema de situación de riesgos inminentes de la ciudad de Riobamba. Para lo cual se precisó esperar un tiempo prudencial para poder obtener datos en los cuales se pueda observar si en verdad concientizaron y aprendieron sobre el tema.

Para poder tener contando con los usuarios se vio preciso utilizar las herramientas de encuestas online en las cuales se formularon nueve preguntas como se demuestra en el **Anexo H**, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

**Pregunta 1.- Género:**

**Tabla 12-3:** Género de usuarios del Sistema Interactivo

	<b>Usuarios</b>	<b>Porcentaje</b>
Hombre	39	67,2%
Mujer	19	32,8%

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 4-3.** Género de usuarios del Sistema Interactivo

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre el género se obtuvo que 67% sean “Hombre”, mientras que 33 % son “Mujeres”.

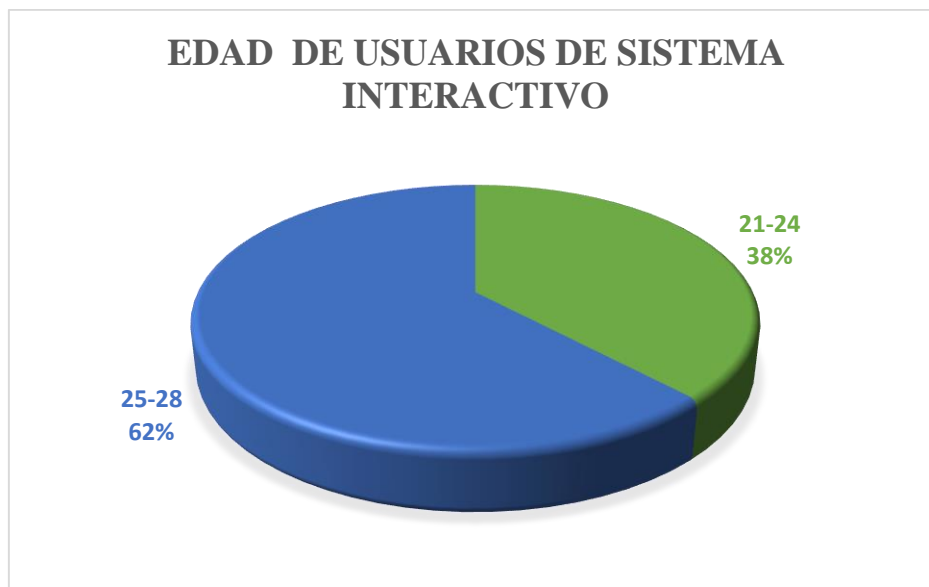
**Análisis:** Se puede observar que el Sistema Interactivo no tiene ninguna restricción con respecto al género, no obstante se puede presenciar que los hombres han asistido en mayor parte a las exposiciones con respecto a las mujeres.

**Pregunta 2.- Edad:**

**Tabla 13-3:** Edad de usuarios del Sistema Interactivo

	<b>Usuarios</b>	<b>Porcentaje</b>
16-20	0	0%
21- 24	22	37,9%
25-28	36	62,1%

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 5-3.** Edad de usuarios de Sistema Interactivo  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** Del total de 58 encuestados quienes probaron el Sistema Interactivo, se determinó que un 62% estaban en un rango de edad de 25 a 28 años, mientras que un 38 % estaban en un rango de 21 a 24 años.

**Análisis:** De la presente información se puede observar que las personas consultadas en general están entre un rango de edad de 21 a 28 lo que nos manifiestan que los usuarios tienen un criterio y pensamiento formado.

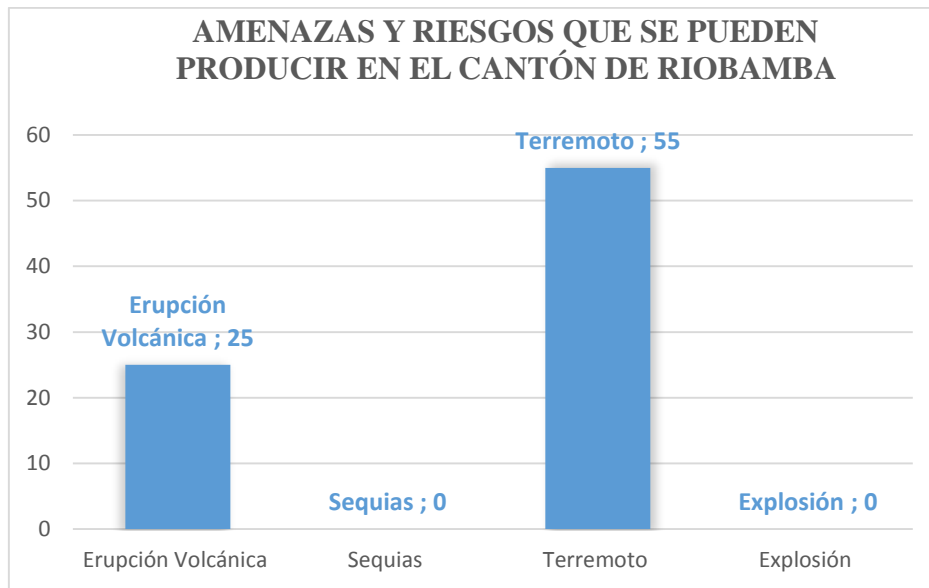
**Pregunta 3.-** ¿Cuál de las siguientes amenazas y riesgos se pueden producir en el Cantón de Riobamba?

**Tabla 14-3:** Amenazas y riesgos que se pueden producir en el Cantón de Riobamba

	<b>Usuarios</b>	<b>Porcentaje</b>
Erupción Volcánica	25	43,1 %
Sequías	0	0%
Terremoto	55	94,8 %
Explosión	0	0%

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018





**Gráfico 6-3.** Amenazas y riesgos se pueden producir en el Cantón de Riobamba  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre las amenazas y riesgos que se pueden producir en el Cantón de Riobamba, se obtuvo que 55 encuestados declararan que son los terremotos y 25 manifestaron que son la erupción volcánica.

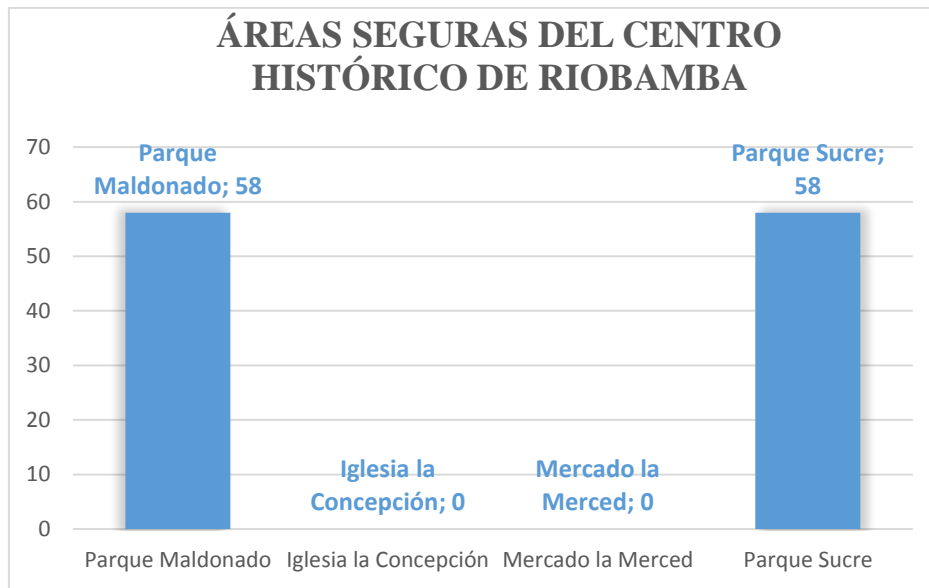
**Análisis:** De los datos obtenidos se puede ver que los usuarios han identificado correctamente las amenazas y riesgos con respecto a la vulnerabilidad del Cantón Riobamba pero interpretando que el terremoto es más susceptible que la erupción volcánica cuando en realidad, y de acuerdo a la literatura citada es a la inversa. Se puede decir que esta interpretación proviene del alto número de eventos sísmicos producidos durante estos últimos años.

**Pregunta 4.-** ¿Cuál de las áreas del Centro Histórico de Riobamba son zonas seguras en una situación de riesgo eminentes?

**Tabla 15-3:** Áreas seguras del Centro Histórico de Riobamba

	Usuarios	Porcentaje
Parque Maldonado	58	100 %
Iglesia la Concepción	0	0 %
Mercado la Merced	0	0 %
Parque Sucre	58	100 %

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 7-3.** Áreas seguras del Centro Histórico de Riobamba  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre las áreas seguras en el Centro Histórico de Riobamba, se obtuvo que los 58 usuarios mostraron que se ubican en los Parques Maldonado y Sucre

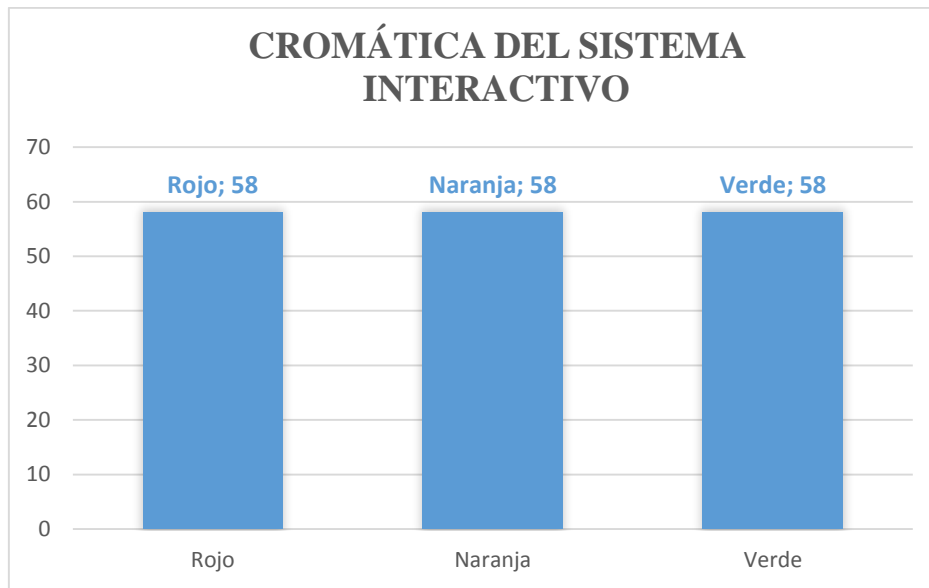
**Análisis:** De los datos obtenidos se puede concluir que los usuarios pueden identificar claramente la ubicación de las zonas seguras, llegando a comprender a donde se deben dirigir en un momento en donde se produzca un evento de riesgo. Esto se debe al énfasis de enfocar por medios visuales la atención de los usuarios a las áreas, añadiendo que la falta de estructuras que puedan dañarse y colapsar se encuentra en las zonas seguras.

**Pregunta 5.-** En el proyecto presentado que representa los siguientes colores:

**Tabla 16-3:** Cromática del Sistema Interactivo

	Usuarios	Porcentaje
Rojo	58	100 %
Naranja	58	100 %
Verde	58	100 %

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 8-3.** Cromática del Sistema Interactivo

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre la cromática utilizada en el Sistema Interactivo, se obtuvo que los 58 usuarios declararon correctamente sobre la relación de rojo con alta vulnerabilidad, naranja con media y verde con baja

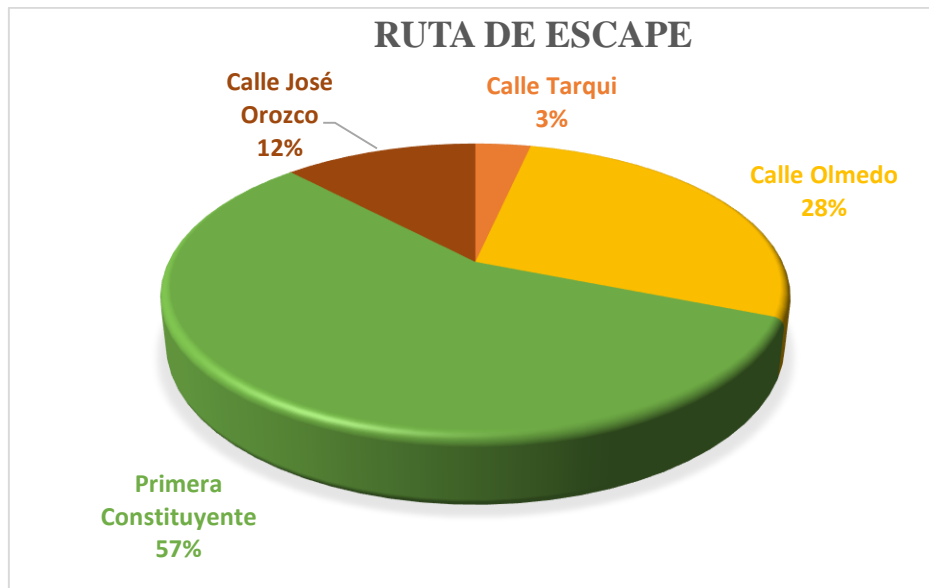
**Análisis:** De los datos obtenidos en esta pregunta, se determinó que los usuarios respondieron correctamente a la asociación de la cromática utilizada en el Sistema Interactivo. Esto se debe a que dichos colores son relacionados directamente con la psicología del color lo que facilitó la relación para los usuarios.

**Pregunta 6.-** ¿Cuál de las siguientes sería la ruta de escape segura en una situación de riesgo?

**Tabla 17-3:** Ruta de Escape

	Usuarios	Porcentaje
Calle Tarqui	2	3,4 %
Calle Olmedo	16	27,6 %
Primera Constituyente	33	56,9 %
Calle José Orozco	7	12,1 %

Realizado por: Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 9-3.** Ruta de Escape  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre la ruta de escape en una situación de riesgo, se obtuvo que un 57% planteó que es por la Primera Constituyente, 28% planteó que es por la calle Olmedo, el 12% supone que es por la calle José Orozco y un 3% que es la calle Tarquín.

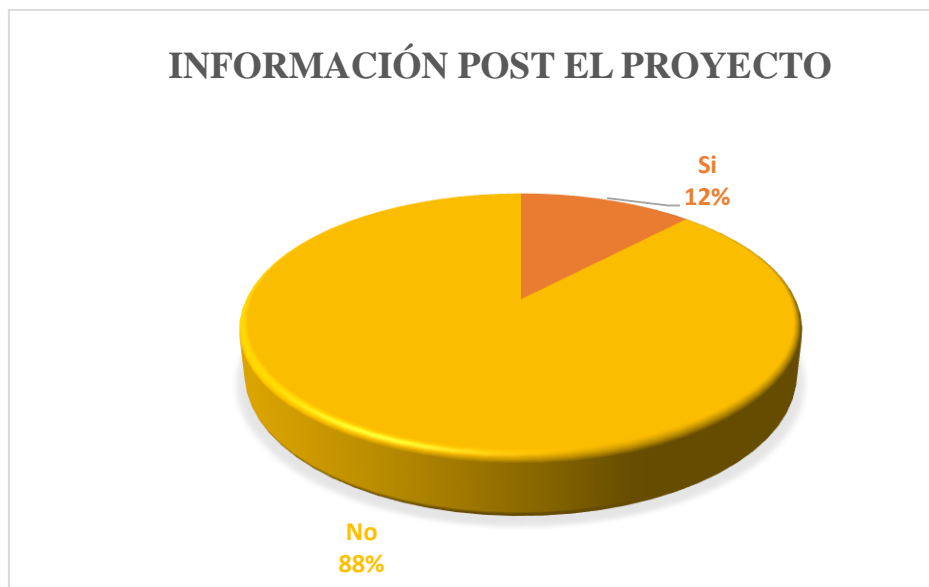
**Análisis:** En los datos obtenidos se puede enfatizar que más de la mitad de los usuarios pudo identificar el área por la cual recorre la ruta de escape, mientras que el resto de los usuarios no pudieron identificar la ruta de escape. Esto se debe a la poca información existente sobre vías de escape seguras dentro de la ciudad de Riobamba.

**Pregunta 7.-** Después de haber recibido la información del presente trabajo se investigó información adicional sobre los riesgos eminentes.

**Tabla 18-3:** Información post el proyecto

	Usuarios	Porcentaje
Si	7	12,1 %
No	51	87,9 %

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 10-3.** Información post el proyecto  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios en cuanto se refiere a una profundización posterior de información sobre los riesgos eminentes, se obtuvo que un 88% ha manifestado que no han investigado después de escuchar sobre este tema en el proyecto y un 12% han manifestado que si han investigado sobre el tema.

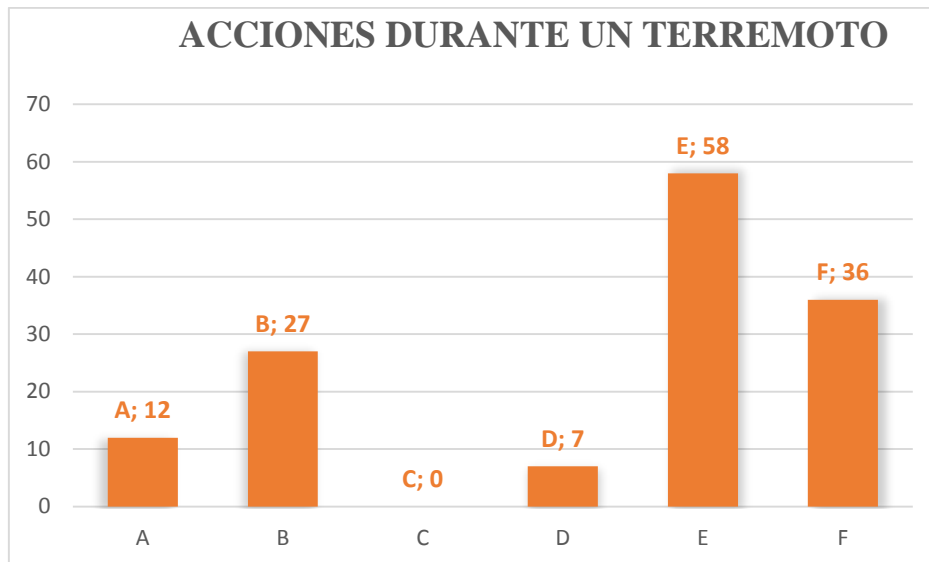
**Análisis:** Con las respuestas obtenidas en esta pregunta, se puede declarar que los usuarios no estaban interesados en aumentar su conocimiento con respecto al tema de amenazas y riesgos, lo que mantiene a la población en un nivel de desinformación respecto a este tema.

**Pregunta 8.-** ¿Cuál de las siguientes acciones se debe realizar durante un evento de terremoto?

**Tabla 19-3:** Acciones durante un terremoto

	Usuarios	Porcentaje
¡Échese al piso, cúbrase y agárrese!	12	20,7 %
Manténgase alejado de ventanas, vidrios, espejos, puertas exteriores o paredes	27	46,6 %
Buscar sus pertenencias	0	0 %
Realizar una llamada de primeros auxilio	7	12,1 %
Dirigirse donde se pueda realizar el triángulo de la vida	58	100 %
Aléjese de los postes y los cables eléctricos.	36	62,1 %

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 11-3.** Acciones durante Terremoto  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre las acciones que se deben realizar durante un evento de terremoto, se obtuvo que todos los usuarios manifiestan que se debe buscar un lugar donde se pueda realizar el triángulo de vida, 36 declaran que se debe alejar de los alambres y postes, 27 usuarios manifestaron que se deben alejar de ventanas y vidrios, 12 que se deben agachar, y 7 que deben realizar llamadas de primeros auxilios.

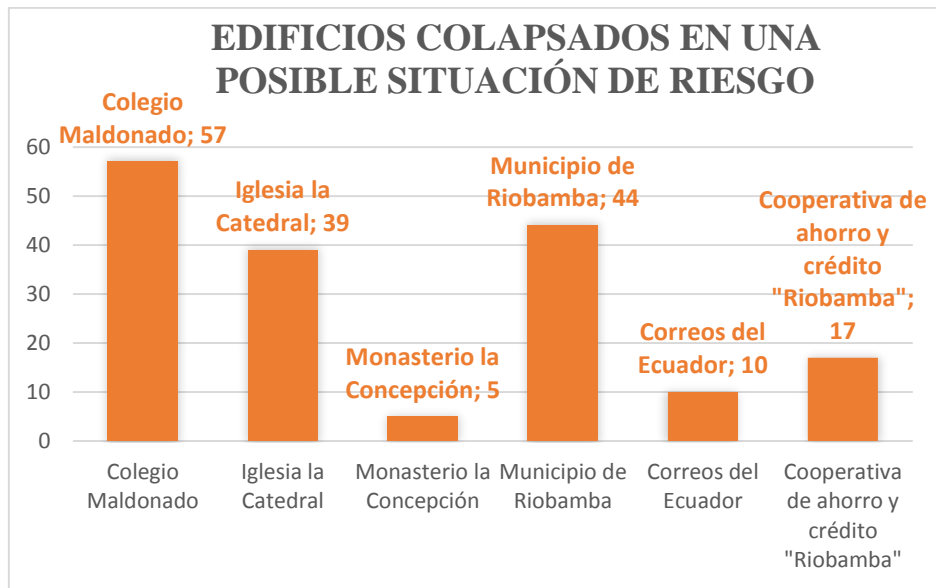
**Análisis:** Durante los datos obtenidos se puede observar que los usuarios conocen en su gran mayoría qué acciones se deben realizar durante un evento sísmico. También se puede observar que una porción de los usuarios confunde las acciones que se deben realizar durante y después de un terremoto.

**Pregunta 9.-** ¿Cuál de las siguientes edificaciones del Centro Histórico de Riobamba podría colapsar en caso de producirse una situación de riesgo?

**Tabla 20-3:** Edificios posiblemente colapsados en una situación de riesgo

	Usuarios	Porcentaje
Colegio Maldonado	57	98,3 %
Iglesia la Catedral	39	67,2 %
Monasterio la Concepción	5	8,6 %
Municipio de Riobamba	44	75,9 %
Correos del Ecuador	10	17,2 %
Cooperativa de ahorro y crédito "Riobamba"	17	29,3 %

**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018



**Gráfico 12-3.** Edificios posiblemente colapsados en situación de riesgo  
**Realizado por:** Geovanny Peñafiel. 2018

**Interpretación:** De un total de 58 encuestas dirigidas a usuarios sobre los edificios que podían colapsar durante un evento de terremoto, 57 usuarios señalaron podría ser el Colegio Maldonado, 44 usuarios marcaron el municipio de Riobamba, 39 usuarios puntuaron la Iglesia la Catedral, 17 señalaron a la Cooperativa de ahorro y crédito “Riobamba”, 10 usuario señalaron el Correos de Ecuador y 5 usuarios señalaron el Monasterio la Concepción

**Análisis:** Durante los datos obtenidos se puede observar que los edificios más icónicos y antiguos de Riobamba fueron aquellos que los usuarios reconocieron inmediatamente como los más vulnerables en una situación de riesgo, mientras que los edificios con poca afluencia no lograron ser identificados claramente sobre si podrían ser destruidos o quedar ilesos durante un terremoto.

## CONCLUSIONES

Durante la elaboración del presente trabajo se ha logrado ejecutar una integración efectiva entre el sistema físico (maqueta) y el sistema digital (con aplicaciones de RA y RV) con sus diferentes herramientas para controlar de manera adecuada el modelo del centro histórico de Riobamba para la explicación sobre los factores de riesgo a los cuales la ciudad está expuesta.

El Sistema Interactivo para educar a la población de Riobamba sobre riesgos eminentes presentó y calificó conocimientos relacionados con las zonas de mayor vulnerabilidad que tiene el Centro Histórico de Riobamba, así como también sobre las vías de escape seguras y las acciones pertinentes a seguir en el caso de estar presente en esta zona al momento de producirse un evento sísmico teniendo como resultado que este Sistema es una herramienta atractiva al momento de transmitir este tipo de información.

Los usuarios que participaron durante el periodo de prueba de la maqueta estuvieron de acuerdo con los riesgos a los que se enfrentaría la ciudad de Riobamba al momento de producirse una catástrofe natural, y sugirieron que este proyecto sea ampliado a más zonas de la ciudad, ya que solicitaban información sobre las áreas de su residencia y ubicaciones aledañas a la misma.

Los usuarios no presentan interés en investigar por sus propios medios sobre el tema de riesgos, lo que pone en peligro sus vidas ya que en muchas de las ocasiones no saben cómo actuar. Incluso luego de proveer y facilitar información de manera interactiva y dinámica como la presentada en este trabajo, la población mantiene el desinterés y la poca cultura de información sobre estas temáticas de relevancia.



## **RECOMENDACIONES**

Para la implementación de la maqueta física y digital es recomendable tener en consideración la colaboración de expertos humanos en el área en la cual se va a desarrollar el proyecto.

Se recomienda tener claro los conceptos en cuanto las áreas de sistemas interactivos, realidad virtual y realidad aumentada ya que puede ser afectada la interacción entre ellos ya que podrían afectar en la explicación sobre los riesgos eminentes de la ciudad de Riobamba

En el sistema interactivo se deberá realizar la implementación de las funciones y tipos de un material pedagógico para facilitar interpretación de la información.

Se recomienda que tenga cuidado con la aplicación de realidad Virtual puesto que puede provocar a los usuarios sensaciones de inestabilidad y efectos negativos ya que engaña en la visualización del mundo virtual

## BIBLIOGRAFÍA

*Agenda de reducción de riesgos Provincia de Chimborazo*. Quito- Ecuador: Secretaría de Gestión de Riesgos y CMYK Imprenta, 2014, pp. 9-48

**Alegsa, Leandro**. *Definición de Modelo en 3D* [blog]. [Consulta: 24 enero 2017]. Disponible en: [http://www.alegsa.com.ar/Dic/modelo\\_en\\_3d.php](http://www.alegsa.com.ar/Dic/modelo_en_3d.php)

**ALVAREZ, Jenyree**. “Posibilidades didácticas de la realidad virtual”: *Revista Educación Virtual*, (2016), (.Colombia).pp- 4-9. [Consulta: 16 noviembre 2016]. Disponible en: <http://revistaeducacionvirtual.com/archives/2024>

**ARROYO, Julio; CHIARELLA, Mauro**. *Estrategias pedagógicas y modelos virtuales de fragmentos urbanos*. En 2º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Concepción, Chile, 12, 13 y 14 Octubre 2005. Laboratorio de Estudios Urbanos, Universidad del Bío-Bío, 2005. p. 151-154.

**BASOGAIN, X., OLABE, M., ESPINOSA, K., ROUÈCHE, C. & OLABE, J.C.** “Realidad Aumentada en la Educación: Una tecnología emergente”. *Online Educa Madrid 2007: 7. “ Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías*, (2007), (España) pp. 1-6

**BLANCO SÁNCHEZ, María Isabel, et al.** Recursos didácticos para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la economía. Aplicación a la Unidad de Trabajo “Participación de los trabajadores en la empresa”. 2012. pp. 5-50

**CADENA, B., REGALADO, M., & CRUZ, M.** “Riobamba, Chimborazo y su Gente”. *Asociación de chimboracense residente en Quito, Producción Gráfica* (2003), (Ecuador) pp. 25-160. *Proyecciones Poblacionales* [en línea]. Quito- Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, [Consulta: 22 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>

*Gestión de Riesgos* [en línea]. Quito- Ecuador: Banco del Estado, (2010) [Consulta: 22 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.bde.fin.ec/content/gesti%C3%B3n-de-riesgos>

**CADENA, N.** “Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial 2015-2019” [en línea]. *Gobierno autónomo descentralizado de Chimborazo* (2015), (Ecuador) pp. 1-27. [Consulta: 21 de noviembre del 2016]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000360001\\_Plan%20de%20Desarrollo%20Cantonal%202014-2019\\_15-03-2015\\_12-35-54.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000360001_Plan%20de%20Desarrollo%20Cantonal%202014-2019_15-03-2015_12-35-54.pdf)

**CEPEDA ASTUDILLO, F.** *Riobamba: Imagen, palabra e historia*. Riobamba-Ecuador: Editorial Pedagógica Freire, pp. 10-210

**CUELLO, J., & VITTONI, J.** (2013). *Diseñando apps para móviles*. José Vittone—Javier Cuello.

**DÍAZ LUCEA, Jordi; FERRÁNDEZ ARENAZ, Adalberto; & TEJADA FERNÁNDEZ, José.** El Proceso de toma de decisiones en la programación de la educación física en las etapas obligatorias de educación. Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Ciències de l'Educació, 2001.

**DIX, A.** *Formal Methods for Interactive System*. Londres- Reino Unido: Academic Press, 1991, pp.1-22.

**FLORES RAMÍREZ, Robert Danilo.** *Diseño e implementación de realidad virtual con la inclusión de luchadores sumo manipulado con reconocimiento de voz*. (Tesis). (Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2013 pp. 39-45

**GILLIGAN, P & LONG, J,** *Videotex Technology: An Overview with Special Reference to Transaction Processing as an Interactive Service*, Behaviour and Information Technology, 3:41-47, 1984.

**GILROY, Stephen W. & HARRISON, Michael D.** (Ed.). *Interactive Systems. Design Specification, and Verification: 12th International Workshop, DSVIS 2005*, Newcastle upon Tyne, UK, July 13-15, 2005, Revised Papers. Springer, 2006, pp. 1-12.

**GONZÁLEZ, F.** *Sistemas de energía eléctrica*. Editorial Paraninfo, 2004. pp. [Consulta: 01 mayo 2016]. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wZoyiFKf5IkC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Sistemas+de+energ%C3%ADa+el%C3%A9ctrica&ots=OawIKxQu6h&sig=\\_nkcILq3jtrESSSB4idg-5dswHyI#v=onepage&q=Sistemas%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wZoyiFKf5IkC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Sistemas+de+energ%C3%ADa+el%C3%A9ctrica&ots=OawIKxQu6h&sig=_nkcILq3jtrESSSB4idg-5dswHyI#v=onepage&q=Sistemas%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica&f=false)

**GONZÁLEZ, L.** *Sistemas Interactivos e Interacción Persona Ordenador* [blog].España: AIPO, 2013. [Consulta: 14 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.aipoblog.es/2013/01/sistemas-interactivos-e-interaccion.html>

**GRANOLLERS, T.; LORÉS, J. & CAÑAS, J.** *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario [en línea]*. Barcelona- España: Editorial UOC, 2005, pp. 23- 88 [Consulta: 09 de octubre del 2016]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Bk5Uv0Aii0C&oi=fnd&pg=PA13&dq=sistemas+interactivos&ots=Q3eBv3JjTf&sig=HPdG41H3bnIeyVECs7jEPFXGhP4#v=onepage&q&f=false>

**HERAS, Lizbeth L.; VILLARREAL, José L.** “La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios”. *Revista Digital Universitaria*, vol. 5, n ° 24 (2004), (México) pp. 3-5

**HERRERO, Isidro.** “La utilización de medios y recursos didácticos en el aula”. Madrid, España, 2004, pp. 2-13

**HERRERO, J, M.** “Modelos y maquetas en la historia”. *Modelos y maquetas: La vida a escala*, (2014), (España) pp. 7-15.

- JARAMILLO VALDEZ, Karina Vanessa.** *Estudio Comparativo de herramientas de software libre y propietario para modelado 3D. Caso práctico Modelado de Rostros Humanos.* (Tesis). (Pre-grado) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2011 pp. 40-52
- JIMENEZ, J** *Maquetas* [blog]. Mexico: Academia, (2016) [Consulta: 24 noviembre 2016]. Disponible en: <https://www.academia.edu/14136417/MAQUETAS>
- JUNQUEIRA MARTINS, Fernando Mário.** *Métodos formais na concepção e desenvolvimento de sistemas interactivos.* (Tesis). (Doctoral) Escola De Engenharia Universidade Do Minho, Braga, Portugal, 1995 pp. 21-59
- KNOLL, W.; & HECHINGER, M.** *Maquetas de Arquitectura: Técnicas y Construcción.* 5ª ed. México- México: Gustavo Gili, 2001 pp. 7-53.
- LAZO, O. & ROJAS, L.** “Diseño asistido por computador”. *Industrial Data*, vol. 9, no 1 (2014), (Perú), p. 007-015.
- LEFORT, E.** “Maqueta o modelo digital. La pervivencia de un sistema”. *EGA – expresión gráfica arquitectónica*, n° 17 (2011), (España) pp. 30-41.
- LINEK, S., SCHWARZ, D., HIRSCHBERG, G., KICKMEIER-RUST, M., & ALBERT, D.** “Designing the non-player character of an educational adventure-game: the role of personality, naturalism, and color”. *Proceedings of the International Technology, Education and Development Conference (INTED)*, n° 9 (2007), (España) pp. 1-7.
- LÓPEZ POMBO, Héctor.** *Análisis y desarrollo de sistemas de realidad aumentada.* (Tesis). (Maestría) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2010 pp. 25-41
- MILGRAM. P. & KISHINO. F.** *A taxonomy of mixed reality visual displays.* Tokyo- Japón: IEICE Transactions on Information Systems, n° 12, 1994, pp. 1321–1329.
- NIGAY. L.; GRAY. P.** “Interactive Systems & New Interface Technologies”. *European Workshop on Interactive Systems and New Interface Technologies*, (2006). (Alemania) pp.1-5
- OCHS, M.; SABOURET, N. & CORRUBLE, V.** “Simulation of the Dynamics of Non-Player Characters’ Emotions and Social Relations in Games”. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, n° 46 (2009), (Estados Unidos) pp. 1-27.
- OLEAS, C, T.** “Riobamba la gran ciudad pasado y presente”. *Revista Riobamba pasado y presente*, (2007), (Ecuador) pp. 1-43
- PAIZ, C.** *Maquetas de arquitectura* [blog].Mexico: ARTE+, 2014. [Consulta: 24 noviembre 2016]. Disponible en: <http://mrmannoticias.blogspot.com/2014/10/maquetas-de-arquitectura.html>
- PÉREZ, Francisco J.** “Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual”. *Creatividad y Sociedad*, n° 16 (2011), (España) pp. 4-39
- PÉREZ, Fernando M.** “Realidad virtual y materialidad”. *Eikasia. Revista de Filosofía*, n° 24 (2009), (España) pp. 1-51.

**PRENDES, C.** “Realidad aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas”. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, n° 46 (2015), (España) pp. 187-198.

**RAMÓN ZÚÑIGA Dávila; Juriquilla,** *Sismología* (Postgrado). UNAM-CAMPUS. Posgrado En Ciencias De La Tierra Centro De Geociencias. Madrid, España. 2011. Pp. 25 -28

*REALIDAD AUMENTADA: UNA NUEVA LENTE PARA EL MUNDO [en línea]*. Barcelona-España: Editorial Ariel y Fundación telefónica, 2011, pp. 10-13 [Consulta: 15 de noviembre del 2016].

Disponibile en:  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=realidad+aumentada&ots=3qt7VX8ln9&sig=Z\\_0vihY430nDDwsi\\_Lm1V8myn1Q#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OXHmCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA10&dq=realidad+aumentada&ots=3qt7VX8ln9&sig=Z_0vihY430nDDwsi_Lm1V8myn1Q#v=onepage&q&f=false)

**RIBEIRO, A.** *Um processo de modelação de sistemas software com integração de especificações rigorosas.* . (Tesis). (Doctoral) Escola De Engenharia Universidade Do Minho, Braga, Portugal 2008.

**SAMANIEGO ARÉVALO, Iván Fernando & VARGAS PESÁNTEZ, Freddy Santiago.** *Diseño y construcción de una maqueta didáctica funcional de los sistemas de alumbrado, cierre centralizado, lavacristales y desplazamiento de los asientos del vehículo, para el laboratorio de electricidad Automotriz de la U.P.S.* (Tesis). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2010 pp. 3-14

**SALMASO, J.; VIZIOLI, S.** “O uso do modelo físico e digital nos processos de projeto da arquitetura contemporânea” [en línea]. *Seminário Internacional “Representar Brasil 2013” As representações na Arquitetura, Urbanismo e Design, II, 2013, São Paulo*, n° 21 (2013), (Brazil) pp. 524- 526. [Consulta: 25 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/43983>

**SEDANO FERNÁNDEZ, Omar José.** *Estudio y desarrollo de una aplicación móvil de Realidad Aumentada.* (Tesis). (Postgrado) Escola Tècnica Superior d’Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona, España, 2014 pp. 17-24.

**TERÁN, R.; PASMIÑO, R.; GÓMEZ, N; & RUEDA, R.** *La antigua Riobamba: Historia oculta de una ciudad colonial.* Quito-Ecuador: Producciones digitales Abya- Yala, 2000 pp. 9-50

**VELA, C, F.** “La maqueta de arquitectura. La colección de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid”. *Modelos y maquetas: La vida a escala*, (2014), (España) pp. 31-34.

**VERA, G.; ORTEGA, J.; BURGOS M.** “La realidad virtual y sus posibilidades didácticas”. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, n° 2 (2003), (España) pp. 1-17.

**WILTON, J.** “La maqueta arquitectónica: Barroco inglés”. *DC PAPERS, revista de crítica y teoría de la arquitectura*, n° 15, 2006, p. 29-40.