

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE  
RIESGOS DE DESASTRES Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Trabajo de Investigación

# **Propuesta de instrumentos para implementar un sistema de alerta temprana ante flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho Chosica, 2020**

Carla Manuela Gallo Marcas  
Juvenal Medina Rengifo

Para optar el Grado Académico de  
Maestro en Ciencias con Mención en Gestión de  
Riesgos de Desastres y Responsabilidad Social

Lima, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**Asesor**

Mg. Rolando Benavides Fidel

### **Dedicatoria**

A Dios Rey del universo, viviente y Eterno, de quien proviene toda sabiduría, conocimiento y ciencia.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas”.

(Josué 1:9).

### **Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento a la Universidad Continental, Escuela de Posgrado por habernos dado la oportunidad de alcanzar este grado.

Agradecimiento especial a nuestro asesor el MSc. Rolando Benavides Fidel, quien siempre nos brindó su conocimiento, experiencia y tiempo en el desarrollo del trabajo de investigación aplicada.

## Índice

Asesor.....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos .....	5
Índice de Tablas.....	11
Índice de Gráficos .....	16
Índice de Imágenes.....	17
Resumen .....	19
Abstract.....	21
Capítulo I Planteamiento del Problema .....	23
1.1. Antecedentes contextuales.....	23
1.1.1. Aspectos generales del área de estudio .....	24
A. Ubicación Geográfica y características físico-ambientales .....	24
B. Características Sociales .....	25
C. Características Económicas .....	30
D. Características climáticas .....	30
E. Características hidrográficas del área de estudio .....	37
F. Características geológicas del área de estudio.....	43
G. Pendiente de la microcuenca.....	55
1.1.2. Información de la Municipalidad Distrital de Lurigancho – Chosica.....	57
1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	4
1.2.1. Árbol de problemas.....	4
1.2.2. Planteamiento del problema .....	4
A. Definición de umbrales .....	9
B. Observaciones sobre las estaciones pluviométricas .....	9
C. Observaciones sobre el sistema sonoro .....	10
D. Observaciones sobre el Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL).....	11
E. Observaciones sobre Software y Hardware.....	12
F. Observaciones sobre la protección del sistema .....	12

1.2.3.	Formulación del problema.....	13
A.	Problema General .....	13
B.	Problemas Específicos .....	13
1.3.	Objetivos .....	14
1.3.1.	Objetivo General .....	14
1.3.2.	Objetivos específicos .....	14
1.4.	Planteamiento de propuesta de solución al problema .....	14
1.5.	Población y muestra .....	15
1.5.1.	Población (N) .....	15
1.5.2.	Muestra.....	16
1.5.3.	Técnicas de recolección de datos .....	16
1.5.4.	Instrumentos de recolección de datos.....	17
1.6.	Variables .....	17
1.6.1.	Variable independiente .....	17
1.6.2.	Variable dependiente .....	17
1.7.	Justificación.....	17
1.8.	Alcances y limitaciones .....	18
Capítulo II	Marco Teórico.....	20
2.1.	Bases Teóricas.....	20
2.1.1.	Marco Internacional .....	20
2.1.2.	Marco Nacional.....	24
A.	Sistema de Alerta Temprana (SAT).....	25
B.	Aspectos principales para la implementación del SAT ...	27
C.	Red Nacional de Alerta Temprana (RNAT).....	28
D.	Proceso de Preparación .....	30
E.	Estimación del riesgo de Desastres.....	31
2.2.	Casos de Implementación de SAT ante flujo de detritos en el Perú ...	32
2.3.	Limitaciones en la implementación de los SAT en el distrito de Lurigancho-Chosica .....	36
2.4.	Relación con el desarrollo sostenible .....	40
Capítulo III	Metodología .....	42
3.1.	Diseño Metodológico de la investigación .....	42
3.1.1.	Tipo de Investigación: Aplicada .....	42

3.1.2.	Método de Investigación: Analítica.....	42
3.1.3.	Escala Valorativa.....	42
3.1.4.	Identificación del peligro .....	44
	A. Ponderación de los parámetros de evaluación del peligro .....	45
	B. Susceptibilidad del territorio.....	47
	C. Análisis del factor desencadenante .....	48
	D. Análisis del factor condicionantes .....	49
	E. Definición de escenario .....	53
	F. Niveles de peligro por flujos de detritos .....	54
	G. Estratificación del nivel de peligro.....	57
3.1.5.	Análisis de la vulnerabilidad.....	58
	A. Análisis de los elementos expuestos .....	59
	B. Análisis de las dimensiones y parámetros de la vulnerabilidad .....	60
	C. Matriz de vulnerabilidad.....	63
	D. Nivel de la vulnerabilidad.....	64
	E. Estratificación de la vulnerabilidad.....	64
	F. Zonificación del nivel de vulnerabilidad.....	65
3.1.6.	Determinación del riesgo .....	67
	A. Estratificación de los niveles del riesgo .....	67
	B. Mapa de riesgos .....	69
3.2.	Análisis de la situación actual de los componentes del SAT .....	71
	3.2.1. Conocimiento del riesgo .....	71
	3.2.2. Mecanismo de monitoreo y/o vigilancia.....	73
	3.2.3. Mecanismo de comunicación.....	76
	3.2.4. Capacidad de respuesta .....	77
3.3.	Propuesta de Solución .....	78
	3.3.1. Conocimiento del riesgo .....	79
	3.3.2. Mecanismo de monitoreo y/o vigilancia.....	79
	3.3.3. Mecanismo de comunicación.....	80
	3.3.4. Capacidad de respuesta .....	80
	Capítulo IV Presentación de Resultados de la investigación .....	81

4.1. Resultados de las encuestas.....	81
Capítulo V Presentación de Productos.....	99
5.1. Difusión amigable del Estudio de Evaluación de Riesgos y Mapa	
Evacuación.....	99
5.1.1. Introducción.....	99
5.1.2. Contexto.....	99
5.1.3. Objetivos.....	100
A. Objetivo General:.....	100
B. Objetivos específicos:.....	100
5.1.4. Contenidos.....	100
5.1.5. Recursos para la difusión del estudio de riesgos.....	109
5.2. Protocolo de coordinación con la entidad científica responsable para el	
seguimiento de los umbrales establecidos.....	110
5.2.1. Fase de monitoreo, pronóstico y emisión de avisos.....	110
5.2.2. Fase de análisis de la información.....	113
5.3. Protocolo de Difusión y Comunicación de alerta y alarma.....	114
5.3.1. Objetivos.....	114
5.3.2. Alcance.....	114
5.3.3. Articulación con otros instrumentos de Gestión del Riesgo de	
Desastres.....	115
5.3.4. Organismos involucrados.....	115
5.3.5. Nivel de peligro, umbrales y forma de difusión.....	116
5.3.6. Estructura de mensaje de alerta y alarma.....	117
5.3.7. Procedimiento para la difusión y comunicación de alerta y	
alarma.....	119
5.3.8. Equipamiento para la implementación del Protocolo de Difusión	
y evacuación.....	125
5.3.9. Recursos para la implementación del Protocolo de difusión y	
comunicación.....	126
5.4. Protocolo de Evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos.....	126
5.4.1. Objetivos.....	126
5.4.2. Alcance.....	127

5.4.3. Articulación con otros instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres .....	127
5.4.4. Organización para la respuesta en caso de emergencias ....	128
5.4.5. Protocolo de evacuación alineada a la Intervención Inicial ..	131
5.4.6. Localización geográfica de las zonas seguras o puntos de reunión.....	137
5.4.7. Equipamiento para la implementación del Protocolo de evacuación .....	138
5.4.8. Recursos para la implementación del Protocolo de evacuación .....	139
5.4.9. Mapa de evacuación.....	140
Conclusiones .....	141
Recomendaciones .....	142
Referencias Bibliográficas.....	143
Anexos.....	150
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	150
Anexo 2. Matrices de comparación de pares utilizados para la determinación del peligro y vulnerabilidad .....	152
Anexo 3. Encuesta.....	169

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Población de San Antonio de Pedregal .....	26
<b>Tabla 2</b>	Población según grupos de edades .....	26
<b>Tabla 3</b>	Material predominante de las paredes .....	27
<b>Tabla 4</b>	Material predominante de los techos .....	27
<b>Tabla 5</b>	Tipo de abastecimiento de agua .....	28
<b>Tabla 6</b>	Viviendas con servicios higiénicos .....	28
<b>Tabla 7</b>	Instituciones educativas y programas .....	29
<b>Tabla 8</b>	Población según tipo de asegurada .....	30
<b>Tabla 9</b>	Actividad económica de su centro de labor .....	30
<b>Tabla 10</b>	Umbral de precipitación para la estación Chosica .....	33
<b>Tabla 11</b>	Umbral de precipitación para marzo (estación Chosica) .....	33
<b>Tabla 12</b>	Precipitación horaria en marzo 2015 (Estación Chosica) .....	34
<b>Tabla 13</b>	Precipitación horaria en marzo 2017 (Estación Chosica) .....	36
<b>Tabla 14</b>	Rango de áreas para diferentes unidades hidrográficas .....	38
<b>Tabla 15</b>	Parámetros de forma de la microcuenca Pedregal.....	39
<b>Tabla 16</b>	Parámetros de relieve de la microcuenca Pedregal .....	40
<b>Tabla 17</b>	Parámetros de drenaje de la microcuenca Pedregal.....	41
<b>Tabla 18</b>	Tiempo de concentración de la microcuenca Pedregal .....	42
<b>Tabla 19</b>	Caudal máximo de diseño de la microcuenca Pedregal. ....	42
<b>Tabla 20</b>	<i>Rango de pendientes de la zona de estudio</i> .....	56
<b>Tabla 21</b>	Cuadro de asignación del personal de la Subgerencia de Defensa Civil. .....	59
<b>Tabla 22</b>	Grupo de trabajo en Gestión del Riesgo de Desastres - GTGRD y Plataforma de Defensa Civil - PDC.....	3
<b>Tabla 23</b>	Registro de eventos en el distrito de Lurigancho Chosica .....	6
<b>Tabla 24</b>	Escala de Saaty .....	43
<b>Tabla 25</b>	Matriz de Normalización por frecuencia .....	46
<b>Tabla 26</b>	Matriz de Normalización por Volumen.....	47
<b>Tabla 27</b>	Parámetros utilizados en la evaluación de la susceptibilidad .....	47
<b>Tabla 28</b>	Parámetros utilizados en la evaluación de la precipitación.....	48
<b>Tabla 29</b>	Matriz de normalización por rango de anomalías en precipitaciones ...	49

<b>Tabla 30</b> Matriz de Normalización por intervalos de pendiente .....	50
<b>Tabla 31</b> Matriz de normalización por unidades geomorfológicas .....	51
<b>Tabla 32</b> Matriz de normalización por unidades geológicas (unidades litológicas) .....	52
<b>Tabla 33</b> Análisis de parámetros del factor condicionante .....	53
<b>Tabla 34</b> Definición de escenario .....	54
<b>Tabla 35</b> Susceptibilidad.....	54
<b>Tabla 36</b> Cálculo de los niveles de peligrosidad teniendo como factor desencadenante las precipitaciones anómalas .....	56
<b>Tabla 37</b> Niveles de peligro teniendo como factor desencadenante las precipitaciones anómalas .....	56
<b>Tabla 38</b> Estratificación de los niveles de peligro por flujo de detritos.....	57
<b>Tabla 39</b> Dimensiones de la vulnerabilidad.....	59
<b>Tabla 40</b> Elementos expuestos.....	59
<b>Tabla 41</b> Análisis de las dimensiones para la vulnerabilidad.....	60
<b>Tabla 42</b> Análisis de la dimensión social.....	60
<b>Tabla 43</b> Valor de la dimensión social .....	61
<b>Tabla 44</b> Análisis de la dimensión económica.....	62
<b>Tabla 45</b> Valor de la dimensión económica .....	63
<b>Tabla 46</b> Valor de la vulnerabilidad.....	64
<b>Tabla 47</b> Niveles de la vulnerabilidad .....	64
<b>Tabla 48</b> Estratificación de la vulnerabilidad .....	64
<b>Tabla 49</b> Procesamiento de riesgo por flujo de detritos .....	67
<b>Tabla 50</b> Resultado del nivel de riesgo por flujo de detritos .....	67
<b>Tabla 51</b> Estratificación del nivel de riesgo .....	68
<b>Tabla 52</b> Cuantificación de manzanas en riesgo.....	70
<b>Tabla 53</b> Sexo de las personas encuestadas .....	81
<b>Tabla 54</b> Edad de las personas encuestadas .....	81
<b>Tabla 55</b> Resultados de la pregunta N° 01 .....	82
<b>Tabla 56</b> Resultados de la pregunta N° 02 .....	82
<b>Tabla 57</b> Resultados de la pregunta N° 03 .....	83
<b>Tabla 58</b> Resultados de la pregunta N° 04 .....	84
<b>Tabla 59</b> Resultados de la pregunta N° 05 .....	84

<b>Tabla 60</b> Resultados de la pregunta N° 06 .....	85
<b>Tabla 61</b> Resultados de la pregunta N° 07: .....	85
<b>Tabla 62</b> Resultados de la pregunta N° 08 .....	86
<b>Tabla 63</b> Resultados de la pregunta N° 09 .....	86
<b>Tabla 64</b> Resultados de la pregunta N° 10 .....	87
<b>Tabla 65</b> Resultados de la pregunta N° 11 .....	88
<b>Tabla 66</b> Resultados de la pregunta N° 12: .....	89
<b>Tabla 67</b> Resultados de la pregunta N° 13 .....	89
<b>Tabla 68</b> Resultados de la pregunta N° 14 .....	90
<b>Tabla 69</b> Resultados de la pregunta N° 15 .....	90
<b>Tabla 70</b> Resultados de la pregunta N° 1 .....	91
<b>Tabla 71</b> Resultados de la pregunta N° 2 .....	92
<b>Tabla 72</b> Resultados de la pregunta N° 3 .....	92
<b>Tabla 73</b> Resultados de la pregunta N° 4 .....	93
<b>Tabla 74</b> Resultados de la pregunta N° 5 .....	94
<b>Tabla 75</b> Resultados de la pregunta N° 6 .....	94
<b>Tabla 76</b> Resultados de la pregunta N° 7 .....	95
<b>Tabla 77</b> Resultados de la pregunta N° 8 .....	95
<b>Tabla 78</b> Resultados de la pregunta N° 9 .....	96
<b>Tabla 79</b> Resultados de la pregunta N° 10 .....	96
<b>Tabla 80</b> Resultados de la pregunta N° 11 .....	97
<b>Tabla 81</b> Umbral de precipitación para la estación Chosica .....	117
<b>Tabla 82</b> Mensaje de alerta .....	117
<b>Tabla 83</b> Mensaje de alarma .....	118
<b>Tabla 84</b> Procedimiento para la difusión y comunicación de la alerta y alarma. ....	119
<b>Tabla 85</b> Equipamiento para la implementar el Protocolo .....	125
<b>Tabla 86</b> Niveles de responsabilidad .....	130
<b>Tabla 87</b> Protocolo de evacuación alineada a la Intervención Inicial.....	132
<b>Tabla 88</b> Localización de zonas seguras o puntos de reunión. ....	137
<b>Tabla 89</b> Equipamiento para la implementar el Protocolo. ....	138
<b>Tabla 90</b> Matriz de comparación de pares por frecuencia.....	152
<b>Tabla 91</b> Matriz de comparación de pares por volumen.....	152

<b>Tabla 92</b> Matriz de comparación de pares por rango de anomalías en precipitaciones .....	153
<b>Tabla 93</b> Matriz de comparación de pares por intervalos de pendiente .....	153
<b>Tabla 94</b> Matriz de comparación de pares por unidades geomorfológicas .....	153
<b>Tabla 95</b> Matriz de comparación de pares por unidades geológicas (unidades litológicas) .....	154
<b>Tabla 96</b> Matriz de comparación de pares del parámetro Discapacidad .....	154
<b>Tabla 97</b> Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Discapacidad .....	155
<b>Tabla 98</b> Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo etéreo (GE) ...	155
<b>Tabla 99</b> Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Grupo etéreo (GE)	155
<b>Tabla 100</b> Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento del peligro (COPE) .....	156
<b>Tabla 101</b> Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Conocimiento del peligro (COPE) .....	157
<b>Tabla 102</b> Matriz de Comparación de Nivel de preparación .....	158
<b>Tabla 103</b> Matriz de Normalización por Nivel de preparación .....	159
<b>Tabla 104</b> Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT .....	160
<b>Tabla 105</b> Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT .....	161
<b>Tabla 106</b> Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes .....	162
<b>Tabla 107</b> Matriz de Normalización de pares del Parámetro material predominante en paredes .....	162
<b>Tabla 108</b> Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación .....	163
<b>Tabla 109</b> Matriz de Normalización de pares del parámetro estado de conservación .....	163
<b>Tabla 110</b> Matriz de comparación de pares del parámetro: Organización y capacitación (OC).....	164
<b>Tabla 111</b> Matriz de Normalización de pares del parámetro: Organización y capacitación (OC).....	165
<b>Tabla 112</b> Matriz de Comparación de Viviendas con acceso a agua potable....	166

<b>Tabla 113</b> Matriz de Normalización por Viviendas con acceso a agua potable.	167
<b>Tabla 114</b> Matriz de Comparación de Pares por servicio higiénico conectado..	167
<b>Tabla 115</b> Matriz de Normalización por servicio higiénico conectado .....	167

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Precipitación acumulada para el trimestre Enero-marzo .....	32
<b>Gráfico 2.</b> Precipitación horaria del 19 al 24 de marzo del 2015.....	34
<b>Gráfico 3.</b> Precipitación horaria del 19 al 24 de marzo del 2017 .....	36
<b>Gráfico 4</b> Organigrama de la Municipalidad distrital de Lurigancho Chosica .....	2
<b>Gráfico 5.</b> Árbol de problemas.....	4
<b>Gráfico 6.</b> SAT: lluvias intensas y efectos asociados.....	25
<b>Gráfico 7.</b> Componentes del SAT .....	27
<b>Gráfico 8.</b> Articulación de la información .....	28
<b>Gráfico 9.</b> SAT Multipeligro .....	29
<b>Gráfico 10.</b> Procedimiento para determinar el nivel de peligrosidad .....	45

## Índice de Imágenes

<b>Imagen 1.</b> Ubicación geográfica de la quebrada Pedregal .....	24
<b>Imagen 2.</b> Afloramiento de rocas intrusivas .....	44
<b>Imagen 3.</b> Depósitos coluviales .....	45
<b>Imagen 4.</b> Depósitos eluviales .....	46
<b>Imagen 5.</b> Depósitos proluviales antiguos .....	47
<b>Imagen 6.</b> Depósitos proluviales recientes .....	48
<b>Imagen 7.</b> Unidades litológicas .....	49
<b>Imagen 8.</b> Cárcavas activas .....	50
<b>Imagen 9.</b> Cauce actual de la quebrada .....	51
<b>Imagen 10.</b> Conoides proluviales.....	52
<b>Imagen 11.</b> Laderas rocosas .....	54
<b>Imagen 12.</b> Unidades geomorfológicas.....	55
<b>Imagen 13.</b> Rango de pendientes .....	57
<b>Imagen 14.</b> Huaycos ocurridos en el año 1987 en Lurigancho-Chosica .....	5
<b>Imagen 15.</b> Instalación del Comité Técnico de la RNAT y primera reunión.....	29
<b>Imagen 16.</b> Mapa de susceptibilidad de la quebrada Pedregal.....	55
<b>Imagen 17.</b> Mapa de zonificación del nivel de peligro.....	58
<b>Imagen 18.</b> Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.....	66
<b>Imagen 19.</b> Mapa de zonificación del nivel de riesgo.....	70
<b>Imagen 20.</b> Mapa comunitario de riesgo de la quebrada Pedregal .....	73
<b>Imagen 21.</b> Sistemas internos de información climática para Sistemas de Alerta Temprana.....	75
<b>Imagen 22.</b> Mapa de rutas de evacuación y zonas seguras en Pedregal, modelo final verificado y validado en campo .....	78
<b>Imagen 23.</b> Informe de Evaluación de Riesgos por Huaicos.....	101
<b>Imagen 24.</b> Difusión virtual .....	101
<b>Imagen 25.</b> Objetivo de la difusión.....	101
<b>Imagen 26.</b> Mapa de Ubicación de la quebrada Pedregal .....	102
<b>Imagen 27.</b> ¿Qué es el peligro?.....	102
<b>Imagen 28.</b> Peligros en la quebrada Pedregal .....	102
<b>Imagen 29:</b> ¿Qué es la vulnerabilidad? .....	103

<b>Imagen 30.</b> Definición de Vulnerabilidad.....	103
<b>Imagen 31.</b> ¿Qué es el riesgo de desastres? .....	103
<b>Imagen 32.</b> Definición de riesgo de desastres .....	104
<b>Imagen 33.</b> ¿Qué es el huaico?.....	104
<b>Imagen 34.</b> Definición de huaico.....	104
<b>Imagen 35.</b> Sabías que los huaicos .....	105
<b>Imagen 36.</b> Niveles de peligrosidad .....	105
<b>Imagen 37.</b> Peligro bajo.....	105
<b>Imagen 38.</b> Peligro Medio.....	106
<b>Imagen 39.</b> Peligro alto.....	106
<b>Imagen 40.</b> Peligro muy alto .....	106
<b>Imagen 41.</b> Niveles de vulnerabilidad .....	107
<b>Imagen 42.</b> Vulnerabilidad bajo .....	107
<b>Imagen 43.</b> Vulnerabilidad medio .....	107
<b>Imagen 44.</b> Vulnerabilidad Alto .....	108
<b>Imagen 45.</b> Vulnerabilidad Muy Alta .....	108
<b>Imagen 46.</b> Nivel de Riesgo.....	108
<b>Imagen 47.</b> Mapa de Riesgo.....	109
<b>Imagen 48.</b> Mapa Comunitario de Evacuación .....	109
<b>Imagen 49.</b> Ubicación de la estación de activación y estación de alarma .....	126
<b>Imagen 50.</b> Organización del COEL de Lurigancho – Chosica .....	128
<b>Imagen 51.</b> Propuesta de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal.....	130
<b>Imagen 52.</b> Mapa de evacuación ante flujo de detritos .....	140

## Resumen

La mayor parte de la población en el Perú, se encuentra en condiciones de riesgo debido a la ocurrencia de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos fuertemente influenciados por la variabilidad y el cambio climático; así como al aumento de la vulnerabilidad por la limitada o nula planificación e inadecuada ocupación del territorio. En ese sentido, los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) facilitan los procesos de reducción del riesgo y preparación ante la ocurrencia de peligros generados por fenómenos naturales susceptibles de monitorearse, constituyéndose en herramientas claves para la gestión del riesgo de desastres.

La presente investigación denominada “Propuesta de instrumentos para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho Chosica, 2020”, ha sido desarrollada en el marco del sub proceso “Monitoreo y Alerta Temprana”, correspondiente al proceso de Preparación, según el numeral 30.5 del D.S. N° 048-2011-PCM, que aprueba el reglamento de la Ley N°29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres” y pretende aportar a la implementación efectiva de un SAT, en la quebrada Pedregal.

Esta investigación abarca los cuatro componentes de un SAT, con énfasis en el conocimiento del riesgo por flujo de detritos y la capacidad de respuesta, además del servicio de seguimiento y alerta, los mecanismos de difusión y comunicación.

Asimismo, presenta el análisis de diversos enfoques y experiencias nacionales e internacionales en materia de SAT y considera que, para obtener resultados eficaces que promuevan la implementación y funcionamiento de un SAT, es necesario contar con ciertos instrumentos, basados en la participación activa de la población, de las autoridades locales y entidades que conforman la Plataforma de Defensa Civil, lo que permitirá fortalecer las capacidades de preparación de la

población asentada en la quebrada Pedregal, para desarrollar una oportuna respuesta ante la ocurrencia de flujo de detritos.

**Palabras Clave:** Sistema de alerta temprana, preparación, flujo de detritos, gestión del riesgo de desastres.

## **Abstract**

Most of the population in Peru is at risk due to the occurrence of geological and hydrometeorological phenomena strongly influenced by climate variability and climate change; as well as the increased vulnerability due to inadequate establishing of settlements with limited or no planning. In this sense, Early Warning Systems (EWS) facilitate risk reduction and preparedness processes before the occurrence of hazards generated by natural phenomena that can be monitored, becoming key tools for disaster risk management.

The present investigation called "Proposal of instruments for the implementation of an Early Warning System for debris flow in quebrada Pedregal, Lurigancho Chosica, 2020", has been developed in the framework of the sub process "Monitoring and Early Warning", corresponding to the Preparation process, according to numeral 30.5 of the D.S. N° 048-2011-PCM, which approves the regulation of the Law N°29664 that creates the National System of Disaster Risk Management" and intends to contribute to the effective implementation of an EWS, in the Quebrada Pedregal.

This research covers the four components of an EWS, with emphasis on knowledge of debris flow risk and response capacity, as well as monitoring and warning service, dissemination and communication mechanisms.

It also presents an analysis of various national and international approaches and experiences in the area of EWS and considers that, in order to obtain effective results that promote the implementation and operation of EWS, it is necessary to have certain instruments, based on the active participation of the population, local authorities and entities that make up the Civil Defense Platform, which will make it possible to strengthen the preparedness capacities of the population settled in Quebrada Pedregal, in order to develop a timely response to the occurrence of debris flows.

**Keywords:** Early warning system, preparedness, debris flow, disaster risk management.

## **Capítulo I**

### **Planteamiento del Problema**

#### **1.1. Antecedentes contextuales**

En el distrito de Lurigancho - Chosica, se encuentran 12 quebradas ubicadas en ambas márgenes de la Cuenca del río Rímac, entre las cuales la quebrada Pedregal, ubicada en la margen derecha, es la más susceptible, donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de flujos de detritos, derrumbes y otros peligros que amenazan a la población que se asienta en el cauce y cono de deyección de la quebrada.

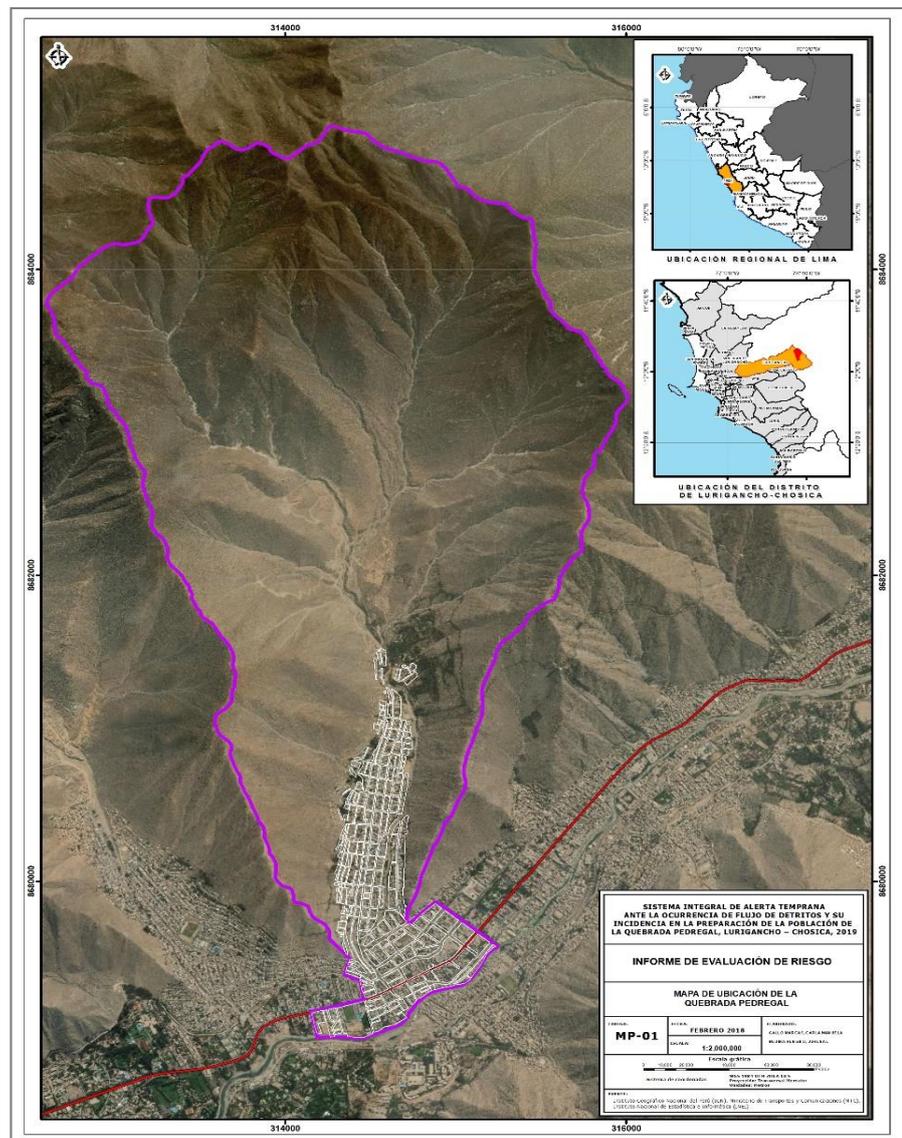
En los últimos años, el incremento de la recurrencia y severidad de los eventos generadores de riesgos y desastres asociados a la ocurrencia de peligros de origen natural como son los movimientos en masa y en particular los flujos de detritos, es un tema que genera cada vez mayor preocupación en la institucionalidad y sociedad nacional, debido a los impactos y efectos que afectan a la población, sus medios de vida, infraestructura de desarrollo, frustrando y postergando oportunidades de desarrollo. Toda esta problemática involucra a autoridades, funcionarios de las entidades públicas, de los tres niveles de gobierno y a todas aquellas que integran las Plataformas de Defensa Civil, en los tres niveles de gobierno, responsables de la Gestión del Riesgo. La necesidad de abordar el problema de riesgos y desastres, reafirma la importancia de apostar por la implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo en el marco del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres en nuestro país, con el fin de promover el desarrollo de los componentes y procesos de la gestión del riesgo a partir del conocimiento del riesgo y desarrollar acciones orientadas a la reducción del riesgo y la preparación mediante el fortalecimiento de las capacidades de respuesta de la población ante emergencias y desastres, mediante el diseño de mecanismos, procedimientos y protocolos cuya aplicación haga posible

alcanzar una adecuada preparación y optimice respuesta ante emergencias y desastres.

### 1.1.1. Aspectos generales del área de estudio

#### A. Ubicación Geográfica y características físico-ambientales

El área de estudio es de la Quebrada Pedregal que forma parte del Distrito Lurigancho - Chosica, provincia y departamento de Lima. A nivel de cuenca hidrográfica del Rímac, el distrito se encuentra en la Cuenca baja del río Rímac.



**Imagen 1.** Ubicación geográfica de la quebrada Pedregal

Fuente: Elaboración propia

La accesibilidad a la zona de estudio desde la ciudad de Lima está determinada por la Carretera Central y La Autopista Ramiro Prialé, entre ambas permiten la conexión hacia el centro poblado, ubicado a la entrada del distrito. Luego se sigue dos rutas que parten de la Carretera Central a la altura del km 34, el más frecuentado es por la Calle 7 de junio, que cambia de nombre a calle Las Dacitas. El segundo acceso es por el llamado canal del huaico, que se empalma con la Av. Túpac Amaru (vía paralela al canal del huaico).

El territorio de la quebrada pedregal presenta una fisiografía alargada, fondo profundo y quebrado, y pendiente de moderada a fuerte, disectada por quebradas de régimen estacionales, que se activan en temporadas de precipitaciones pluviales intensas y anómalas.

El abanico y cauce de esta quebrada está ocupado por viviendas que lo han reducido completamente, en la parte media - inferior de la quebrada Pedregal, se aprecia el gran crecimiento poblacional, donde se ubica el centro poblado de San Antonio de Pedregal, asentado sobre la margen derecha del río Rímac, aproximada entre las coordenadas UTM 314570 m (Este) y 8681519 m (Sur) de la Zona 18, hemisferio sur.

## B. Características Sociales

- Población Total.

La población total del Distrito de Lurigancho en el año 2017 es 218,976 habitantes, de los cuales el 7.6% representa a la población asentada en la quebrada Pedregal. Por otro lado, la población asentada en la quebrada Pedregal alcanza los 9,651 habitantes de los cuales la cantidad de mujeres es 4,945 que representa el 51% y la cantidad de

hombres es de 4,706 representando un 49% de la población total.

**Tabla 1**

*Población de San Antonio de Pedregal*

Población	Total	%
Hombres	4,706	49%
Mujeres	4,945	51%
Total	9,651	100%

Fuente: INEI, 2017

Asimismo, 2,445 mil habitantes corresponden a la población adulta que oscilan entre las edades de 45 a 64 años (17%), y el restante de la población corresponde a las personas que se encuentran entre las edades 65 años a más que corresponden al 8%, ver la tabla siguiente.

**Tabla 2**

*Población según grupos de edades*

Grupo de edades	Cantidad	%
De 01 a 05 años	860	9
De 06 a 17 años	1642	17
De 18 a 44 años	4704	49
De 45 a 64 años	1647	17
De 65 a más años	798	8
Total de población	9651	100

Fuente: INEI, 2017

- **Vivienda.**

La quebrada Pedregal, cuenta con 2,239 viviendas, siendo el porcentaje más significativo del 88.08% con 1,972 viviendas que tienen como material predominante el ladrillo o bloque de cemento, seguido de otro grupo considerable del 6.21 % tienen como material predominante la madera, y el restante del 5.72% de viviendas tienen como material predominante en las paredes la piedra o sillar con cal o

cemento, adobe o tapia, quincha, piedra con barro, estera u otro material.

**Tabla 3**

*Material predominante de las paredes*

Material predominante en las paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	1,972	88.08
Piedra o sillar con cal o cemento	22	0.98
Adobe o tapia	77	3.44
Quincha (caña con barro)	8	0.36
Piedra con barro	1	0.04
Madera	139	6.21
Estera	17	0.76
Otro material	3	0.13
Total de viviendas	2,239	100

Fuente: INEI, 2017

Se identifica que el 63.7% de las viviendas cuentan con techos de concreto armado, y el 31.7% de las viviendas cuenta con techos de planchas de calamina, asimismo el 1.2% de las viviendas cuenta con techos de madera, el restante 3.4% de las viviendas, cuentan con techos de estera, u otro material.

**Tabla 4**

*Material predominante de los techos*

Material predominante en los techos	Viviendas	%
Concreto armado	1427	63.7
Madera	26	1.2
Plancha de calamina	709	31.7
Estera	19	0.8
Otro material	58	2.6
Total	2,239	100

Fuente: INEI, 2017

- Abastecimiento de Agua.

El área de estudio cuenta con un total de 2,239 viviendas, el 52% de las viviendas tienen abastecimiento de agua a

través de la red pública, y el 48% de viviendas no tienen el servicio de la red pública, se abastecen del agua a través de pilones de uso público, camiones cisternas, pozos o río, acequias o manantial, u otro tipo.

**Tabla 5**

*Tipo de abastecimiento de agua*

Viviendas con abastecimiento de agua	Total	%
Red pública de agua dentro la vivienda	1,124	50
Red pública de agua fuera la vivienda	42	2
Pilón de uso público	37	2
Río, acequia, manantial	1,014	45
Otro tipo	22	1
Total	2,239	100

Fuente: INEI, 2017

- Servicios Higiénicos.

El 94% de las viviendas del área de estudios cuentan con servicios higiénicos a través de la red pública (dentro y fuera de la vivienda).

Existe un 6% de las viviendas que utilizan los servicios higiénicos a través de pozo séptico, pozos negros o letrinas, ríos, acequias o canales, contaminando el ambiente y constituyéndose un foco infeccioso muy peligroso para la salud del ser humano.

**Tabla 6**

*Viviendas con servicios higiénicos*

Viviendas con servicios higiénico	Total	%
Red pública de desagüe dentro la vivienda	2,014	90
Red pública de desagüe fuera la vivienda	80	4
Pozo séptico	35	2
Río, acequia o canal	49	2
No tiene	61	2
Total	2,239	100

Fuente: INEI, 2017

- Educación.

La quebrada Pedregal cuenta con 5 instituciones educativas, siendo todas dedicadas a la educación básica regular de diferentes niveles (inicial, primaria y secundaria), todas pertenecen al sector público.

**Tabla 7**

*Instituciones educativas y programas*

Etapa, modalidad y nivel	Total	Gestión Área	
		Pública	Privada
Inicial	2	2	0
Programas	1	1	0
Primaria EBR	1	1	0
Secundaria EBR	1	1	0
Total	5	5	0

Fuente: Ministerio de Educación - Padrón de Instituciones Educativas

- Salud.

En la zona de estudio se encuentra el Centro de Salud San Antonio de Pedregal, perteneciente al MINSA, de Categoría I – 3, donde se brindan los servicios de Epidemiología – Vigilancia epidemiológica y salud ambiental; farmacia, patología clínica, consulta externa, obstetricia, odontología, radiología, medicina general entre otros. Se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: Longitud -76.7128534; Latitud -11.9214709, Zona: 18 S.

- Acceso a seguros de salud.

El 39.1 % de la población tiene el seguro del SIS, y un 20% de la población está asegurada en ESSALUD; el 1.3% tiene seguro de las FFAA – PNP; el 0.4% tiene seguro privado y el 39.2% no tiene seguro de salud.

**Tabla 8***Población según tipo de asegurada*

Tipo de Seguro	Total	%
ESSALUD	1885	20.3
SIS	3623	39.1
FFAA - PNP	122	1.3
Otro (privado)	36	0.4
No tiene	3602	40.2
Total	9268	100

Fuente: INEI, 2017

**C. Características Económicas**

La principal actividad económica está representada por la categoría que agrupa a Trabajador Empleador/ dependiente/ independiente /trabajador del hogar con un 46.75%; constituyéndose en una de las actividades más importantes de la economía local, mientras que el 16.5% de la población se dedica a los quehaceres del hogar. En menores porcentaje, se encuentra la población de jubilados o no tienen actividad alguna lo que suma el 9.2%.

**Tabla 9***Actividad económica de su centro de labor*

Actividad económica de su centro de labor	Cantidad	%
Trabajador-Empleador/dependiente/ trabajador del hogar independiente	3830	46.7
Dedicado a los quehaceres del hogar	1349	16.5
Jubilado	340	4.1
sin actividad	422	5.1
Total	8199	100.0

Fuente: INEI, 2017

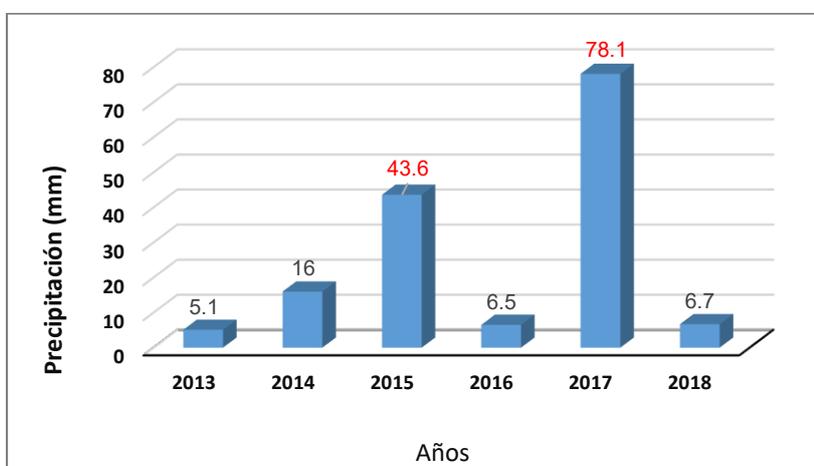
**D. Características climáticas**

A continuación, se menciona las características climatológicas de la zona que incluye el área de estudio, dándose mas énfasis en aquellos parámetros que se constituyen en los factores que condicionan y desencadenan la ocurrencia de peligros.

- **Clima.**  
En base a la clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, el Mapa de Clasificación Climática del Perú, el distrito de Lurigancho – Chosica, ubicado en la provincia y región de Lima, se caracteriza por presentar un clima semicálido y húmedo, con lluvia deficiente en gran parte del año (E(d) B'1 H3) (Senamhi, 1988).
- **Temperatura.**  
La temperatura máxima promedio del aire no presenta fluctuaciones significativas a lo largo del año, oscilando los valores entre 21,5 a 27,1°C, con mayores valores en los meses de verano y disminuyendo en los meses de otoño e invierno. En cuanto a la temperatura mínima del aire, presenta similar comportamiento que la temperatura máxima, con valores promedio que fluctúan entre 12,3 a 18,6°C.
- **Precipitación.**  
En la zona de estudio la quebrada Pedregal que es un afluente al río Rímac, acontecieron lluvias de magnitud intensas, superando en frecuencia e intensidad las precipitaciones registradas en los años que ocurrieron el fenómeno El Niño 1982-1983 y 1997-1998.

El acumulado de precipitación (meses de enero a marzo) en los últimos años en Chosica ha variado entre los 5mm a 80mm. Asimismo, en la Clasificación de Lluvias desde los años 1981 al 2010 (Atlas hidrológico para la cuenca del río Rímac) muestra que la precipitación en los meses de enero y marzo se encuentra entre los 5-10 mm/ mes y en febrero 10-20mm/mes.

En el año 2015, se registró acumulados de precipitación para los meses de enero, febrero y marzo de 1.3 mm, 11.5 mm y 30.8 mm respectivamente. El acumulado de marzo fue superado hasta en un 200%. Por otro lado, en el año 2017 se tuvo acumulados mensuales de 39.7 mm, 10.9 mm y 29 mm para los meses de enero, febrero y marzo. Así pues, en ese año la precipitación superó los valores climatológicos de los meses de enero y marzo en un 300% y 200%. Esta precipitación fuera de lo normal para su climatología se puede observar en el acumulado de precipitación para el trimestre enero-marzo, ver el siguiente gráfico.



**Gráfico 1.** Precipitación acumulada para el trimestre Enero-marzo  
Fuente: Datos de la estación automática Chosica (Senamhi)

Asimismo, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología ha determinado umbrales de precipitación pluvial en base a una clasificación de la misma a partir de la determinación de percentiles, bajo el criterio de rareza. Calculándose el percentil 75, 90, 95 y 99 (P75, P90, P95 y P99) del acumulado diario de la precipitación pluvial. Realizando la clasificación de la misma, ver la tabla siguiente:

**Tabla 10***Umbral de precipitación para la estación Chosica*

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para estación Chosica
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 18,3 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	6,0 mm < RR < 18,3 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	5,0 mm < RR < 6,0 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	2,5 mm < RR < 5,0 mm

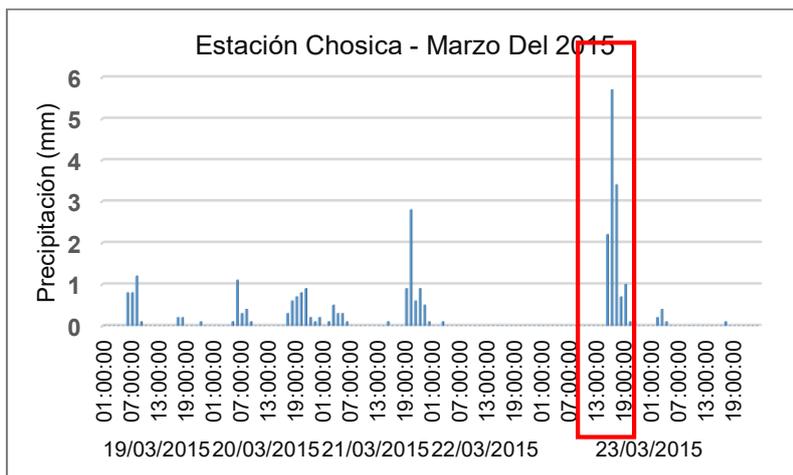
Fuente: Umbrales y Precipitaciones absolutas- Senamhi

Estas precipitaciones acumularon 30.5 mm en cinco días (Ver Gráfica N°1), teniendo en cuenta la precipitación climatológica para marzo en base a sus percentiles (Tabla N°10), se tiene que días muy lluviosos y extremadamente lluviosos (24 de marzo del 2015), estas precipitaciones desencadenaron la activación de las quebradas Quirio, Santo Domingo, Carossio, La Libertad, Corrales, y Pedregal, originando huaicos. (Informe de emergencia N°581- INDECI, 2015).

**Tabla 11***Umbral de precipitación para marzo (estación Chosica)*

Estación	P75	P90	P95	P99
Chosica	2	3.2	4.3	6

Fuente: Senamhi



**Gráfico 2.** Precipitación horaria del 19 al 24 de marzo del 2015

Fuente: Datos de la estación automática Chosica (Senamhi)

En las precipitaciones de marzo del 2015, se registró un acumulado máximo de 5.7 mm en una hora, superando el percentil 95 (Ver Tabla N°12).

**Tabla 12**

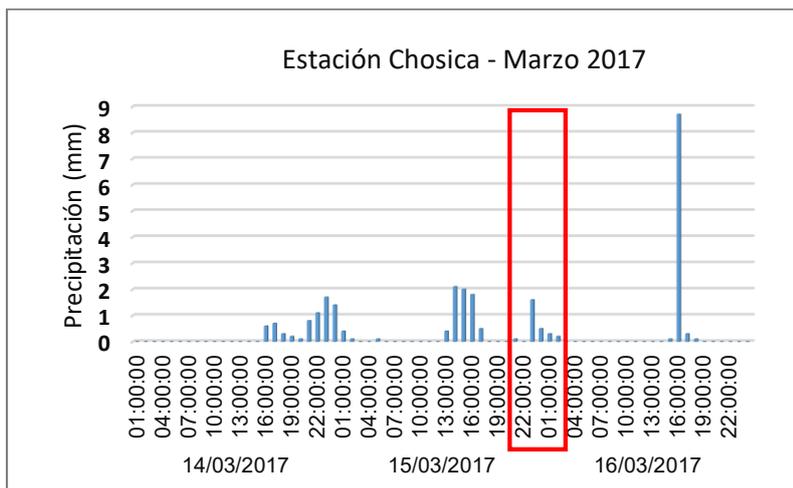
*Precipitación horaria en marzo 2015 (Estación Chosica)*

Hora	Precipitación					
	19/03/2015	20/03/2015	21/03/2015	22/03/2015	23/03/2015	24/03/2015
01:00:00	0	0	0	0	0	0
02:00:00	0	0	0.1	0	0	0.2
03:00:00	0	0	0.5	0.1	0	0.4
04:00:00	0	0	0.3	0	0	0.1
05:00:00	0	0.1	0.3	0	0	0
06:00:00	0.8	1.1	0.1	0	0	0
07:00:00	0.8	0.3	0	0	0	0
08:00:00	1.2	0.4	0	0	0	0
09:00:00	0.1	0.1	0	0	0	0
10:00:00	0	0	0	0	0	0
11:00:00	0	0	0	0	0	0
12:00:00	0	0	0	0	0	0

Hora	Precipitación					
	19/03/2 015	20/03/2 015	21/03/2 015	22/03/2 015	23/03/2 015	24/03/2 015
13:00: 00	0	0	0	0	0	0
14:00: 00	0	0	0	0	0	0
15:00: 00	0	0	0.1	0	2.2	0
16:00: 00	0	0	0	0	5.7	0
17:00: 00	0.2	0.3	0	0	3.4	0.1
18:00: 00	0.2	0.6	0	0	0.7	0
19:00: 00	0	0.7	0.9	0	1	0
20:00: 00	0	0.8	2.8	0	0.1	0
21:00: 00	0	0.9	0.6	0	0.1	0
22:00: 00	0.1	0.2	0.9	0	0	0
23:00: 00	0	0.1	0.5	0	0	0
00:00: 00	0	0.2	0.1	0	0	0
Total	3.4	5.8	7.2	0.1	13.2	0.8

Fuente: Datos de la estación automática Chosica (Senamhi)

Por otra parte, las precipitaciones de marzo del 2017 se debieron al calentamiento abrupto de la temperatura superficial del mar (mayor a 27°C). Activándose la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en forma temprana e intensa frente a la costa de Perú, lo cual propició la ocurrencia de lluvias muy fuertes en la zona norte. Además, las condiciones atmosféricas tipo La Niña en el Pacífico central y el ingreso de humedad del norte propiciaron lluvias fuertes en los Andes occidentales, ver gráfico siguiente.



**Gráfico 3.** Precipitación horaria del 19 al 24 de marzo del 2017  
Fuente: Datos de la estación automática Chosica (Senamhi)

Estas precipitaciones acumularon 26.2 mm en tres días (Ver Tabla N°11), teniendo en cuenta la precipitación climatológica para marzo en base a sus percentiles (Tabla N°12), se tiene que los tres días están caracterizados como extremadamente lluviosos, estas precipitaciones desencadenaron la activación de las quebradas y el desborde del río Rímac afectando viviendas, vías de comunicación y daños a la vida y la salud.

**Tabla 13**

*Precipitación horaria en marzo 2017 (Estación Chosica)*

Hora	Precipitación		
	14/03/2017	15/03/2017	16/03/2017
01:00:00	0	0.4	0.3
02:00:00	0	0.1	0.2
03:00:00	0	0	0
04:00:00	0	0	0
05:00:00	0	0.1	0
06:00:00	0	0	0
07:00:00	0	0	0
08:00:00	0	0	0
09:00:00	0	0	0
10:00:00	0	0	0
11:00:00	0	0	0
12:00:00	0	0	0

Hora	Precipitación		
	14/03/2017	15/03/2017	16/03/2017
13:00:00	0	0.4	0
14:00:00	0	2.1	0
15:00:00	0	2	0.1
16:00:00	0.6	1.8	8.7
17:00:00	0.7	0.5	0.3
18:00:00	0.3	0	0.1
19:00:00	0.2	0	0
20:00:00	0.1	0	0
21:00:00	0.8	0.1	0
22:00:00	1.1	0	0
23:00:00	1.7	1.6	0
00:00:00	1.4	0.5	0
Total	6.9	9.6	9.7

Fuente: Datos de la estación automática Chosica (Senamhi)

En conclusión, los días extremadamente lluviosos se pueden dar como consecuencia del Fenómeno El Niño y/o por patrones de circulación sinópticos como el 2015. El 04 de abril del 2012 se alcanzó un acumulado de 37 mm, siendo considerada como la máxima precipitación en su serie histórica. Se observa que la activación de quebradas se ha dado con acumulados mayores a 5 mm (superior a percentil 99). Sin embargo, se tiene precipitación días previos a los eventos que estarían aportando al saturado del suelo.

#### E. Características hidrográficas del área de estudio

El informe de Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (IGP, 2017), proporcionaron información de las características hidrográficas del área de estudio.

Considerando los rangos del área en función del grado de ramificación de los cursos de agua. Corresponden a microcuencas los cursos de agua de 1°, 2° y 3° orden; a

subcuencas los cursos de agua de 4° y 5° orden, y a cuencas los recursos de agua de 6° o más orden.

**Tabla 14**

Rango de áreas para diferentes unidades hidrográficas

Unidad Hidrográfica	Área (Km <sup>2</sup> )
Cuenca	500 - 8000
Subcuenca	50 - 500
Microcuenca	50

Fuente: Manejo de Cuencas Alto andinas - Tomo I.

De aquí, se determinó que la quebrada Pedregal pertenece a la unidad hidrográfica de microcuenca (3° orden), ya que el orden de corrientes es 2, hasta su desembocadura en el río Rímac. Cuenta con un área de 10.4902 km<sup>2</sup>.

- **Parámetros de forma.**

Permite establecer la dinámica esperada de la escorrentía superficial en una cuenca. La microcuenca Pedregal tiene forma oval oblonga a rectangular de acuerdo al Coeficiente de Compacidad (1.276) con tendencia media a las crecidas. El Factor de Forma (0.209) nos indica que la cuenca tiene forma alargada favoreciendo a los flujos rápidos. El Radio de Elongación (0.516) nos muestra que el relieve es pronunciado y el Radio de Circularidad (0.61) nos confirma que la microcuenca en estudio es asimétrica con lo cual la morfología de esta intensifica las crecidas de la quebrada. Los parámetros e índices de forma de la microcuenca nos indican que se esperan crecidas muy altas y de mediana velocidad, ver la tabla siguiente.

**Tabla 15**

*Parámetros de forma de la microcuenca Pedregal*

Parámetros		Und	Nomenclatura	U.H	
Superficie total de la microcuenca		Km <sup>2</sup>	Área microcuenca	10.49021	
Perímetro		Km	P	14.754	
Relaciones de forma	Factor de cuenca	Coeficiente de Compacidad	CC=0.28 P /	1.276	
			(At) <sup>1/2</sup>		
	Fact.de forma	Longitud (paralela al curso más largo)	Km	LB	7.078
			Ancho Medio	Km	AM= microc./LB A.
	Rectángulo equivalente	Factor de Forma		Ff= AM/LB	0.209
			Lado mayor	Km	L=Kc (π A) <sup>1/2</sup> /2 (1+(1-4/π Kc <sup>2</sup> ))
		Lado menor	Km	B= At/L	2.354
	Relación de Elongación			Re= 1.128 (A. microc) <sup>0.50</sup> / LB	0.516
Relación de circularidad			Rc= 4 π ( A. microc )/ P <sup>2</sup>	0.606	

Fuente: Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (2017)

- **Parámetros de relieve.**

La influencia del relieve sobre la respuesta hidrológica de la cuenca es importante, puesto que a mayores pendientes corresponden mayores velocidades del agua en las corrientes y menor será el tiempo de concentración de la cuenca.

Respecto al relieve, la curva hipsométrica de la microcuenca nos indica que esta posee un alto potencial erosivo y que se encuentra en equilibrio, la altitud media de la microcuenca aportante es de 1,519.90 m.s.n.m. La pendiente media es 21.05% y el cauce principal es 23.71% lo que nos indica que los flujos tendrán alta velocidad en laderas y alta capacidad erosiva. El Índice de Pendiente Global (334.29) clasifica al relieve de la microcuenca como extremadamente fuerte. Por último, el Coeficiente de

Masividad (144.88) nos indica que los grandes desniveles si son representativos comparados con su pequeña extensión, y el Coeficiente Orográfico (13.81), utilizado en la fórmula de pérdida de suelo de Fournier, nos indica que el potencial de degradación de la microcuenca es muy alto.

**Tabla 16**

*Parámetros de relieve de la microcuenca Pedregal*

Parámetros	Und	Nomenclatura	U.H
Superficie total de la microcuenca	Km <sup>2</sup>	Área microcuenca	10.49021
Perímetro	Km	P	14.754
Desnivel total de la cuenca (hasta el punto de interés)	m.s.n.m.	ΔH	1,490.00
Altura media de la cuenca	m.s.n.m.	Hm	1,519.90
Declividad del cauce principal	%	Ic	23.717
Índice de pendiente global	m/Km	Ig	334.2947
Coeficiente de masividad	m/Km	Cm	144.8834
Coeficiente de orográfico		CO	13.8113
Pendiente de la microcuenca	%	Sc	46.0038
Pendiente media de la microcuenca	%	I	21.0511

Fuente: Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (2017)

- Parámetros de la red de drenaje (régimen).

Se define como la disponibilidad de agua en el cauce, y está en función de las épocas de lluvia, y el grado de alteración del terreno. En cuanto al régimen, la microcuenca aportante Pedregal, puede caracterizarse como no permanente ya que cuenta con agua solamente en la estación de verano (enero a marzo), debido principalmente al flujo base proveniente de las precipitaciones acaecidas durante estos meses. Mientras que, la Densidad de Drenaje (1,111.9) indica que la microcuenca cuenta con un buen drenaje, predominando el flujo en ladera por sobre el flujo en cauce con volúmenes medianos de escurrimiento; y un Coeficiente de Estabilidad (0.001). Finalmente, ambos coeficientes, representan a

una cuenca de baja capacidad de infiltración, con cobertura vegetal nula o muy escasa y suelo rocoso de baja resistencia presumiblemente.

**Tabla 17**

*Parámetros de drenaje de la microcuenca Pedregal*

Parámetros	Und	Nomenclatura	U.H
Ríos (O. Pfafstetter)		Orden 1	6,084.05
		Orden 2	1,937.20
		Orden 3	3,642.57
		Orden 4	-
Longitud total de los ríos de diferentes grados	Km	Lt	11,663.80
Número de ríos según los grados (O. Pfafstetter)		N° Ríos	3
Longitud de los ríos principales	Km	Lr	5.52
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	Dd = Lt / At	1,111.90
Relación de Bifurcación		Rb = N° Rn / (N°Rn+1)	0.75
Extensión media para los diferentes grados	Km	Es = At / 4Lt	0.0002
Coefficiente de estabilidad de ríos	Km	C	0.0009
Coefficiente de torrencialidad	Km <sup>3</sup>	Ct	105.9918
Frecuencia de los ríos	r/Km <sup>2</sup>	Fr = N° Ríos / At	0.286

Fuente: Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (2017)

- Tiempo de concentración o respuesta (T.C.).  
Es un referente que permite determinar el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la microcuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Además, debe tenerse claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; depende de la intensidad del chubasco, aunque muy ligeramente.

**Tabla 18***Tiempo de concentración de la microcuenca Pedregal*

Método	Tc (Horas)
Ecuación de Kirpich	0.43 hr
Ecuación de R. Temez	
Ecuación del Soil Conservation Service of US	0.41 hr
Tiempo de concentración asumido	0.42 hr

Fuente: Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (2017)

Tiempo de concentración (TC) asumido, equivalente a 25 minutos.

- Caudal máximo de diseño.  
Los caudales máximos fueron analizados según los métodos determinísticos. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 19***Caudal máximo de diseño de la microcuenca Pedregal.*

Tr (años)	A (Km <sup>2</sup> )	Avenida de diseño (m3/s)	Caudal unitario (m3/s/Km2)
5	10.3952	7.83	0.75
10	10.3952	10.22	0.98
20	10.3952	12.83	1.23
50	10.3952	16.71	1.61
75	10.3952	18.61	1.79
100	10.3952	20.04	1.93

Fuente: Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio (2017)

## F. Características geológicas del área de estudio

Para el presente trabajo de investigación se realizó la revisión de estudios previos y visitas de reconocimiento de campo con el objetivo de determinar las características geológicas y geomorfológicas de la quebrada Pedregal, orientadas a conocer los factores que condicionan la dinámica y evolución de los procesos geodinámicos que dan lugar a los flujos de detritos.

- Unidades geológicas (Unidades litológicas).

En la microcuenca Pedregal se ha identificado 5 unidades litológicas, las que se describen a continuación:

- a. Afloramientos de rocas intrusivas (Kti - gd).

La quebrada de Pedregal se ha labrado sobre un basamento de rocas ígneas intrusivas de la familia de la granodiorita-granito, de tonalidades blanquecinas (leucócratas), de textura gruesa (fanerítica) y holocristalinas, principalmente, que pertenecen a la superunidad Patap. Las rocas han sido afectadas por fracturas, diaclasas, fallas geológicas y diques de composición andesíticas y aplíticas que facilitan la meteorización fisicoquímica debido al ataque de la humedad y el agua de las lluvias, que acelera su descomposición in situ.



**Imagen 2.** Afloramiento de rocas intrusivas

Fuente: Trabajo de campo - elaboración propia

b. Depósitos coluviales (Q-col)

Son depósitos sedimentarios que se caracterizan por presentar una fraccionometría y morfometría heterogénea, contiene elementos de diferentes tamaños que van desde fragmentos rocosos de bloques de roca sueltos, luego gravas de forma angulosas y subangulosas. En menor proporción están las arenas gruesas producidas por la desintegración de las rocas intrusivas de textura gruesa. Finalmente, se tiene en menor proporción sedimentos tipo limos y arcillas que sirven como matriz que aglutina los fragmentos mayores.

Estos depósitos coluviales son los más abundantes que cubren gran parte del área de la microcuenca, están al pie de los taludes y laderas y adoptan formas del relieve sobre las cuales se acumulan producto del desprendimiento y caída de rocas por acción de la

gravidad, movimientos sísmicos y lluvias estacionales que se dan en la zona. Sobre estos depósitos se produce la erosión en cárcavas y se da el inicio del flujo de detritos.

Estos depósitos que tienen formas y volumen variados, están en condiciones de estabilidad muy crítica porque sus elementos están sueltos y no tienen cohesión, tampoco están compactados, son fácilmente erosionables por las aguas de escorrentía. Estos depósitos sirven como materiales de carga para formar los flujos de detritos.



**Imagen 3.** Depósitos coluviales

Fuente: Trabajo de campo - elaboración propia

c. Depósitos eluviales (Q-el)

Son los materiales que se producen por la meteorización y descomposición in situ de los afloramientos rocosos que son atacados por la humedad del ambiente, lluvias y otros agentes de meteorización. Están presentes en el área en menor proporción que los otros depósitos y están

distribuidos en las cumbres o cima de las colinas altas cuyas superficies son relativamente llanas, de menor pendiente.

La textura dominante de estos depósitos sedimentarios es de limos arenosos arcillosos con algunos fragmentos líticos. Se manifiestan como capas de polvo que se levanta con el viento. En época de lluvias se erosionan fácilmente formando flujos lineales y laminares que son el punto de arranque del proceso de escorrentía superficial en la cuenca.



**Imagen 4.** Depósitos eluviales

Fuente: Trabajo de campo - elaboración propia

d. Depósitos proluviales antiguos (Q-prol a)

En el área de estudio son los materiales acarreados y depositados por los flujos de detritos antiguos. Su distribución en el área de la microcuenca está focalizada en el lecho principal de la quebrada rellenándolo y dando lugar a una superficie relativamente llana, disectada por el cauce actual de la quebrada, con pendiente que se orienta hacia su

desembocadura en el río Rímac. Sobre estos depósitos proluviales antiguos se asienta la población de San Antonio de Pedregal, a lo largo de dos grandes segmentos que están separados por el cauce de la quebrada que, al erosionar estos depósitos, ha formado las terrazas más altas con taludes altos, que van descendiendo aguas abajo hasta llegar a su desembocadura en el río Rímac.

Los depósitos proluviales antiguos están constituidos por sedimentos clásticos predominantemente gruesos que incluyen desde grandes bloques de roca, pasando por fracciones de menores tamaños como arena gruesa, arena fina y, en menor proporción, sedimentos limo arcillosos, englobados en una matriz areno limosa que le da cierta cohesión y consistencia que le permite soportar erosión y formar escarpes y taludes verticales a lo largo del cauce principal de la quebrada.



**Imagen 5.** Depósitos proluviales antiguos

Fuente: Trabajo de campo - elaboración propia

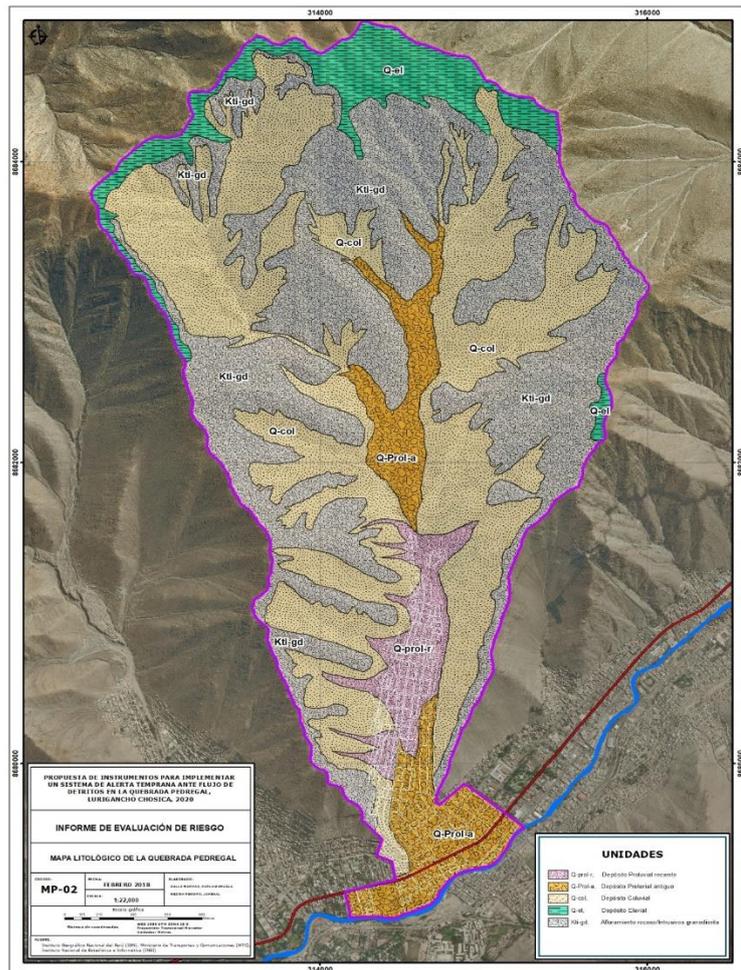
e. Depósitos proluviales recientes (Q-prol r)

Corresponden a depósitos formados por la erosión en cárcavas y la escorrentía de flujos de lodo y detritos a lo largo del cauce. Se encuentran al pie de las laderas y cárcavas, distribuidas a modo de conoides proluviales. En el área de estudio se observa que son los depósitos resultantes de los últimos flujos de detritos depositados por las cárcavas que discurren desde las laderas de la margen derecha.



**Imagen 6.** Depósitos proluviales recientes

Fuente: Trabajo de campo - elaboración propia



**Imagen 7.** Unidades litológicas

Fuente: Elaboración propia

- **Características Geomorfológicas.**

Al interior de la microcuenca de la quebrada Pedregal se pueden observar las siguientes unidades geomorfológicas:

- a. **Cárcavas activas**

En los flancos de la quebrada se observa la formación y desarrollo de cárcavas a modo de zanjas o hendiduras en las laderas a lo largo de las fracturas y fallas que afectan los afloramientos rocosos, en cuya base se acumulan los depósitos de detritos que luego son removidos por la escorrentía de flujos durante la época lluviosa. Cabe resaltar la alta susceptibilidad de erosión que presentan los suelos y los depósitos

aluviónicos o de flujos de detritos que están en el lecho de las quebradas y en las laderas de la cuenca.



**Imagen 8.** Cárcavas activas

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo

b. Cauce actual de la quebrada

Esta unidad geomorfológica es como el eje central de la quebrada, está sometida a procesos geodinámicos cada año y con énfasis cuando se generan flujos de detritos que discurren a lo largo de este durante las temporadas lluviosas. Se desarrolla desde la desembocadura de la quebrada el río Rímac que actúa como nivel de base o punto de entrega de los flujos y caudales que genera la quebrada, hacia la parte media de la quebrada donde empieza la ramificación de la quebrada aguas arriba. Presenta un ancho promedio de 10 metros y una profundidad de 18 metros en el curso medio inferior sector poblado, variando tanto hacia arriba como aguas abajo. Su gradiente promedio es de 5 a 10%. Durante las avenidas del año 2017 el cauce de la quebrada sufrió un proceso de socavación y profundización del

cauce que llegó a afectar las bases y cimientos de muros de contención y/o encauzamiento de la quebrada.

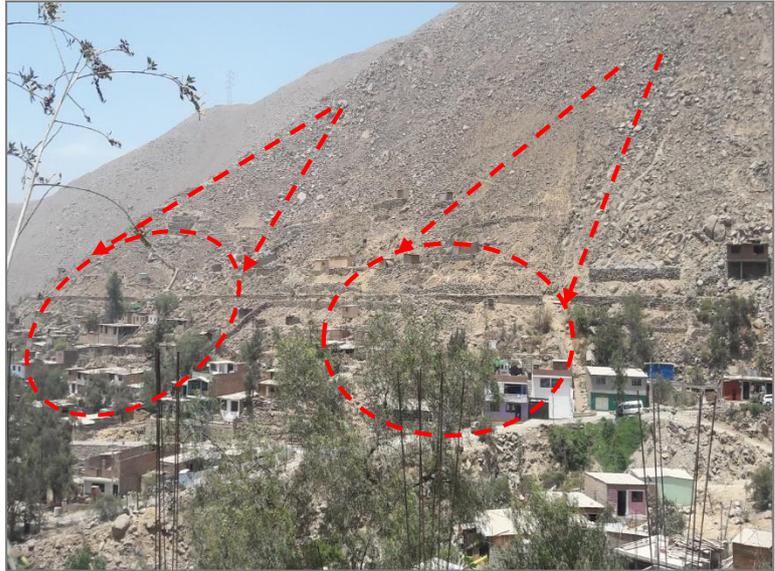


**Imagen 9.** Cauce actual de la quebrada

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo

c. Conoides proluviales

Es una geoforma que resulta como producto de los depósitos que acarrear las cárcavas formando superficies cónicas al pie de las laderas cóncavas, en caso de la quebrada Pedregal se observa con más presencia en el flanco derecho. Estos conoides proluviales son expresiones de la dinámica activa de las cárcavas en las quebradas que en su conjunto podrían generar importantes cambios en el relieve de la quebrada, así como daños importantes en la población asentada en el área de influencia de estas.



**Imagen 10.** Conoides proluviales

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo

d. Terrazas aluviónicas

Corresponde a las superficies superior relativamente llanas, formadas por la acumulación de los sedimentos acarreados por grandes aluviones antiguos que discurrieron en el pasado por la quebrada, por lo general asociados a episodios climáticos como el Fenómeno El Niño. Estos depósitos se ubican en el fondo de la quebrada junto al cauce principal que los erosiona y los disecta o separa en dos terrazas (margen izquierda y margen derecha) de la quebrada. Las terrazas en la quebrada Pedregal son superficies alargadas con desniveles en la superficie producida por el discurrir de flujos de detritos recientes. Alcanzan una altura relativa al cauce de 18 a 20 metros que varía a menores profundidades hacia la parte baja o desembocadura en el río.

Ambas terrazas están densamente ocupadas por viviendas distribuidas longitudinalmente separadas por calles o avenidas longitudinales y calles transversales menores. Los materiales que constituyen las terrazas son susceptibles a la erosión por escorrentía superficial de aguas y al colapso o derrumbes por sobrecarga o a consecuencia de movimientos sísmicos.

Sobre esta superficie de la terraza aluvional, se ha impuesto otros depósitos de los flujos de detritos que se han formado como producto de la erosión en cárcavas o pequeñas quebradas laterales cuyos flujos que discurren en épocas de lluvias, son los que en la actualidad afectan de manera frecuente a las familias asentadas. Estos flujos de detritos o huaycos son los que impactan sobre las viviendas que se encuentran al pie de los taludes cauce de las cárcavas y en el cono de deyección de las quebradas.

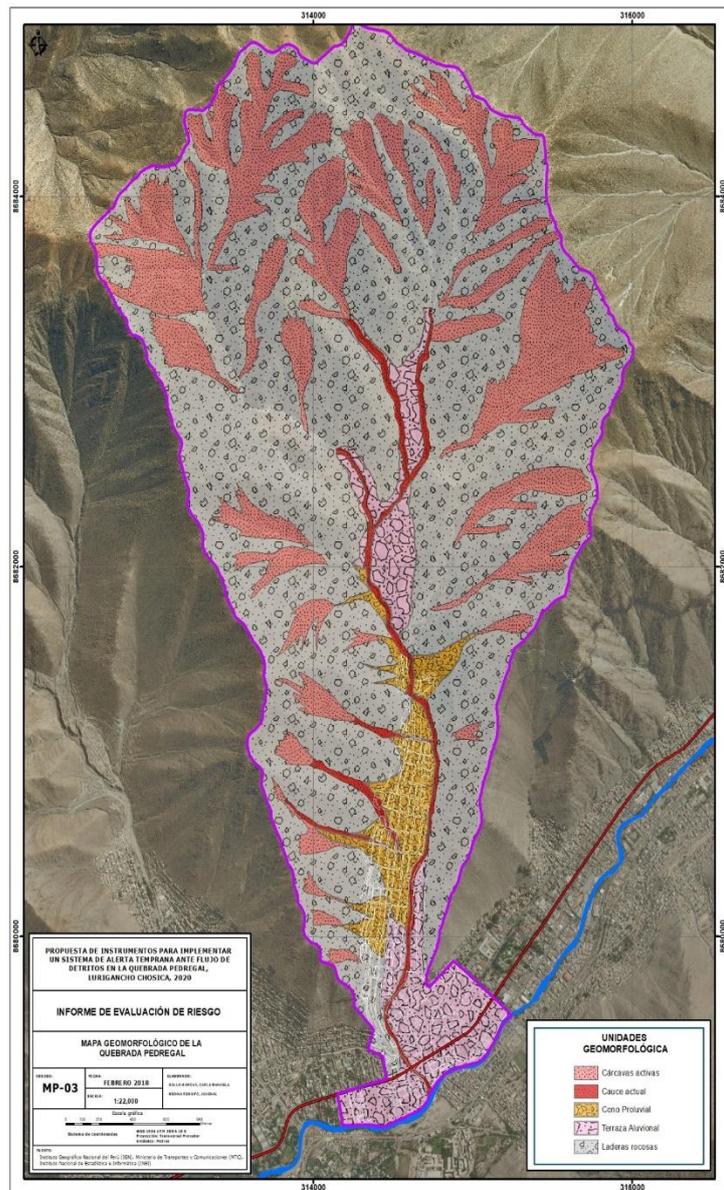
e. Laderas rocosas

Esta unidad geomorfológica es la que está localizada en la parte altas, zona de colinas y quebradas de laderas escarpadas. Se distribuye en forma discontinua presentando macizos rocosos muy competentes con pendientes muy altas, ligeramente fracturadas y principalmente expuestas a procesos de meteorización.



**Imagen 11.** Laderas rocosas

Fuente: Elaboración propia - trabajo de campo



**Imagen 12.** Unidades geomorfológicas

Fuente: Elaboración propia

G. Pendiente de la microcuenca.

El relieve del territorio está dominado por laderas escarpadas, con pendientes que varían entre 20° y 45°, calificada de fuerte a muy fuerte lo que facilita la escorrentía superficial y subsuperficial, transportando los materiales residuales y coluviales hacia el cauce principal de las quebradas (Villacorta, Núñez, & Juárez, 2015). La distribución de la pendiente en el espacio de la microcuenca tiene los rangos siguientes:

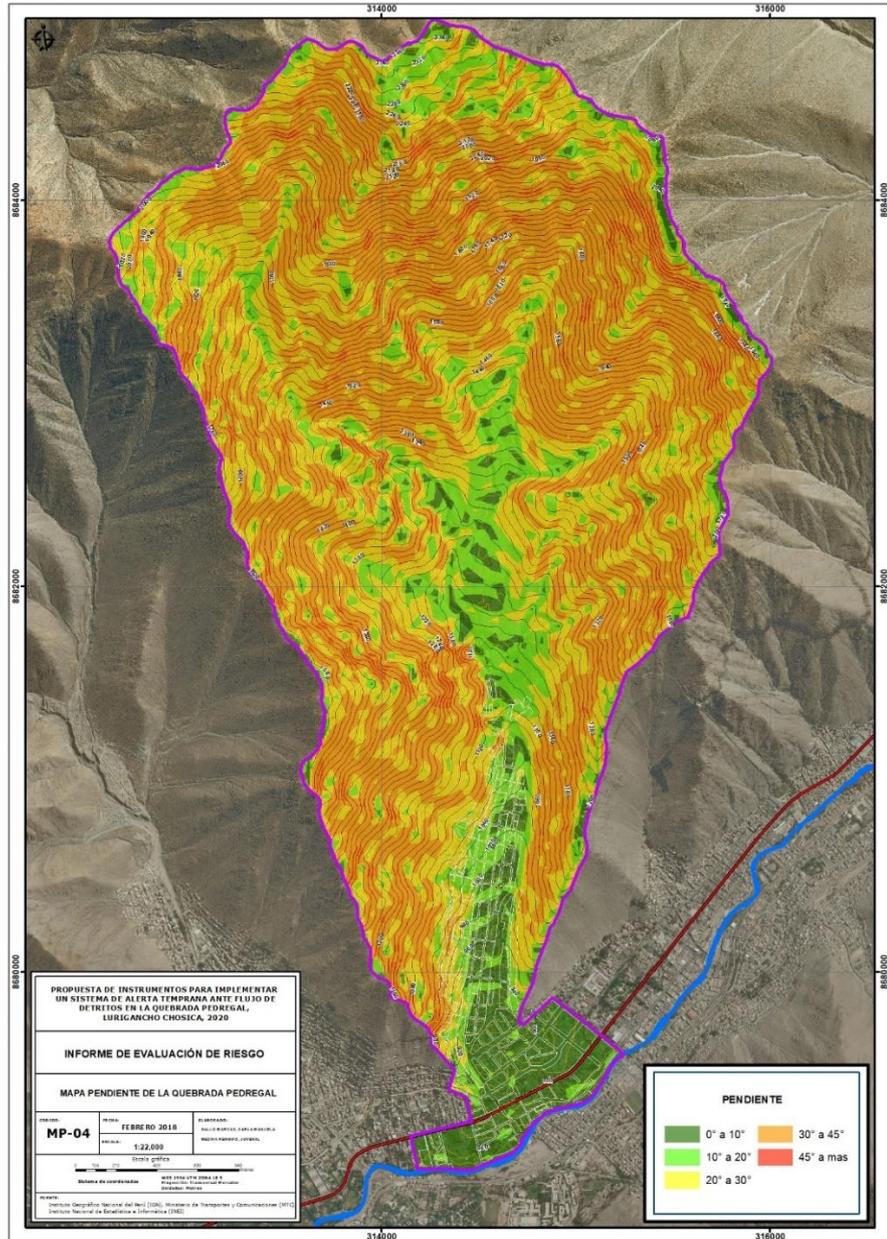
- Muy bajas pendientes: menores a 10°, es el área donde se desplazan los sedimentos arrastrados, generalmente son los conos de deyección de los tributarios y del cauce de la quebrada.
- Bajas pendientes: entre 10° y 20°, se representa en el fondo de valle y los taludes detríticos.
- Moderadas pendientes: 20° - 30° tienen influencia media en la susceptibilidad de los flujos de detritos. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.
- Altas pendientes: de 30° - 45° tienen influencia alta en la susceptibilidad de los flujos de detritos, representando en el terreno por las laderas escarpadas de las montañas y colinas.
- Muy altas pendientes: 45° a más, indican escarpes muy fuertes en la cabecera de la microcuenca y tiene influencia muy alta para la susceptibilidad de los flujos de detritos.

**Tabla 20**

*Rango de pendientes de la zona de estudio*

Rango de pendiente	Clase	Comentario
0° - 10°	Terrenos llanos Pendiente suave	Áreas no susceptibles flujos de detritos
10° - 20°	Pendiente moderada	
20° - 30°	Pendiente fuerte	Áreas susceptibles a flujos de detritos
30° - 45°	Pendiente escarpada	
45° a más	Pendiente muy escarpada	

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 13.** Rango de pendientes

Fuente: Elaboración propia

### 1.1.2. Información de la Municipalidad Distrital de Lurigancho – Chosica.

En la actualidad, la estructura orgánica de la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica está constituida por cinco órganos que brindan el soporte administrativo y territorial (ver gráfico 1):

- Órganos de coordinación, destaca la presencia de la Junta de Delegados Vecinales, el Comité de Defensa Civil, Comité de Seguridad Ciudadana, entre otros.
- Órganos de asesoramiento, conformada por la Gerencia de Asesoría Jurídica, Gerencia de Planeamiento y Presupuesto y la Gerencia de Cooperación Técnica Nacional e Internacional.
- Órganos de apoyo, como la Gerencia de Rentas y la Gerencia de Administración y Finanzas.
- Órganos desconcentrados, a cargo de la Subgerencia de Agencias Municipales.
- Órganos de línea, constituida por siete gerencias, entre ellas la Gerencia de Seguridad Ciudadana donde se encuentra la Subgerencia de Defensa Civil, responsable de la gestión reactiva.

Las acciones ejecutadas por la Subgerencia de Defensa Civil y la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica (MDLC) son limitadas, puesto que, no se ha logrado incorporar los componentes y procesos de la GRD de manera transversal en los cinco órganos municipales, restringiendo el desarrollo de las acciones de preparación y respuesta en caso de ocurrencia de una emergencia o desastre.

Asimismo, en la tabla 1, se detalla la composición del equipo técnico que forma parte de la Subgerencia de Defensa Civil, constituido por 23 personas, y la condición del cargo que desempeñan es de carácter provisional.

**Tabla 21**

*Cuadro de asignación del personal de la Subgerencia de Defensa Civil.*

N° Orden	Cargo Estructural	Código	Clasificación	Total	Situación del cargo	
					O	P
1539	Sub Gerente	H307FP	FP	1		1
1540	Secretaria	H30SP-AP	SP-AP	1		1
1541-1545	Técnico Administrativo	H30SP-AP	SP-AP	5		5
1546-1549	Auxiliar Administrativo	H30SP-AP	SP-AP	4		4
1550	Chofer	H30SP-AP	SP-AP	1		1
1551	Ingeniero	H30SP-ES	SP-ES	1		1
1552	Ingeniero Geógrafo	H30SP-ES	SP-ES	1		1
1553	Técnica en Enfermería	H30SP-AP	SP-AP	1		1
1554	Asistente	H30SP-ES	SP-ES	1		1
1555-1561	Inspector Técnico	H30SP-ES	SP-ES	7		7
Total de la Unidad Orgánica				23	0	23

Fuente: Ordenanza 153 - MDLCH



ORGANIGRAMA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LURIGANCHO

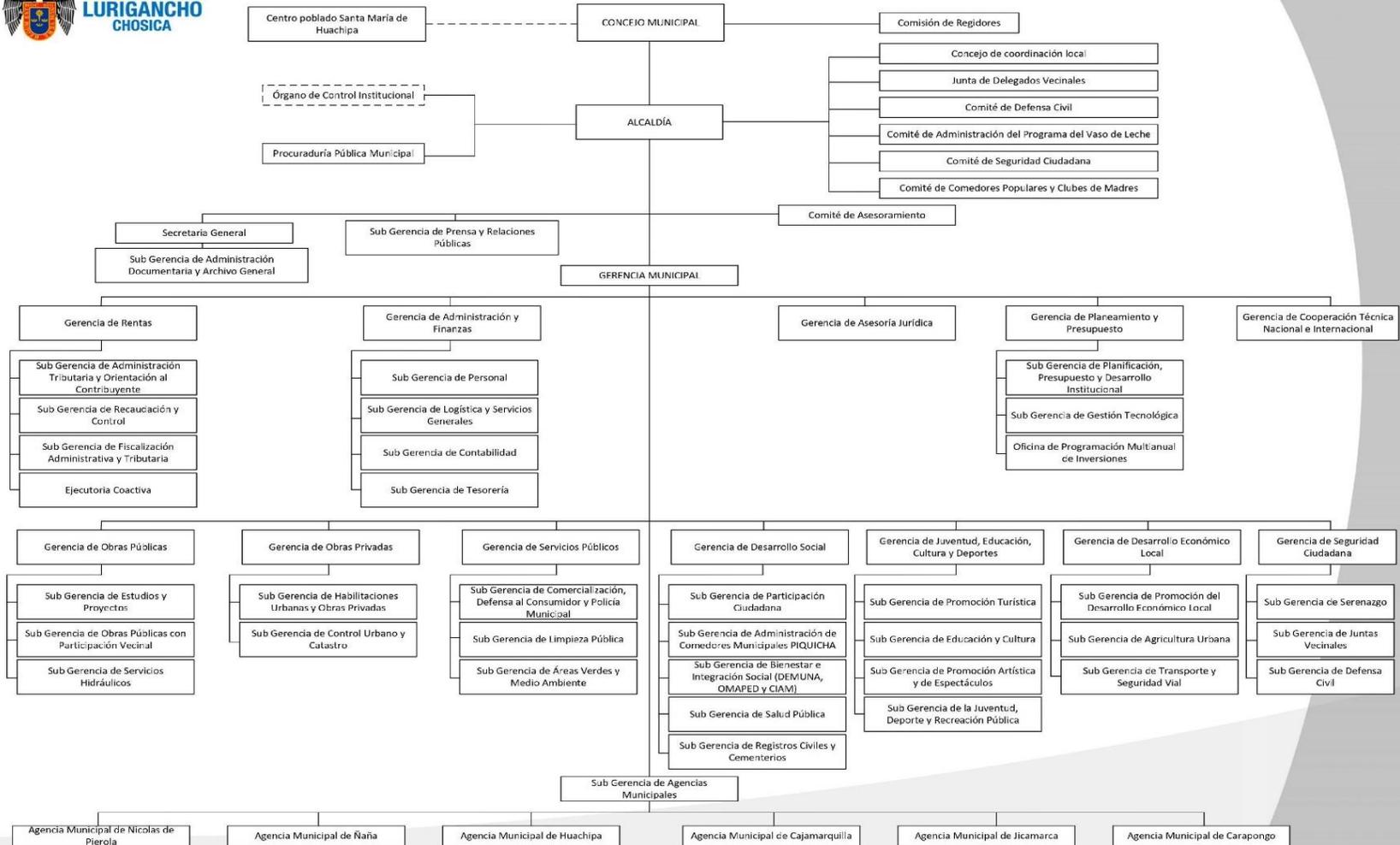


Gráfico 4 Organigrama de la Municipalidad distrital de Lurigancho Chosica

Fuente: Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica

Según los resultados de la Encuesta Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - ENAGERD 2018, se aprecia que la implementación de la GRD en la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica tiene un avance limitado del 16%, y se encuentra actualmente en una fase inicial, que incluye la conformación e instalación del Grupo de Trabajo de la GRD en el año 2019 y la aprobación del Programa Anual de Actividades, ver la tabla siguiente:

**Tabla 22**

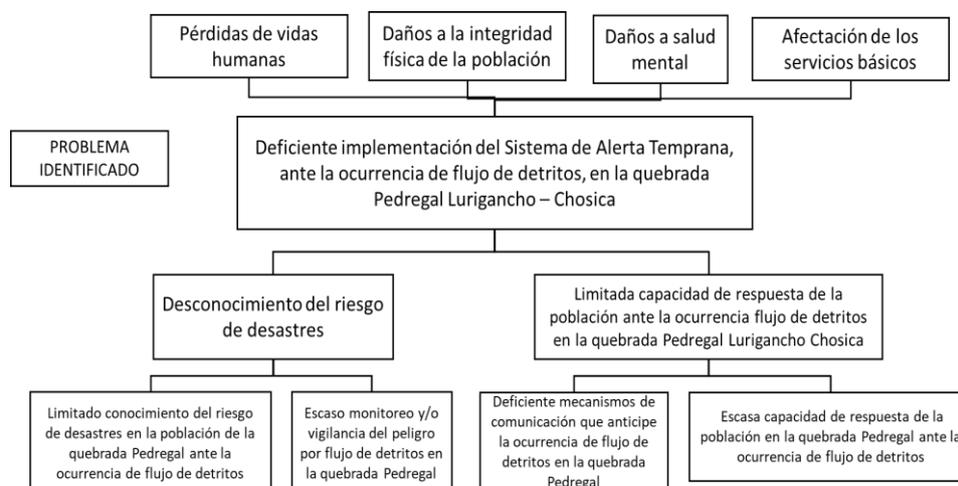
*Grupo de trabajo en Gestión del Riesgo de Desastres - GTGRD y  
Plataforma de Defensa Civil - PDC*

Acciones	Cumplimiento	Evidencia
GTGRD constituido o actualizado	Sí	Resolución de Alcaldía N°166-2019/MDL
GTGRD instalado	Sí	
GTGRD tiene reglamento interno de funcionamiento	No	
GTGRD tiene designado un secretario Técnico	Sí	Zegarra Carranza Willian wilianzegarracarranza@gmail.com
GTGRD cuenta con Plan o Programa Anual de Trabajo - 2019	Sí	
GTGRD ha programado reuniones formales - 2019	No	
PDC constituido	Sí	
PDC tiene reglamento interno de funcionamiento	Sí	
PDC cuenta con Plan Anual de Trabajo - 2019	Sí	
PCD cuenta con Protocolo de Participación en la Atención de Emergencias.	Sí	
MDL ha asignado recursos en el PP0068	Sí	
Productos que se han programado en el PP0068	Sí	No se detalla la información considerada.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de la Encuesta Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - ENAGERD 2018

## 1.2. Planteamiento y formulación del problema

### 1.2.1. Árbol de problemas



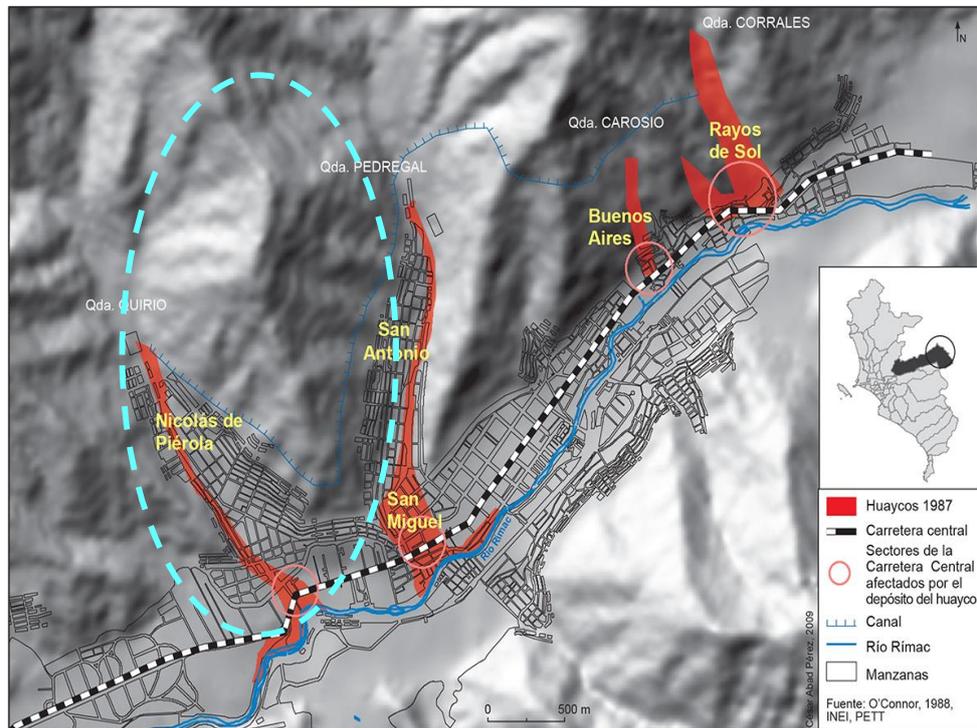
**Gráfico 5.** Árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

### 1.2.2. Planteamiento del problema

En la actualidad la población que habita en la quebrada de Pedregal está en riesgo de sufrir desastres ante la ocurrencia de flujos de detritos, no cuenta con sistema de alerta temprana operativo y funcionando y que le brinde la información anticipada de la ocurrencia del peligro y le permita actuar oportunamente y evacuar hacia las zonas seguras y de esta manera salvar sus vidas y evitar daños en su salud. En años anteriores se han desarrollado proyectos orientados a implementar un sistema de alerta temprana, pero sin llegar a consolidarlo como un sistema eficiente. La deficiente implementación del SAT, ante la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho – Chosica, se debe entre otros factores, principalmente al limitado conocimiento del riesgo de desastres al que está expuesta la población y a la falta de una adecuada implementación de los componentes del SAT con sus protocolos que le otorguen una adecuada preparación poder responder oportunamente, de manera eficaz y eficiente ante la inminente ocurrencia del flujo de detritos.

El cambio climático es un factor que exagera las variaciones climáticas y la recurrencia de los fenómenos de origen natural, principalmente relacionados con los eventos hidrometeorológicos como las precipitaciones que desencadenan movimientos en masa como flujos de detritos, derrumbes, deslizamientos, y otros (OMM, 2017). Esto sucede en la quebrada Pedregal, que es una de las 12 quebradas del distrito de Lurigancho - Chosica, más susceptibles a flujos de detritos y que afecta directamente a la población que se ubicada en el cauce y cono de deyección de la quebrada; producto de la ocupación no planificada.



**Imagen 14.** Huaycos ocurridos en el año 1987 en Lurigancho-Chosica  
Fuente: O'Connor (1988)

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET y el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, registran de manera oficial y constante, eventos peligrosos como huaicos e inundaciones, que en los últimos años ocasionan un impacto mayor, como lo ocurrido en el huaico del año 1987, donde se registraron 120 fallecidos y 1,200

damnificados. De acuerdo a dichos registros se señala que desde el año 1909 hasta el año 2017 en el distrito de Lurigancho - Chosica, se ha producido un total de 123 fallecidos, 7,493 damnificados y 13,321 afectados (ver tabla 23).

**Tabla 23**

*Registro de eventos en el distrito de Lurigancho Chosica*

Fecha	Fenómeno	Ubicación	Fallecidos	Damnificados	Afectado
1909	Huaico				
1925	Huaico	Quebradas			
15/01/1970	Huaico	Quirio y Pedregal y otras			
30/01/1976	Huaico				
1/04/1983	Huaico	Quebrada Cashahua cra			
9/03/1987	Huaico	Quebradas Quirio, Pedregal, Carossio, Corrales y Cashahua cra	120	1200	
1998	Huaico	Quebradas Quirio, Pedregal, Santo Domingo y La Cantuta			
27/02/2003	Inundación			0	2
04/02/2003	Precipitaciones - Lluvia			0	180
08/05/2003	Inundación			0	4
02/2009	Huaico	Quebrada Quirio	1		
05/04/2012	Huaico	Quebradas Pablo Patrón/Dos Amigos, La Cantuta, Santo Domingo, Coricancha y Los Cóndores.	2	1813	522
02/05/2014	Deslizamiento			1	0
05/04/2012	Huaico			1813	3845

Fecha	Fenómeno	Ubicación	Fallecidos	Damnificados	Afectado
09/02/2015	Huaico			80	0
23/03/2015	Huaico			520	1448
31/01/2017	Huaico			355	54
27/02/2017	Huaico			0	4
15/03/2017	Huaico			300	1000
16/03/2017	Huaico			100	2000
17/03/2017	Huaico			500	200
20/09/2006	Inundación			0	6
10/03/2012	Inundación			484	556
31/07/2017	Inundación			6	0
17/03/2017	Precipitaciones - Lluvia			80	3395
05/04/2017	Precipitaciones - Lluvia			206	100
06/04/2017	Precipitaciones - Lluvia			35	5

Fuente: Elaboración propia. Adoptado de Villacorta et al, 2015

Liza (2015) señala que luego de ocurrir fuertes precipitaciones pluviales el 23 de marzo del 2015 en el distrito de Lurigancho - Chosica se produjeron flujos de lodo y piedras (huaicos) que discurrieron en grandes volúmenes por la quebrada, lo que ha modificado el ancho, profundidad y forma de los cauces de la quebrada Pedregal, habiéndose también destruido varios muros de encausamiento de flujos, así mismo los diques reguladores en las quebradas quedaron colmatados por lo cual ya no están en condiciones de retener huaycos que se podrían presentar en el futuro por lo que urge realizar una evaluación del riesgo en la quebrada Pedregal para actualizar los escenarios de riesgos en la quebrada Pedregal.

Por otro lado, Carranza (2015) confirma que la quebrada Pedregal en el distrito de Lurigancho – Chosica se urbanizó de manera informal

con la creación de asentamientos humanos y los huaicos en la quebrada han sido activados con frecuencia por la caída de lluvias intensas ocasionando huaicos e inundaciones los cuales han dejado un alto número de muertos, desaparecidos y viviendas en condiciones de inhabitabilidad.

Considerando que, las causas del incremento del número de damnificados y afectados se debe al proceso de ocupación no planificada en lugares susceptibles a flujos de detritos como es el caso de la quebrada Pedregal. Esta situación evidencia un nivel alto de vulnerabilidad de la población residente, debido a un alto porcentaje de viviendas que se encuentran ubicadas en el cauce y desembocadura de la quebrada, por donde discurre los flujos de detritos hasta la desembocadura del río Rímac.

Asimismo, las investigaciones realizadas por Rivera et al (2018) verifican que los huaicos han generado numerosas víctimas en la quebrada Pedregal, afectando viviendas, los sistemas de agua y desagüe, electricidad, tramos de la carretera central, etc.; y que la población se encuentra en alto grado de vulnerabilidad y riesgo en caso de ocurrir futuros huaicos.

Si el problema persiste, se incrementa cada vez más la vulnerabilidad y el riesgo de la población de la quebrada Pedregal, Lurigancho – Chosica ante la ocurrencia de flujos de detritos pudiendo ocasionar daños a la integridad física de la población y pérdidas de vidas humanas, así como daños a las viviendas, servicios básicos de agua, saneamiento y energía eléctrica, y medios de vida.

Por otro lado, Díaz (2016), en el Informe Técnico de Supervisión del Proyecto “Implementación del Sistema de Alerta Temprana para la prevención de deslizamiento y huaicos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal, Distrito de Lurigancho – Chosica”, implementado

con el apoyo de KOICA, planteó una serie de observaciones y recomendaciones importantes al SAT instalado en las quebradas mencionadas, trascendiendo los hallazgos siguientes:

A. Definición de umbrales

- Se consideraron dos umbrales para el pluviómetro, activándose la alerta en el valor de cuatro milímetros y la alarma en el valor de seis milímetros respectivamente. En ese contexto, se configuraron los equipos del sistema, considerando que la alerta debe activar la sirena haciéndola sonar de manera intermitente (cada cinco segundos) y la alarma debe activar la sirena haciéndola sonar de modo ininterrumpido, girando la baliza y el encendido de la luz. No obstante, la empresa no indicó cuáles fueron los criterios para definir los umbrales de alarma 1 y alarma 2.

B. Observaciones sobre las estaciones pluviométricas

- Sistema de Telecomunicaciones en los Pluviómetros, se observó que el nivel de señal de la empresa prestadora del servicio movistar era baja, por consiguiente, se realizaron actividades para orientar la antena del modem hacia la mejor señal, además se contempló que se hallaba en el límite del umbral de recepción del modem GSM/GPRS, originando que se produzca pérdida de la señal en presencia de lluvia o neblina.
- Los certificados de calibración del pluviómetro emitidos por el fabricante no se hallaron durante la supervisión técnica de las tres estaciones pluviométricas.
- En las instalaciones de las tres estaciones pluviométricas, se evidenció deterioro de la estructura del contorno perimétrico (postes y templado de malla), asimismo se

observó presencia de un suelo sin cohesión en la plataforma de la estación.

- Se observó ausencia de pozo tierra y carencia de dispositivos de protección para evitar cortocircuitos en las tres estaciones pluviométricas. Así como, falta de especificación de la autonomía del sistema fotovoltaico.
- El área adyacente de las tres estaciones pluviométricas no es plana y denota presencia de obstáculos cercanos, transgrediendo las recomendaciones de los estándares internacionales.
- En las estaciones de Libertad y Pedregal, existe evidencia de obstáculos situados a una distancia del instrumento igual a cuatro veces de sus respectivas alturas, y objetos de altura por lo menos la mitad de la distancia que existe entre el instrumento y el objeto, de acuerdo a lo recomendado por la Organización Mundial de Meteorología (OMM).
- Se recomendó efectuar una descripción detallada del Plan de mantenimiento preventivo de la estación pluviométrica.

#### C. Observaciones sobre el sistema sonoro

- El Centro de Operaciones de Emergencia (COE), se constató que existe dificultad para observar el estado de las sirenas y verificar su operatividad, además se comprobó que no pueden ser activadas desde el COE durante una emergencia e incluso para realizar ejercicios de simulacros. Las sirenas propuestas no deberían ser utilizadas por su capacidad acústica baja, confirmado durante la supervisión técnica en campo.
- La instalación de computadoras de escritorio para el control de las sirenas no es conveniente, puesto que, el sistema operativo no está diseñado para el uso prolongado, además existen problemas como el antivirus,

restablecimiento ante una ocurrencia como un corte de energía, acceso al equipo a nivel lógico (usuario y contraseña), y a nivel físico (disponibilidad de equipos).

- Se realizaron mediciones en cinco puntos cercanos a la sirena (a menos de 150 metros). Sin embargo, sólo una sirena (Pedregal, localizado a 30 metros de la sirena) alcanzó un nivel de sonido superior en 10 dB al nivel del ruido local. En consecuencia, se requiere de una sirena que posea una cobertura mayor (más de 1,000 metros).
- El nivel de potencia de una sirena determina el nivel de señal de sirena captado en un punto, asimismo, depende de la existencia de edificaciones adyacentes, inclinación de la quebrada y la altura en la que se ubica la sirena. Se observó que la capacidad de la sirena era baja (120 dB a un metro de acuerdo a dato del fabricante). Se evidenció en la quebrada Libertad que la orientación de la sirena era inadecuada, originando interferencia en la propagación del sonido a las áreas de alto riesgo, por la presencia de edificaciones aledañas de dos y tres pisos, además estaba localizada a seis metros sobre el nivel del suelo, por lo tanto, la energía de la señal acústica producida por la sirena no sería utilizada efectivamente para lograr la alerta de los habitantes en áreas de riesgo.

#### D. Observaciones sobre el Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL)

- Se efectuó la revisión de la computadora principal, observándose carencia de mobiliario apropiado, y distribución y cuidado inadecuado de los equipos, ocasionando la disminución de la vida útil de los equipos.
- Es primordial tener en cuenta la interfaz manual para activación automática de las sirenas, y la capacitación del personal que labora en la estación.

#### E. Observaciones sobre Software y Hardware

- Las estaciones de PC (Libertad, Pedregal, Corrales), en los lugares donde se encontraron las computadoras carecen de un mobiliario apropiado.
- Se evidenció que los módems de internet tenían una ubicación inadecuada, y se estimó deshabilitar el modo Wi-fi para prevenir el consumo de ancho de banda.
- La interface gráfica no poseía el manual de usuario para operar el sistema. Se observó ausencia de lista de captura de datos en la interfaz Gráfica Datos Hora\_EP Koica, desde lo más reciente en un rango de 50 datos históricos. La interfaz carecía de alternativa para apagar las alarmas luego de haber permanecido activado.

#### F. Observaciones sobre la protección del sistema

- Se observó ausencia del sistema de protección de pozo a tierra, en caso de producirse un corto circuito, los equipos tienen riesgo de quedar inoperativos. Se estableció ordenar los cables de alimentación y tierra, así como señalizar todos los cables con una leyenda.

Asimismo, Arias y Valdera (2016), en el Informe N°092-2016-INDECI/10.2 “Culminación de las actividades de asistencia técnica en el Proyecto de Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en las Quebradas de Libertad, Corrales y Pedregal en el Distrito de Lurigancho – Chosica, Lima, Perú”, que contó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea - Koica, consignan que se ha priorizado solo dos componentes del SAT como son el monitoreo y seguimiento (implementando 01 pluviómetro y 01 estación de control), y difusión y comunicación (instalando 01 sirena localizada en las quebradas Pedregal, Corrales y Libertad).

El presente trabajo de investigación coincide con las opiniones de los autores, toda vez que evidencia las necesidades de mejora del Sistema de Alerta Temprana que deben ser tomadas en cuenta para el funcionamiento adecuado del mismo, así como promover la coordinación y articulación de todos los componentes de un Sistema de Alerta Temprana, estipuladas en la Resolución Ministerial N°173-2015-PCM.

Lo referido en el párrafo anterior, conlleva a sostener la necesidad de generar instrumentos que funcionen y se adecuen a la implementación de un SAT en la quebrada Pedregal; a pesar de los avances realizados por algunos proyectos en la quebrada Pedregal en materia de SAT, se evidencia que no llegaron a ser implementados en su totalidad y su funcionamiento temporal se ve reflejada en la falta de articulación y coordinación de sus componentes; por eso se propone reforzar su implementación a través de los productos de la propuesta de solución al problema que se plantean en el presente trabajo de investigación aplicada.

### **1.2.3. Formulación del problema**

#### **A. Problema General**

¿Qué tan pertinente es la implementación de los instrumentos del Sistema de Alerta Temprana, ante la ocurrencia de flujo de detritos, instalados en la quebrada Pedregal Lurigancho – Chosica?

#### **B. Problemas Específicos**

- a. ¿Cuál es el nivel de conocimiento del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos?
- b. ¿Cuál es el mecanismo de monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal?

- c. ¿Cuál es el mecanismo de comunicación que anticipe la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada Pedregal?
- d. ¿Cuál es la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la pertinencia de la implementación de los instrumentos del Sistema de Alerta Temprana, ante la ocurrencia de flujo de detritos, instalados en la quebrada Pedregal Lurigancho – Chosica.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Analizar el nivel de conocimiento del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos.
- b. Determinar el mecanismo para del monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal.
- c. Determinar el mecanismo para la comunicación que anticipe la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada Pedregal.
- d. Identificar la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos.

### **1.4. Planteamiento de propuesta de solución al problema**

El presente trabajo de investigación, está orientado a proponer instrumentos para la implementación y funcionamiento de un Sistema de Alerta Temprana ante la ocurrencia de flujos de detritos, con la finalidad procurar una respuesta óptima de la población en la quebrada Pedregal del distrito de Lurigancho – Chosica. Asimismo, busca contribuir con el conocimiento del riesgo a nivel local y la preparación de la población con un enfoque participativo entre la población y la municipalidad del distrito Lurigancho – Chosica. Es preciso señalar que la presente investigación se enmarca dentro del sub proceso

“monitoreo y alerta temprana” del proceso de preparación según el numeral 30.5 del D.S. N° 048-2011-PCM, que aprueba el reglamento de la Ley N°29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres”. En ese sentido se proponen cuatro productos, que se detallan a continuación:

- A. Difusión amigable del Estudio de Evaluación del Riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal dirigido a las autoridades e instituciones técnico científicas; así mismo, el Mapa comunitario de Riesgo y Evacuación, dirigido a la comunidad con el objetivo de mejorar el conocimiento del riesgo de desastres y la actitud ante la ocurrencia de flujo de detritos en la población de la quebrada Pedregal.
- B. Protocolo de coordinación con la entidad científica responsable para el seguimiento de los umbrales establecidos con el objetivo de mejorar la operatividad de monitoreo y/o vigilancia del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal.
- C. Protocolo de difusión y comunicación de la alerta y alarma con el objetivo de facilitar la coordinación y el intercambio de la información sobre los avisos, alertas y alarmas a nivel local, entre la Municipalidad de Lurigancho – Chosica y la población residente en la quebrada Pedregal.
- D. Protocolo de evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos con el objetivo de contribuir a fortalecer la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal para la evacuación hacia una zona segura ante la ocurrencia de flujo de detritos.

## **1.5. Población y muestra**

### **1.5.1. Población (N)**

La población de la Quebrada Pedregal en el sector del distrito de Lurigancho – Chosica estuvo constituida por todos los residentes que habitan en la quebrada, estimado en un total de 9,651 personas.

### 1.5.2. Muestra

La muestra se determinó mediante la fórmula utilizada para técnicas de encuesta, donde el tamaño de la población es finita y conocida:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

n	=	Muestra	
N	=	Población total	9,651
z	=	Valor en el gráfico normal estándar para un nivel de confianza del 90%, para lo cual le corresponde un valor de z = 1.64	1.64
p	=	Proporción de hombres, para el caso del presente estudio se considera un valor p = 0.3 (obtenido por la base de censo 2017)	0.3
q	=	Proporción de mujeres, para el caso del presente estudio, q = 0.7, (obtenido por la base de censo 2017)	0.7
i	=	Margen de error que existe en todo trabajo de investigación, el rango de variación es: 1% ≤ i ≤ 10%	0.1

Reemplazando se tiene:

$$n = \frac{(1.64)^2 \cdot (9651) \cdot (0.3) \cdot (0.7)}{(0.10)^2 \cdot (9650) + (1.64)^2 \cdot (0.3) \cdot (0.7)}$$

n = 56.15875495
-----------------

Por lo tanto, se requiere de mínimo 56 personas para realizar la encuesta del presente trabajo de investigación.

### 1.5.3. Técnicas de recolección de datos

Encuesta: Es el procedimiento o técnica que se emplea para guiar la recolección de información que servirá para probar las hipótesis planteadas en el presente estudio.

Se aplicará a los pobladores de la Quebrada Pedregal y al personal de la Subgerencia de Gestión del Riesgo y Defensa Civil de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica.

Revisión de bases de datos, análisis de documentos y observación directa: Se aplica en la fase de levantamiento de información primaria y secundaria para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo por Flujo de Detritos de la Quebrada Pedregal.

#### **1.5.4. Instrumentos de recolección de datos**

Cuestionario: Es el instrumento que tiene forma material impresa o digital, que se utilizará para el registro de la información que proviene de personas que participan en la encuesta; en esta se diseñarán un conjunto sistematizado de preguntas que pueden ser abiertas o cerradas, directas o indirectas, las mismas que permite medir una o más variables y tienen reglas establecidas según el método de investigación

### **1.6. Variables**

#### **1.6.1. Variable independiente**

Sistema de Alerta Temprana en la quebrada Pedregal, Lurigancho-Chosica

#### **1.6.2. Variable dependiente**

Flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho-Chosica

### **1.7. Justificación**

La presente investigación se justifica teóricamente porque la determinación de la pertinencia de los instrumentos del SAT, ante la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho -Chosica, ha generado la necesidad de contar con instrumentos que coadyuven a la implementación de un SAT; por lo cual se pretende evaluar los componentes del SAT instalados en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos.

Posee justificación práctica, porque pretende contribuir a fortalecer la preparación de la población, a partir del conocimiento del riesgo para que

adopte medidas con anticipación a la inminente ocurrencia de huaicos, lo cual permitirá salvar vidas humanas y salvaguardar su integridad física.

Además, se justifica metodológicamente, porque se proponen mecanismos que coadyuvan a la implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante la ocurrencia de un peligro que es recurrente en la quebrada Pedregal y que por efectos del cambio climático es más frecuente y de una magnitud considerable. Estos mecanismos que se proponen pueden ser replicados en otras localidades expuestas a flujos de detritos.

Finalmente, se justifica la presente investigación toda vez que se encuentra alineada a la acción 3.1.3 “Fortalecer e implementar sistemas de alerta temprana por tipo de peligro” del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014 – 2021.

## **1.8. Alcances y limitaciones**

El presente trabajo de investigación se centró en la quebrada Pedregal, ubicada en la margen derecha del río Rímac, en el distrito de Lurigancho – Chosica, durante los meses de enero hasta noviembre del 2020, tiempo en el cual se analizaron los estudios, proyectos y actividades realizadas por diferentes entidades como Senamhi, INDECI, IGP, entre otras, relacionadas con la implementación de sistema de alerta temprana ante la ocurrencia de flujos de detritos y el riesgo de la población asentada en dicha quebrada. Se tomó una muestra de la población para evaluar su vulnerabilidad ante la ocurrencia de flujos de detritos, también se realizó el análisis del riesgo siguiendo los procedimientos técnicos para la elaboración del informe de evaluación del riesgo originados por fenómenos naturales, establecidos por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Asimismo, se analizaron las causas del problema relacionadas con el funcionamiento y operatividad del SAT a partir de sus componentes: conocimiento del riesgo, seguimiento y alerta, difusión y comunicación, y capacidad de respuesta. Finalmente se alcanzan orientaciones y propuestas de mecanismos que permitirán optimizar la implementación y funcionamiento

del SAT en la quebrada Pedregal como una herramienta de preparación orientado a salvar vidas.

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1. Bases Teóricas Marco Internacional**

En la investigación “Propuesta de Diseño de un Sistema de Alerta Temprana por Inundación en la Subcuenca del Río Tejalpa (SIATI-ScRT)”, para optar a la licenciatura en Geoinformática en la Universidad Autónoma del Estado de México, tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema de alerta temprana por inundación en la subcuenca del Río Tejalpa en una plataforma web, a través del reconocimiento de áreas expuestas a inundación en la subcuenca del río Tejalpa, análisis de datos físico-naturales y sociales, que facilitaron la elaboración del diseño de un SIAT-ScRT (Mora y Rosas, 2016), así como plantear la ubicación adecuada de limnímetros y pluviómetros. Para ello, se efectuó la recopilación, observación e interpretación de la información seleccionada. Llegando a las siguientes conclusiones:

- A. El Sistema de Alerta Temprana es una herramienta cuyo objetivo es lograr la preparación de los habitantes de zonas vulnerables expuestas al peligro por inundación, así como capacitar a las autoridades para la toma de decisiones eficaces ante la ocurrencia de una inundación.
- B. La implementación de un sistema de monitoreo hidrometeorológico debe considerar el análisis del riesgo a través de la instauración de un radar meteorológico y una red de Telemetría hidrológica, además debe tener en cuenta, la transmisión de información y comunicación de las alertas por medio de comités de emergencia locales, y la respuesta local con enfoque de protección civil.
- C. Debido a lo complicado de contrarrestar los problemas que se generan en una situación de inundación, es imprescindible

proponer labores articuladas entre las autoridades locales y la población, de manera que, se logra la aplicación y resultado eficaz del sistema.

López, Carvajal y Enciso (2017), en el trabajo de investigación “Sistemas de alerta temprana con enfoque participativo: un desafío para la gestión del riesgo en Colombia” observaron la situación de los SAT en Colombia con el fin de proponer recomendaciones y lineamientos para su aplicación eficaz, para ello se efectuó una búsqueda estructurada de información y detallaron los desafíos primordiales que confrontan los sistemas de alerta temprana. Se presentan las conclusiones más resaltantes:

- A. La implementación de los SAT debe considerar el enfoque participativo, que implique la intervención de las comunidades en los diversos procesos, así como la aplicación de métodos tradicionales, puesto que, la comunidad tiene mayor aproximación de los requerimientos de su ambiente.
- B. La población expuesta al riesgo debido a agentes hidroclimatológicos, muestra incremento de la vulnerabilidad de territorios donde existe deficiencia o se carece de políticas de ordenamiento y crecimiento territorial. En ese sentido, es primordial el desarrollo de comunidades resilientes, para ello, se requiere el cambio de los modelos institucionales y en consecuencia obtener avances en la edificación de la resiliencia humana.
- C. Los Sistemas de Alerta Temprana propician la adaptación y reducción de impactos a nivel de la población, gobierno local y entidades que se desarrollan en el territorio. La importancia de la implementación y evaluación posterior de los componentes considerados, es garantizar la efectividad del sistema, por lo

tanto, se requiere considerar las características del territorio, valoración del evento y la participación de la población desde la etapa de diseño, con el objetivo de consolidar las capacidades de la población expuesta al peligro.

- D. Las labores de integración hacen posible la aprobación de proyectos por parte de la población, por lo tanto, es una estrategia fundamental restablecer los saberes y costumbres ancestrales.
- E. La transmisión de la información por medios digitales, tiene limitaciones, porque existe acceso reducido a internet por parte de la población que habita en zonas rurales; además la particularidad de cada sistema ocasiona variedad en su difusión y restringe su aplicación. En ese sentido, la falta de integración de los sistemas de alerta temprana implementados; ocasionan división y desconocimiento de la información, disminuyendo la eficacia de los SAT.

El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) (2017), a través del documento “Implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en las cuencas binacionales Suches-Titicaca y Catamayo-Chira” consideró la implementación de Sistemas de Alerta Temprana, con la finalidad de que los habitantes de las localidades involucradas tengan la capacidad de contrarrestar circunstancias de emergencia inducidas por distintas amenazas, en particular las inundaciones, contemplaron aspectos importantes los cuales son:

- A. Reconocimiento y socialización del proceso en territorio, consta en identificar las amenazas hidrometeorológicas y climáticas más repetitivas, forma de presentación en las localidades y eficacia de la respuesta. Para ello, se realizaron visitas a los

representantes comunitarios y autoridades locales, con el objetivo de comunicar sobre la labor que se efectuará, dicha acción es conveniente para promover la participación de los pobladores desde el principio de las actividades y lograr el trabajo de forma articulada.

- B. Determinación de áreas de implementación, es indispensable para lograr el diagnóstico del nivel de vulnerabilidad, exposición y el soporte institucional, considerado para el procedimiento. Para valorar la vulnerabilidad, se observaron indicadores ambientales y socioeconómicos (salud, educación, vivienda, índices de pobreza, acceso a servicios básicos).
- C. Identificación de actores locales, dicha acción permitió distinguir el grado de autoridad y roles que desempeñan los participantes involucrados, imprescindible para el funcionamiento óptimo del SAT.
- D. Elaboración de mapas locales de riesgo de inundaciones, necesario para preparar la respuesta ante inundaciones, puesto que, proporciona la ubicación de áreas inundables, zonas seguras y de albergues, rutas de evacuación y puntos de encuentro. La confección del mapa requiere del uso de tecnología, además de mapas parlantes (realizado con la contribución de los pobladores que, en base a la experiencia, permiten la identificación de zonas seguras de la localidad).
- E. Desarrollo de acciones de respuesta, el sistema de alerta temprana tiene el propósito esencial de dirigir anticipadamente las acciones de las comunidades ante inundaciones. Las acciones se desarrollaron en dos fases: Preparación (implica protocolos de respuesta, capacitaciones en materia de gestión de riesgo con el fin de asegurar una respuesta apropiada ante

los desastres, señalética en concordancia con las normas técnicas vigentes y distribuidas en lugares especificados durante la elaboración del mapa de riesgo, simulacros de acuerdo al contexto local con el propósito de evidenciar las debilidades y fortalezas) y acciones de ejecución (comprende el empleo de un protocolo de respuesta ante un situación de alarma real).

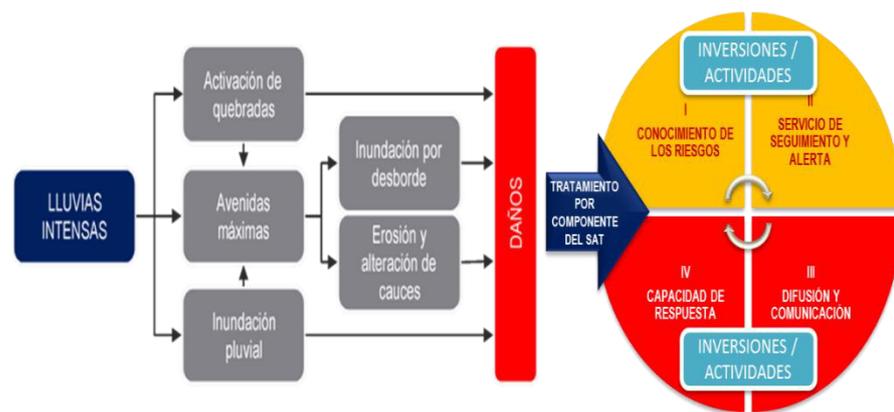
Por lo anteriormente expuesto, se puede evidenciar que los sistemas de alerta temprana tienen carácter dinámico, debido a que existe variación en la condición del clima y territorio, así como, las circunstancias de vida de los habitantes de una comunidad. En ese sentido, es primordial garantizar la sostenibilidad del SAT, para ello se requiere actualización de la información de manera constante, conservar el nexo con las comunidades, y asegurar una comunicación efectiva y trabajo articulado entre los diversos actores.

### **2.1.2. Marco Nacional**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se toma como marco teórico referencial la terminología, los conceptos y definiciones sobre Sistema de Alerta Temprana, Red Nacional de Alerta Temprana, establecidos en la Resolución Ministerial N°173 - 2015 – PCM, mediante la cual se aprueban los Lineamientos para la Conformación y Funcionamiento de la red nacional de Alerta Temprana RNAT y la Conformación, Funcionamiento y Fortalecimiento de los Sistemas de Alerta temprana- SAT”; Asimismo, los conceptos referidos a los procesos de Preparación y Estimación del Riesgo comprendidos en la Ley 29664 que crea el SINAGERD.

A. Sistema de Alerta Temprana (SAT)

Un sistema de Alerta Temprana se define como “El conjunto de capacidades, instrumentos y procedimientos articulados con el propósito de monitorear, procesar y sistematizar información sobre peligros previsible en un área específica, en coordinación con el Centro de Operaciones de Emergencia; con la finalidad de alertar a las autoridades y a la población” (Resolución Ministerial N°173 - 2015 – PCM)



**Gráfico 6.** SAT: lluvias intensas y efectos asociados

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

La Resolución Ministerial N°173 - 2015 - PCM detalla los cuatro componentes del SAT de los cuales se resume lo siguiente:

a. Conocimiento de los riesgos

Es un proceso sistemático de recopilación de información sobre los peligros a los que está expuesta una comunidad o población y a sus vulnerabilidades, a partir de los antecedentes sobre eventos que afectaron a la población, los medios de vida e infraestructura de servicios o bienes que se encuentran en el lugar de estudio. El conocimiento del riesgo puede ser:

- De carácter técnico-científico,
- De carácter regional, local y comunitario

El conocimiento del riesgo debe expresarse en mapas de riesgo donde se determinen las zonas de influencia del SAT.

b. Servicio de Seguimiento y Alerta

Es el seguimiento de la recurrencia de los peligros implica el seguimiento permanente de los peligros y sus manifestaciones, sobre una base técnico científica, y con un sistema de pronósticos y alerta que funcione las veinticuatro horas (24) del día y se realizará a través del Módulo de Monitoreo y Análisis de los Centros de Operaciones de Emergencia - COE.

c. Difusión y comunicación

Son mecanismos empleados para difundir y advertir a las autoridades y población sobre las alertas y alarmas, con la finalidad de poner en práctica las medidas de preparación y respuesta en los ámbitos nacional, regional y local.

Representan los medios o soporte por el cual el mensaje de alertas y alarmas, llegan a la población y a las autoridades, con la finalidad ejecutar acciones de preparación y respuesta.

d. Capacidad de respuesta

Corresponde a las actividades de preparación con el objetivo de desarrollar capacidades a nivel de la población y autoridades de los tres niveles de gobierno. Comprende las actividades:

- Ejecución de planes de contingencia y de operaciones de emergencia.
- Organización de la comunidad para la oportuna dar respuesta a la alerta y alarma.

- Implementar rutas de evacuación y zonas seguras externas, que deben ser señalizadas.
- Ejecución de ejercicios de simulación y simulacros, para que se verifique el funcionamiento adecuado del SAT.

En ese sentido, el Sistema de Alerta Temprana tiene como objetivo alertar a la población sobre una emergencia, en consecuencia, ponga en práctica las medidas necesarias para salvaguardar sus vidas (protocolos de evacuación).



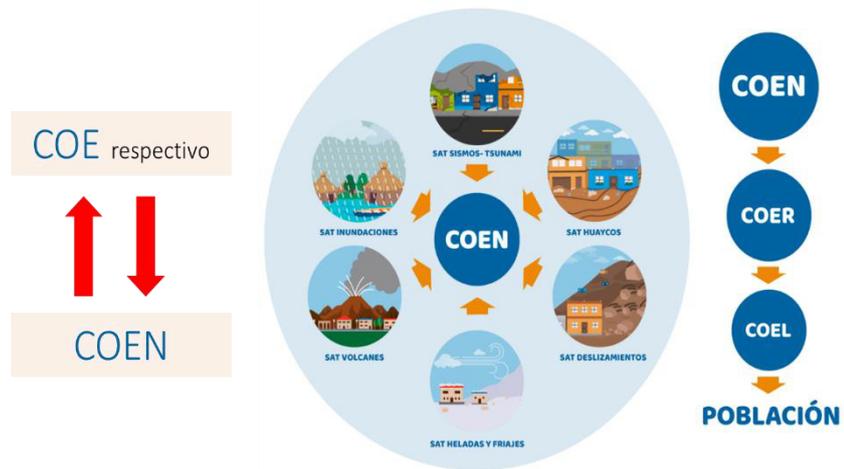
**Gráfico 7.** Componentes del SAT

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

## B. Aspectos principales para la implementación del SAT

- a. Debe ser abordado desde una perspectiva integral, considerando los 4 componentes y garantizando la sostenibilidad del sistema.
- b. A nivel distrital y comunitario, provincial y regional, lidera la implementación el Grupo de Trabajo de GRD.
- c. Cada Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres en el ámbito de su competencia, designa un equipo técnico para la priorización, implementación y monitoreo del SAT.
- d. Involucra de manera directa a la población y autoridades.
- e. Debe incorporarse al SAT en los planes y documentos de gestión institucional.

En relación a la articulación de la información, el Centro de Operaciones de Emergencia respectivo gestiona la información de la alerta o alarma en su jurisdicción; desde su generación hasta su difusión. Mientras que, el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional gestiona la información de la alerta o alarma a nivel nacional.



**Gráfico 8.** Articulación de la información

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

### C. Red Nacional de Alerta Temprana (RNAT)

Es la organización que articula los SAT a nivel comunal, distrital, provincial, regional y nacional; y funciona a través de un Comité Técnico de Coordinación, presidido por el INDECI.

El Comité Técnico de Coordinación de la RNAT, se instaló el 24 de julio de 2018, con la participación de 26 instituciones técnico - científicas, universidades y otros organismos públicos y privados, que promueven la implementación de los Sistemas de Alerta Temprana en el país. El comité está liderado por el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI.



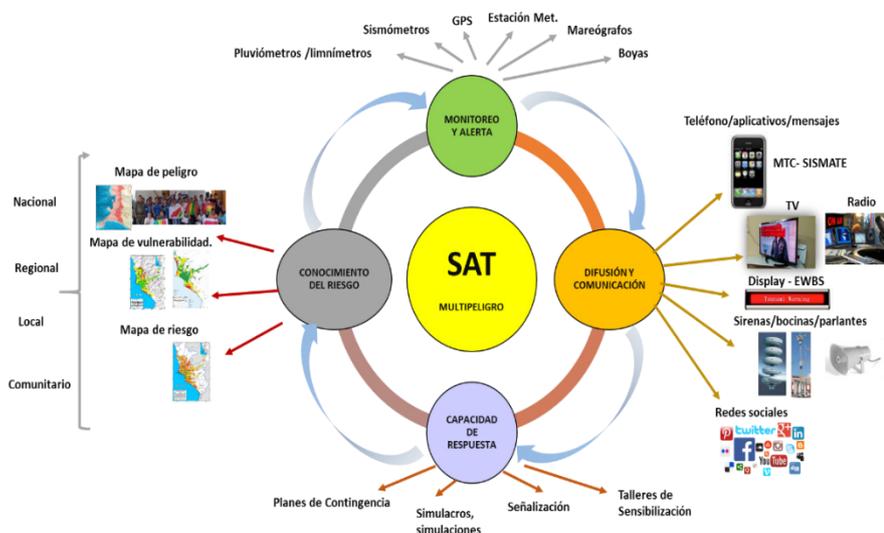
Ceremonia de instalación del Comité Técnico de la RNAT

Primera Reunión Ordinaria 2019

**Imagen 15.** Instalación del Comité Técnico de la RNAT y primera reunión  
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

La RNAT tiene un enfoque de amenazas múltiples, donde considera todos los peligros según los requerimientos de las necesidades y características geográficas, con el propósito de:

- Vincular o articular los diferentes sistemas según el origen de los peligros.
- Articular las acciones a nivel de los usuarios, representados por la población y las autoridades, a través de las acciones de preparación y respuesta.



**Gráfico 9.** SAT Multipeligrado

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

D. Proceso de Preparación

Es el conjunto de acciones que involucra diferentes actividades, tales como: planeamiento, capacitación, organización entre otras actividades a nivel comunitario y de gobierno, este último es responsable de anticiparse y responder de manera oportuna ante una emergencia. (Artículo 29, Decreto Supremo N°048 - 2011- PCM).

Asimismo, el artículo 30 del Decreto Supremo N°048 - 2011 - PCM, detallan los subprocesos de preparación:

- a. Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres  
Consiste en la identificación de los aspectos territoriales, sociales y ambientales que determinan el nivel de riesgo.
- b. Planeamiento  
Permite anticiparse ante una emergencia o desastres en función de las acciones de preparación, respuesta y rehabilitación con la finalidad de salvar la vida de la población.
- c. Desarrollo de capacidades para la respuesta  
Se fundamenta en el desarrollo de capacidades desde el comunitario hasta los tres niveles de organización, incluyendo el sector privado y público (Resolución Ministerial N°050-2020-PCM).
- d. Gestión de recursos para la respuesta  
Consiste en la disposición de recursos desde la cartera pública para atender la emergencia o desastres, inclusive se involucra la cooperación privada.

- e. Monitoreo y alerta temprana  
Establece canales de emisión y recepción de alertas y alarmas ante una emergencia.
- f. Información pública y sensibilización  
Consiste en establecer mecanismo de comunicación a diferente nivel con la finalidad de informar y sensibilizar en materia de gestión del riesgo de desastres.

E. Estimación del riesgo de Desastres

“Estimación del riesgo es el proceso primordial de la Gestión del Riesgo de Desastres, brinda información sobre el conocimiento de los peligros, vulnerabilidades y niveles de riesgos, y permite la toma de decisiones”. (Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM)

El procedimiento es la aplicación probabilística de los aspectos del peligro y los parámetros de la vulnerabilidad:

$$R = f(P, V)$$

R = Riesgo

f = En función

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

- A. El peligro considera como parámetros frecuentes la intensidad, frecuencia y el nivel de susceptibilidad.
- B. La vulnerabilidad posee tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia.
- C. El análisis de riesgos, facilita el desarrollo de medidas de prevención y/o reducción.

La metodología estandarizada de análisis de riesgo fue aprobada mediante los dispositivos legales establecidos en el CENEPRED.

## **2.2. Casos de Implementación de SAT ante flujo de detritos en el Perú**

En el país existen varias experiencias de diseño e implementación de Sistemas de Alerta Temprana promovidas por actores estatales a nivel nacional, regional y local; así como aquellos promovidos por organismos de cooperación nacional e internacional en el marco de proyectos de cooperación técnica.

Según Indeci (2018), se ha efectuado el análisis respecto a la implementación de Sistemas de Alerta Temprana – SAT en el país, relacionado con aquellos peligros que denotan predictibilidad de ocurrencia de tsunamis, flujo de detritos, temperaturas bajas (heladas y friajes), deslizamientos, inundaciones fluviales, aluviones y los peligros asociados a la actividad volcánica a nivel de los cuatro componentes: conocimiento de los riesgos, servicio de seguimiento y alerta, difusión y comunicación, y capacidad de respuesta. Con la finalidad de establecer, priorizar y gestionar intervenciones orientadas a optimizar el desempeño de la Red Nacional de Alerta Temprana (RNAT).

Según la información remitida por las Direcciones Desconcentradas del INDECI en relación a los SAT ante flujos de detritos, se ha logrado observar que solo existen registros de 40 Sistemas de Alerta Temprana ante flujo de detritos a nivel nacional, de los cuales se puede inferir que el 82.5% corresponden a SAT comunitarios; es decir han sido implementados o se encuentran en proceso de implementación en función de los recursos propios de la comunidad y/o gobierno local donde se encuentran.

A continuación, se señalan los casos más representativos que se han analizado como parte del desarrollo de la presente investigación:

A. “Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante Deslizamientos y Huaycos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal del Distrito de Lurigancho-Chosica”

Este SAT fue implementando a partir del año 2016 en el marco de un convenio de Cooperación entre el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI con la Agencia de Cooperación Internacional de Corea – KOICA, y la Municipalidad de Lurigancho Chosica, con un monto de inversión de US\$ 100,000.00 para realizarse en el período de un año.

La cooperación financiera brindada por KOICA estaba destinada a proveer de un moderno sistema de información meteorológica que permita a la población recibir la alerta a través de sirena instaladas estratégicamente de manera que la población pueda realizar las evacuaciones en tiempo oportuno, de forma eficiente y eficaz. Asimismo, este sistema proveerá mediciones hidrometeorológicas necesarias para apoyar las acciones de respuesta ante inundaciones súbitas, los pronósticos de estado del tiempo y las predicciones de los huaycos con el fin de reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas de vidas o daños materiales”<sup>1</sup> .

B. SIAT del río Piura

Este SIAT se inició desde 1998, luego del FEN 97-98 bajo el liderazgo del gobierno regional de Piura, a través del proyecto especial Chira-Piura, con el apoyo de GTZ. Sus objetivos fueron: elaborar pronósticos de lluvias y crecidas del río para ser difundidos entre la población del valle Piura; orientar las acciones de preparación; elaborar planes de contingencia, así como la sensibilización de la población expuesta a inundación. La principal limitación de este SIAT fue la escasa participación de la población en el proceso de diseño e implementación (Soluciones Prácticas-ITDG, 2008).

---

<sup>1</sup> (NOTA DE PRENSA N° 118 2016-INDECI-OGCS).

C. Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana: Ancash, Puno y Moquegua

“Entre las experiencias en el país están los Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana desarrollados por Soluciones Prácticas - ITDG, en el marco del proyecto Mejorando las capacidades locales para la reducción de desastres en la provincia del Santa, región Ancash, distritos de Moro, Nepeña y Nuevo Chimbote, representan instrumentos locales y concertados, destinados a articular los actores involucrados. Son sistemas conducidos por los propios líderes locales dado que fueron desarrollados sobre una base comunitaria, a partir de valorar la capacidad local existente para comunicar, establecer alertas y alarmas; así como para evacuar a la población” (Ferradas, Vargas & Santillán, 2006).

D. SAT comunitario de la cuenca del río Alto Inambari (Puno)

Este SAT fue ejecutado por Predes y OXFAM GB como parte del proyecto “Preparativos para desastres y reducción de riesgos en la cuenca del río Sandia, Puno”. Consistió de un mecanismo de monitoreo y vigilancia elaborados a partir de avisos de alerta y boletines del Senamhi y de datos registrados desde las estaciones climatológicas e hidrométricas instaladas con los integrantes de Comités Locales de Defensa Civil y la comunidad en la cuenca del río Alto Inambari. La información procesada y convertida en alertas locales que fueron transmitidas a las localidades de la cuenca y al Comité Regional de Defensa Civil, para lo cual fue conveniente crear una red de comunicaciones integrada por los medios de comunicación existentes en las localidades. “Complementarias a los mecanismos de alerta y alarma, se establecieron los escenarios de riesgo, los protocolos de alerta y alarma, mediante el uso de sonidos de sirenas y campanas, y un plan de evacuación con las rutas de evacuación y zonas de seguridad” (Predes, 2007).

E. SAT de la región Moquegua

SAT desarrollado por Predes y OXFAM GB en el marco del proyecto Dipecho Preparación y prevención en comunidades altoandinas afectadas por sequías y heladas en cuatro distritos de las regiones de Moquegua y Arequipa (Predes, 2005). Dicho sistema consistió en un mecanismo de monitoreo, vigilancia y alerta a nivel nacional, a partir de datos emitidos por los organismos técnicos como del ENFEN (Senamhi, IGP, Dirección de Hidrografía de la Marina, Imarpe); dicha información elaborada a modo de alerta era difundida por el Indeci a nivel nacional a nivel regional por las <Direcciones Desconcentradas del INDECI y el Comité Regional de Defensa Civil - CRDC: Para el nivel local se hacía un monitoreo diario de la información, se elaboraron radiogramas y boletines que eran difundidos a nivel distrital y comunal, a nivel local se realizaba la verificación de la información, validación de las alertas a partir de los indicadores tradicionales (Predes, 2005). Otro componente era el mecanismo de alerta y alarma: a partir de la definición de escenarios de riesgo, niveles de alerta, uso del toque de sirenas de ambulancias y patrulleros, campanas, silbatos. A esto le seguía el Plan de evacuación que contenía la identificación de los peligros, puntos críticos, zonas seguras, rutas y vías de evacuación, señalización y operatividad del plan.

Como parte del proceso de aplicación del SAT se incluyó actividades de capacitación y adiestramiento de las brigadas y de la población mediante el desarrollo de ejercicios de simulacros y campañas de sensibilización de la población a través de volantes, pasacalles, mensajes y spots radiales.

### **2.3. Limitaciones en la implementación de los SAT en el distrito de Lurigancho-Chosica**

En la investigación titulada “Mejora de red de monitoreo para prevención de peligros hidrometeorológicos en la cuenca del río Rímac”, para optar el grado de maestro en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, (Chira 2016); tuvo como objetivo mejorar el Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) para la prevención de peligros hidrometeorológicos como huaicos e inundaciones frecuentes en la cuenca del río Rímac y llegó a las siguientes conclusiones:

- A. Existencia de limitaciones de diseño y equipamiento del Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico de la red de estaciones observadas del Senamhi.
- B. El comienzo de la precipitación en la cuenca y el acontecimiento de un huaico tiene una diferencia aproximada de media hora. En consecuencia, se planteó optimizar el sistema de alerta temprana, con la finalidad de activar una alerta pertinente a los pobladores de Chosica.
- C. La importancia de la creación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para la zona de Chosica, considerando umbrales críticos en la temporada de precipitación pluvial de 10 mm/día y de 3 mm/hora, a través de la implementación de estaciones automáticas, sistema GPRS, obtención de un radar meteorológico del tipo LAWR (Radar Meteorológico de Área Local, en inglés) que posee un rango de acción de 60 Km y permite estimar de manera cuantitativa la precipitación en la zona de influencia.

Díaz (2016), en el Informe Técnico de Supervisión del Proyecto “Implementación del Sistema de Alerta Temprana para la prevención de deslizamiento y huaicos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal, Distrito de Lurigancho – Chosica”, implementado con el apoyo de KOICA, contempló una serie de observaciones y recomendaciones importantes al SAT instalado en las quebradas mencionadas, trascendiendo los hallazgos siguientes:

A. Definición de umbrales

- Se consideraron dos umbrales para el pluviómetro, activándose la alerta en el valor de cuatro milímetros y la alarma en el valor de seis milímetros respectivamente. En ese contexto, se configuraron los equipos del sistema, considerando que la alerta debe activar la sirena haciéndola sonar de manera intermitente (cada cinco segundos) y la alarma debe activar la sirena haciéndola sonar de modo ininterrumpido, girando la baliza y el encendido de la luz. No obstante, la empresa no indicó cuáles fueron los criterios para definir los umbrales de alarma 1 y alarma 2.

B. Observaciones sobre las estaciones pluviométricas

- Sistema de Telecomunicaciones en los Pluviómetros, se observó que el nivel de señal de la empresa prestadora del servicio movistar era baja, por consiguiente, se realizaron actividades para orientar la antena del modem hacia la mejor señal, además se contempló que se hallaba en el límite del umbral de recepción del modem GSM/GPRS, originando que se produzca pérdida de la señal en presencia de lluvia o neblina.
- Los certificados de calibración del pluviómetro emitidos por el fabricante no se hallaron durante la supervisión técnica de las tres estaciones pluviométricas.
- En las instalaciones de las tres estaciones pluviométricas, se evidenció deterioro de la estructura del contorno perimétrico (postes y templado de malla), asimismo se observó presencia de un suelo sin cohesión en la plataforma de la estación.
- Se observó ausencia de pozo tierra y carencia de dispositivos de protección para evitar cortocircuitos en las tres estaciones pluviométricas. Así como, falta de especificación de la autonomía del sistema fotovoltaico.

- El área adyacente de las tres estaciones pluviométricas no es plana y denota presencia de obstáculos cercanos, transgrediendo las recomendaciones de los estándares internacionales.
- En las estaciones de Libertad y Pedregal, existe evidencia de obstáculos situados a una distancia del instrumento igual a cuatro veces de sus respectivas alturas, y objetos de altura por lo menos la mitad de la distancia que existe entre el instrumento y el objeto, de acuerdo a lo recomendado por la Organización Mundial de Meteorología (OMM).
- Se recomendó efectuar una descripción detallada del Plan de mantenimiento preventivo de la estación pluviométrica.

C. Observaciones sobre el sistema sonoro

- El Centro de Operaciones de Emergencia (COE), se constató que existe dificultad para observar el estado de las sirenas y verificar su operatividad, además se comprobó que no pueden ser activadas desde el COE durante una emergencia e incluso para realizar ejercicios de simulacros. Las sirenas propuestas no deberían ser utilizadas por su capacidad acústica baja, confirmado durante la supervisión técnica en campo.
- La instalación de computadoras de escritorio para el control de las sirenas no es conveniente, puesto que, el sistema operativo no está diseñado para el uso prolongado, además existen problemas como el antivirus, restablecimiento ante una ocurrencia como un corte de energía, acceso al equipo a nivel lógico (usuario y contraseña), y a nivel físico (disponibilidad de equipos).
- Se realizaron mediciones en cinco puntos cercanos a la sirena (a menos de 150 metros). Sin embargo, sólo una sirena (Pedregal, localizado a 30 metros de la sirena) alcanzó un nivel de sonido superior en 10 dB al nivel del ruido local. En

consecuencia, se requiere de una sirena que posea una cobertura mayor (más de 1,000 metros).

- El nivel de potencia de una sirena determina el nivel de señal de sirena captado en un punto, asimismo, depende de la existencia de edificaciones adyacentes, inclinación de la quebrada y la altura en la que se ubica la sirena. Se observó que la capacidad de la sirena era baja (120 dB a un metro de acuerdo a dato del fabricante). Se evidenció en la quebrada Libertad que la orientación de la sirena era inadecuada, originando interferencia en la propagación del sonido a las áreas de alto riesgo, por la presencia de edificaciones aledañas de dos y tres pisos, además estaba localizada a seis metros sobre el nivel del suelo, por lo tanto, la energía de la señal acústica producida por la sirena no sería utilizada efectivamente para lograr la alerta de los habitantes en áreas de riesgo.

D. Observaciones sobre el Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL)

- Se efectuó la revisión de la computadora principal, observándose carencia de mobiliario apropiado, y distribución y cuidado inadecuado de los equipos, ocasionando la disminución de la vida útil de los equipos.
- Es primordial tener en cuenta la interfaz manual para activación automática de las sirenas, y la capacitación del personal que labora en la estación.

E. Observaciones sobre Software y Hardware

- Las estaciones de PC (Libertad, Pedregal, Corrales), en los lugares donde se encontraron las computadoras carecen de un mobiliario apropiado.
- Se evidenció que los módems de internet tenían una ubicación inadecuada, y se estimó deshabilitar el modo Wi-fi para prevenir el consumo de ancho de banda.

- La interface gráfica no poseía el manual de usuario para operar el sistema. Se observó ausencia de lista de captura de datos en la interfaz Gráfica Datos Hora\_EP Koica, desde lo más reciente en un rango de 50 datos históricos. La interfaz carecía de alternativa para apagar las alarmas luego de haber permanecido activado.
- F. Observaciones sobre la protección del sistema
- Se observó ausencia del sistema de protección de pozo a tierra, en caso de producirse un corto circuito, los equipos tienen riesgo de quedar inoperativos. Se estableció ordenar los cables de alimentación y tierra, así como señalar todos los cables con una leyenda.

La presente investigación coincide con los autores del informe técnico de Supervisión del Proyecto “Implementación del Sistema de Alerta Temprana para la prevención de deslizamiento y huaycos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal, Distrito de Lurigancho – Chosica”, toda vez que evidencia las necesidades de mejora del sistema que deben ser analizados para el funcionamiento adecuado del mismo, así como, promover la relación con los componentes de un Sistema de Alerta Temprana, estipuladas en la Resolución Ministerial N°173-2015-PCM.

#### **2.4. Relación con el desarrollo sostenible**

El presente trabajo de investigación está relacionado directamente al desarrollo sostenible de la población de la quebrada Pedregal del distrito, Lurigancho – Chosica, toda vez que no se puede lograr el desarrollo sostenible mientras los flujos de detritos sigan ocasionando daños a la vida humana, los medios de vida y el progreso social de la población. Más aún si tenemos presente que los flujos de detritos en la quebrada Pedregal están siendo cada vez más recurrentes y de mayor magnitud debido también a los impactos del cambio climático. Por lo anteriormente expuesto el presente trabajo de investigación propone instrumentos y mecanismos orientados a la

reducción de la vulnerabilidad que van a permitir reducir los daños y un desarrollo sostenible.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Diseño Metodológico de la investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación: Aplicada**

El presente trabajo de investigación tiene como propósito producir cambios en una realidad que es la vulnerabilidad de la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos para lo cual se proponen mecanismos para la implementación de un sistema de alerta temprana con incidencia en la preparación y desarrollo de capacidades a nivel local y distrital

##### **3.1.2. Método de Investigación: Analítica**

El presente trabajo de investigación consistió en la recopilación de información primaria en base a observaciones de las características territoriales y configuración del proceso de asentamiento de la población en la quebrada Pedregal, así como el análisis de información secundaria y la gestión municipal en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, con incidencia en la preparación y desarrollo de capacidades a nivel local y distrital con la finalidad de salvaguardar la vida de la población.

##### **3.1.3. Escala Valorativa.**

Para el presente trabajo de investigación se ha utilizado la escala valorativa de Thomas Saaty.

El proceso de análisis jerárquico es un método que fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty en el año 1980, diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples mediante la construcción de un modelo jerárquico que les permite a los actores o tomadores de decisiones estructurar el problema de forma visual.

Facilita combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. El punto central del proceso de análisis jerárquico, es el procedimiento de asignar ponderación a los parámetros (indicadores) y sus descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó la escala de Procesamiento de Análisis Jerárquico (Saaty) por sus ventajas, flexibilidad, y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión. La escala es la que se muestra a continuación:

**Tabla 24**  
*Escala de Saaty*

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgo originados por Fenómenos Naturales  
- 2da Versión- CENEPRED

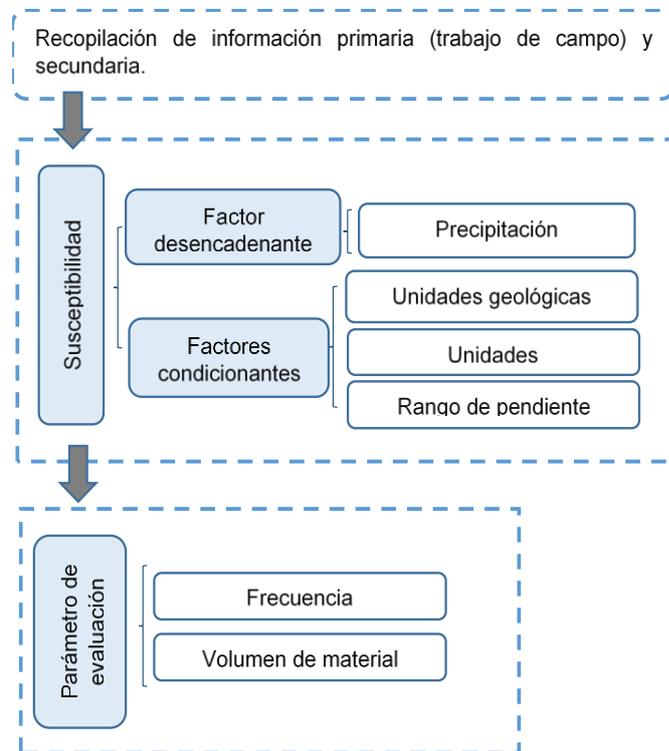
Se detalla en el anexo 2. Matrices de comparación de pares utilizados para la determinación del peligro y vulnerabilidad

### 3.1.4. Identificación del peligro

Según el numeral 2.15 del D.S. 0048-2011-PCM “Reglamento de la Ley que crea el SINAGERD”, el peligro es “la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos”. Para realizar el análisis de peligrosidad por el fenómeno de flujos de detritos, se ha considerado evaluar los parámetros del peligro versus la susceptibilidad, conformado este último por el criterio de ponderación (valores) dados entre los factores condicionantes y desencadenantes, estos deben sumar (1), dependiendo del grado de importancia.

El Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), señala que el término movimientos en masa implica todos los movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras como consecuencia de la gravedad. Asimismo, considera los movimientos en masa, como la reptación de suelos, se desarrollan de manera lenta, en ocasiones imperceptibles y difusos, así como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden concretarse con límites claros, determinados por superficies de rotura.

En ese sentido, el principal peligro identificado en el ámbito del trabajo de investigación de acuerdo al grado que susceptibilidad y ocurrencia, son los movimientos en masa, principalmente flujo de detritos desencadenados por eventos de precipitaciones intensas anómalas.



**Gráfico 10.** Procedimiento para determinar el nivel de peligrosidad

Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

#### A. Ponderación de los parámetros de evaluación del peligro

Para la determinación de los parámetros de evaluación del peligro, se cuenta con información técnica de los eventos ocurridos en el tema de frecuencia y volúmenes inestables, sin embargo, no existe información sobre la magnitud de daños, áreas afectadas, y otras variables. Debido a ello se asumirá solo la variable de frecuencia y volúmenes inestables del evento, siendo así, para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizará el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a. Frecuencia

Este parámetro toma en consideración el inventario de eventos geológicos que generaron emergencias por peligro de movimientos en masa de tipo flujo de detritos, registraros por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET y el Instituto de Defensa Civil.

**Tabla 25**

*Matriz de Normalización por frecuencia*

Frecuencia	5 eventos al año en promedio	3 a 4 eventos por año en promedio	2 a 3 eventos por año en promedio	1 a 2 eventos por año en promedio	1 evento por año en promedio o inferior	Vector Priorización
5 eventos al año en promedio	0.46	0.49	0.43	0.44	0.36	<b>0.44</b>
3 a 4 eventos por año en promedio	0	6	9	1	8	<b>1</b>
2 a 3 eventos por año en promedio	0.23	0.24	0.29	0.26	0.26	<b>0.26</b>
1 a 2 eventos por año en promedio	0	8	3	5	3	<b>0</b>
1 evento por año en promedio o inferior	0.15	0.12	0.14	0.17	0.15	<b>0.15</b>
	3	4	6	6	8	<b>2</b>
	0.09	0.08	0.07	0.08	0.15	<b>0.09</b>
	2	3	3	8	8	<b>9</b>
	0.06	0.05	0.04	0.02	0.05	<b>0.04</b>
	6	0	9	9	3	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de frecuencia de eventos ocurridos es 0.019 (IC) y 0.017 (RC).

b. Volumen de materiales (suelos).

Parámetro referente que ocupan los suelos (limos, arenas, gravas, bloques) acumulados en el cauce principal de la quebrada Pedregal, considerando un espesor homogéneo de 2 metros.

**Tabla 26***Matriz de Normalización por Volumen*

Volumen de suelos	> 10000 m <sup>3</sup>	7000 - 10000 m <sup>3</sup>	5000 - 7000 m <sup>3</sup>	2000 - 5000 m <sup>3</sup>	< 2000 m <sup>3</sup>	Vector Priorización
> 10000 m <sup>3</sup>	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
7000 - 10000 m <sup>3</sup>	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
5000 - 7000 m <sup>3</sup>	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
2000 - 5000 m <sup>3</sup>	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
< 2000 m <sup>3</sup>	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de frecuencia de eventos ocurridos es 0.061 (IC) y 0.054 (RC).

**B. Susceptibilidad del territorio**

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición del territorio a que un evento ocurra sobre un determinado espacio geográfico. La evaluación de la susceptibilidad está en función de los factores condicionantes y desencadenantes.

**Tabla 27***Parámetros utilizados en la evaluación de la susceptibilidad*

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Intervalos de pendientes	
Unidades geomorfológicas	Precipitaciones pluviales anómalas
Unidades geológicas (unidades litológicas)	

Fuente: Elaboración propia

### C. Análisis del factor desencadenante

Los factores desencadenantes son aquellos que tienen una participación significativa en la activación del peligro, comúnmente originan los flujos de detritos. Se evaluará el factor desencadenante para este tipo de peligro: Precipitaciones pluviales anómalas.

#### a. Precipitación

De acuerdo con la información registrada en la estación automática Chosica (más cercana a la microcuenca de la quebrada Pedregal). La precipitación ha sido caracterizada en base a sus datos de precipitación acumulada en 24 horas en el trimestre de enero a marzo para el año 2015 y 2017. De manera que, en el año 2015 se registró acumulados de precipitación para los meses de enero, febrero y marzo de 1.3 mm, 11.5 mm y 30.8 mm, respectivamente. El acumulado de marzo fue superado hasta en un 200%. Por otro lado, en el año 2017 se tuvo acumulados mensuales de 39.7 mm, 10.9 mm y 29 mm para enero, febrero y marzo. En ese año la precipitación superó los valores climatológicos de enero y marzo en un 300% y 200%.

**Tabla 28**

*Parámetros utilizados en la evaluación de la precipitación*

Estación	Extremadamente Lluvioso	Muy Lluvioso	Lluvioso	Moderadamente Lluvioso
	RR/día >99p	95p < RR/día ≤ 99p	90p < RR/día ≤ 95p	75p < RR/día ≤ 90p
Chosica	RR > 18,3 mm	6,0 mm < RR < 18,3 mm	5,0 mm < RR < 6,0 mm	2,5 mm < RR < 5,0 mm

Fuente: Senamhi

**Tabla 29**

*Matriz de normalización por rango de anomalías en precipitaciones*

Precipitación (Rango de anomalías (%))	300-500 % superior a su normal climática	220-300 % superior a su normal climática	190-220 % superior a su normal climática	160-190 % superior a su normal climática	130-160 % superior a su normal climática	Vector Priorización
300-500 % superior a su normal climática	0.449	0.496	0.444	0.387	0.350	0.425
220-300 % superior a su normal climática	0.225	0.248	0.296	0.290	0.250	0.262
190-220 % superior a su normal climática	0.150	0.124	0.148	0.194	0.200	0.163
160-190 % superior a su normal climática	0.112	0.083	0.074	0.097	0.150	0.103
130-160 % superior a su normal climática	0.064	0.050	0.037	0.032	0.050	0.047

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que, el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico, para el parámetro de Precipitaciones de eventos ocurridos es 0.020 (IC) y 0.018 (RC).

#### D. Análisis del factor condicionantes

Son aquellos factores relacionados con las características físicas propias del área de estudio, los cuales se ven reflejados en los intervalos de pendiente, unidades geomorfológicas y unidades geológicas (unidades litológicas).

a. Intervalo de pendientes

La calificación de los intervalos de pendiente se ha realizado con el criterio de que a mayor pendiente la susceptibilidad será mayor la probabilidad de manifestación de flujo de detritos. De esta forma, las áreas con menor pendiente son poco susceptibles a flujo de detritos, pero pueden ser afectados por eventos producidos en zonas adyacentes de mayor pendiente.

**Tabla 30**

*Matriz de Normalización por intervalos de pendiente*

Intervalos de pendiente	Mayor de 45°	30° - 45°	20° - 30°	10° - 20°	0° - 10°	Vector Priorización
Mayor de 45°	0.56 0	0.64 2	0.52 4	0.42 9	0.36 0	<b>0.503</b>
30° - 45°	0.18 7	0.21 4	0.31 5	0.30 6	0.28 0	<b>0.260</b>
20° - 30°	0.11 2	0.07 1	0.10 5	0.18 4	0.20 0	<b>0.134</b>
10° - 20°	0.08 0	0.04 3	0.03 5	0.06 1	0.12 0	<b>0.068</b>
0° - 10°	0.06 2	0.03 1	0.02 1	0.02 0	0.04 0	<b>0.035</b>

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que, el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico, para el parámetro de Precipitaciones de eventos ocurridos es 0.061 (IC) y 0.054 (RC).

b. Unidades geomorfológicas.

Esta variable es importante en el análisis de la susceptibilidad al flujo de detritos, dado que las unidades geomorfológicas son resultado de la acción de los diferentes procesos geomorfológicos dentro de los cuales se encuentran los procesos de caídas de rocas y flujo de detritos.

**Tabla 31***Matriz de normalización por unidades geomorfológicas*

Unidades geomorfológicas	Cárcavas Activas	Cauce Actual	Conos Proluviales	Terrazas Antiguas	Laderas Rocosas	Vector Priorización
Cárcavas Activas	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	<b>0.444</b>
Cauce Actual	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	<b>0.262</b>
Conos Proluviales	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	<b>0.153</b>
Terrazas Antiguas	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	<b>0.089</b>
Laderas Rocosas	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	<b>0.052</b>

Fuente: Elaboración propia

Referente al índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico, para el parámetro de Precipitaciones de eventos ocurridos es 0.007 (IC) y 0.006 (RC).

c. Unidades geológicas (unidades litológicas).

Es una variable importante en el análisis por flujo de detritos, debido a su influencia directa en la generación de dichos procesos. Para ponderar las unidades litológicas se analizaron las propiedades geológicas, tipo de material superficial, fracturamiento y grado de meteorización.

Las unidades utilizadas para el análisis de peligro corresponden a los materiales predominantes como depósitos proluviales recientes y antiguos (en el cauce de la quebrada Pedregal), depósitos coluviales y eluviales (en laderas de la microcuenca) y la presencia de afloramiento rocoso que rodea la microcuenca de la quebrada Pedregal.

**Tabla 32**

*Matriz de normalización por unidades geológicas  
(unidades litológicas)*

Unidades litológicas	depósitos proluviales recientes	depósitos proluviales antiguos	depósitos coluviales	depósitos aluviales	afloramientos rocosos	Vector Priorización
depósitos proluviales recientes	0.560	0.649	0.524	0.350	0.400	<b>0.497</b>
depósitos proluviales antiguos	0.187	0.216	0.315	0.350	0.311	<b>0.276</b>
depósitos coluviales	0.112	0.072	0.105	0.150	0.222	<b>0.132</b>
depósitos aluviales	0.080	0.031	0.035	0.050	0.022	<b>0.044</b>
afloramientos rocosos	0.062	0.031	0.021	0.100	0.044	<b>0.051</b>

Fuente: Elaboración propia

Respecto al índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico, para el parámetro de Precipitaciones de eventos ocurridos es 0.078 (IC) y 0.070 (RC).

- d. Análisis de los parámetros del factor condicionante.  
El porcentaje por vector de priorización de acuerdo con cada factor condicionante utilizado para el análisis de peligro por flujo de detritos (involucra caída de rocas), representa 54 % para la pendiente, 30% geomorfología y 16% geología (litología).

**Tabla 33***Análisis de parámetros del factor condicionante*

Parámetros	Pendiente	Geomorfología	Geología (unidades litológicas)	Matriz de Normalización			Vector de Prioriz.	%
Intervalo de Pendiente	1.00	2.00	3.00	0.545	0.571	0.500	0.539	53.896
Unidades Geomorfología	0.50	1.00	2.00	0.273	0.286	0.333	0.297	29.726
Geología (unidades litológicas)	0.33	0.50	1.00	0.182	0.143	0.167	0.164	16.378
Suma	1.83	3.50	6.00					
1/Suma	0.55	0.29	0.17					

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante son: 0.0046 y 0.0088 respectivamente.

**E. Definición de escenario**

Se considera como escenario crítico la ocurrencia del peligro de flujo de detritos desencadenado por precipitaciones anómalas en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal, con valores superiores a su normal climática, con una frecuencia de por lo menos una vez al año, que ocasiona daños importantes en el casco urbano del Centro poblado de San Antonio de Pedregal.

**Tabla 34***Definición de escenario*

Años	PP acumulada en 24 hr. (mm)	Meses	Valores climatológicos (acumulado %)	Tiempo de [ ]	Traños	volumen de materiales (m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	Avenida de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s/Km <sup>2</sup> )
2015	1.3 11.5 30.8	Enero Febrero marzo	Marzo fue superado hasta en 200%. Enero y marzo fue superado en 300% y 200, respectivamente	--	100	1 160 632.1 6 y 936 464.3 6	20.04	1.93

Fuente: Elaboración propia

**F. Niveles de peligro por flujos de detritos**

En la siguiente tabla, se muestra los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico. Asimismo, en el mapa de la imagen 16 se representa gráficamente la susceptibilidad espacial del territorio de la quebrada Pedregal

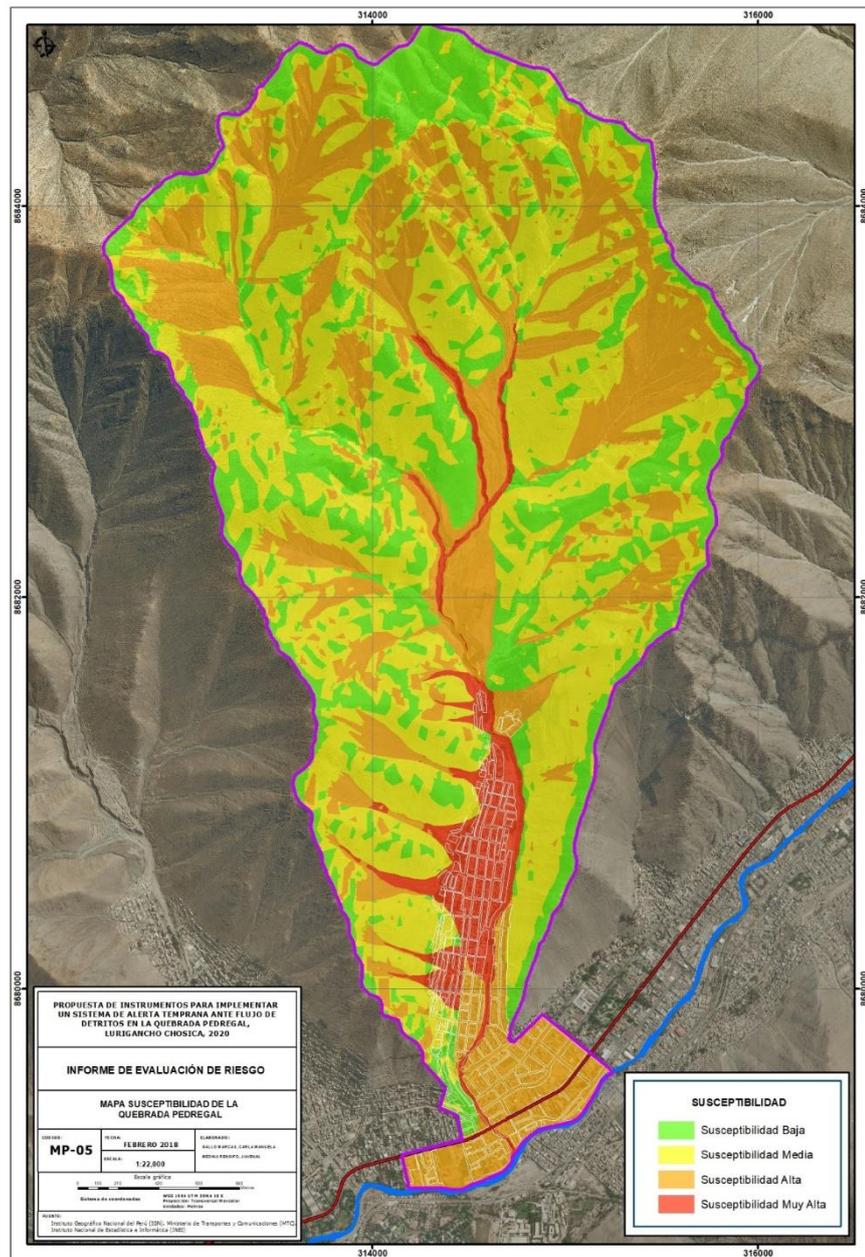
**Tabla 35***Susceptibilidad*

Factores condicionantes (FC)		Factores desencadenantes (FD)		Susceptibilidad
Peso:0.600		Peso:0.400		
Intervalo de Pendiente	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas (Unidades Litológicas)	Precipitación (Rango de Anomalías (%))	(Valor FC*Peso FC)+(Valor FD*Peso FD)
Peso: 0.539	Peso: 0.297	Peso: 0.164	Peso: 1.00	

<sup>2</sup> Conformado por detritos (arenas, clastos, gravas, cantos rodados y bolonería) de diferentes diámetros en matriz areno-limosa.

Factores condicionantes (FC)		Factores desencadenantes (FD)		Susceptibilidad
Peso:0.600		Peso:0.400		
0.503	0.444	0.497	0.425	0.461
0.26	0.262	0.276	0.262	0.263
0.134	0.153	0.132	0.163	0.149
0.068	0.089	0.044	0.103	0.083
0.035	0.052	0.051	0.047	0.044

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 16.** Mapa de susceptibilidad de la quebrada Pedregal

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36**

*Cálculo de los niveles de peligrosidad teniendo como factor desencadenante las precipitaciones anómalas*

Susceptibilidad (S)	Parámetros de evaluación (PE)					Valor de peligro  (Valor S*Peso S) + (Valor PE*Peso PE)
	Valor (Valor FC*Peso FC) + (Valor FD*Peso FD)	Peso	Frecuencia  Valor	Peso	Volumen de materiales  Valor	
0.461	0.700	0.441	0.150	0.503	0.150	0.365
0.263	0.700	0.260	0.150	0.260	0.150	0.207
0.149	0.700	0.152	0.150	0.134	0.150	0.117
0.083	0.700	0.099	0.150	0.068	0.150	0.066
0.044	0.700	0.049	0.150	0.035	0.150	0.035

FC: Factor Condicionante, FD: Factor desencadenante (precipitaciones anómalas) S: Susceptibilidad

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37**

*Niveles de peligro teniendo como factor desencadenante las precipitaciones anómalas*

Nivel	Rango
Muy Alto	$0.207 \leq P \leq 0.365$
Alto	$0.117 \leq P < 0.207$
Medio	$0.066 \leq P < 0.117$
Bajo	$0.035 \leq P < 0.066$

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis de la susceptibilidad y la evaluación de los factores influyentes, característicos para la microcuenca de la quebrada Pedregal, se han obtenido rangos de peligros por flujos de detritos, que estratificados en los rangos o categorías que se muestran en la tabla 39 y han sido representados en el mapa temático de peligro (imagen 17) que muestra la distribución espacial de los niveles de peligrosidad del flujo de detritos en la quebrada Pedregal.

G. Estratificación del nivel de peligro

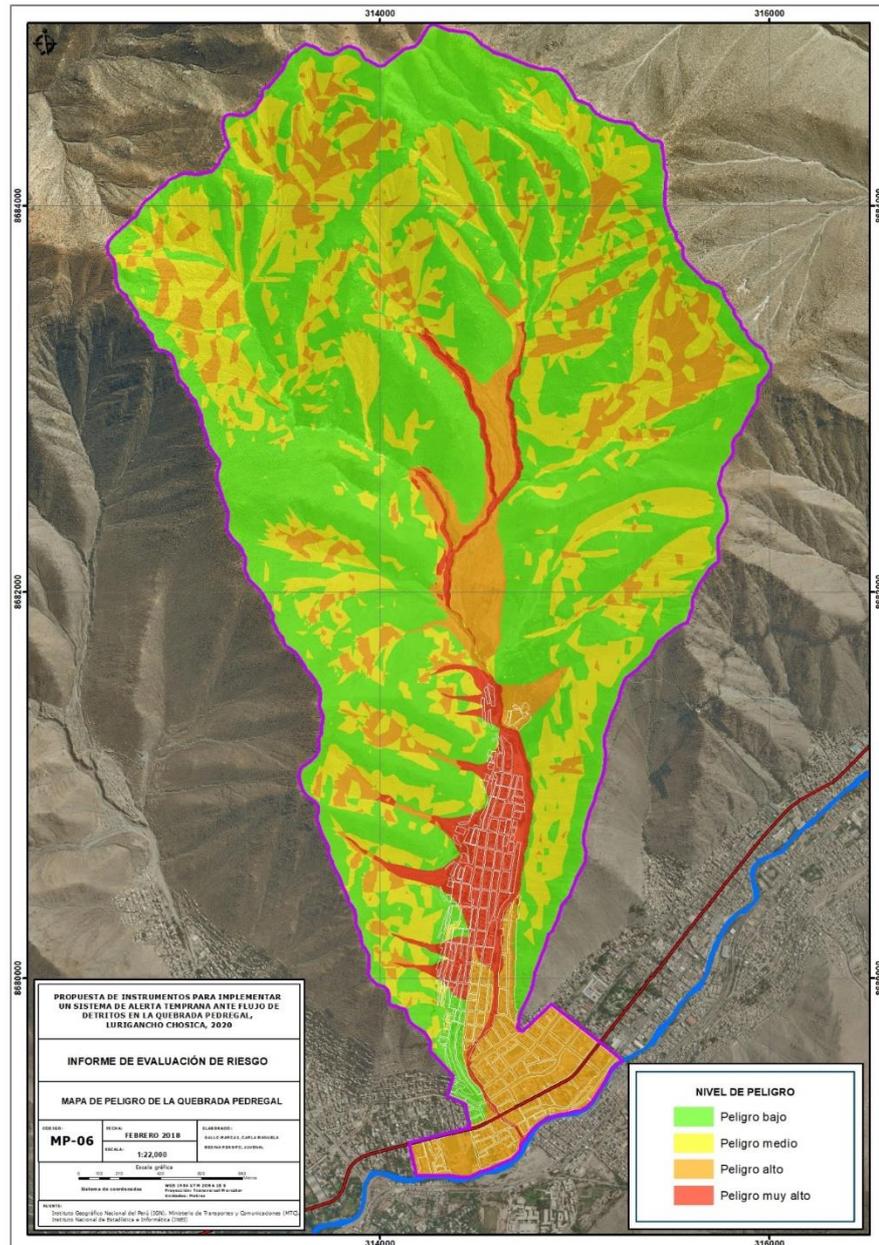
**Tabla 38**

*Estratificación de los niveles de peligro por flujo de detritos*

Descripción	Nivel
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones extremas que llegan a sobrepasar los 18,3 mm en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente mayor a 45° conformada por cárcavas activas en el cauce principal actual, donde se ubican depósitos proluviales recientes y antiguos, teniendo una frecuencia de 5 eventos al año por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 10 000m<sup>3</sup>.</p>	<p>Peligro Muy Alto</p> <p>0.207 ≤ P ≤ 0.365</p>
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones consideradas muy lluviosas que llegan a sobrepasar los 6,0 mm en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente desde 30 a 45° conformada principalmente por depósitos proluviales antiguos en el cauce la microcuenca de la quebrada Pedregal. Teniendo una frecuencia de 3 a 4 eventos por año en promedio por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 7 000m<sup>3</sup>.</p>	<p>Peligro Alto</p> <p>0.117 ≤ P &lt; 0.207</p>
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones que llegan a sobrepasar los 5 mm en la parte media de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente desde 20° a 30° conformada por depósitos coluviales y conos proluviales en las zonas de ladera de la microcuenca, teniendo una frecuencia de 2 a 3 eventos al año por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 2000 a 5 000m<sup>3</sup>.</p>	<p>Peligro Medio</p> <p>0.066 ≤ P &lt; 0.117</p>
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones moderadas que sobrepasan los 2,5 mm, presente en zonas de pendiente que no sobrepasa los 10° conformada por depósitos aluviales (desembocadura de la quebrada Pedregal). La frecuencia de manifestación del fenómeno sería de 1 a 2 veces por año, situación que generaría el traslado de volúmenes de materiales menor a 2 000m<sup>3</sup>.</p>	<p>Peligro Bajo</p> <p>0.035 ≤ P &lt; 0.066</p>

Fuente: Elaboración propia

Del análisis se establece que el principal peligro (amenaza) que caracteriza a la dinámica de la quebrada Pedregal es el flujo de detritos que se desarrolla por etapas, iniciándose como erosión laminar y arroyada difusa, que luego pasa la modalidad de erosión en cárcavas, caída de rocas, colapso de taludes críticos hasta llegar a constituirse en el flujo torrencial de detritos que se concentra y discurre a lo largo del cauce principal, representando un nivel de peligrosidad muy alto a alto, respecto a la ubicación del centro poblado de San Antonio de Pedregal.



**Imagen 17.** Mapa de zonificación del nivel de peligro

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5. Análisis de la vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad se consideró las dimensiones social y económica, evaluando la fragilidad, la resiliencia y exposición para las dimensiones mencionadas. Se realizó el proceso de análisis jerárquico (PAJ), asignando la ponderación a los parámetros y descriptores, ver la tabla siguiente.

**Tabla 39***Dimensiones de la vulnerabilidad*

Dimensión social	Fragilidad social	Discapacidad	(DI)
		Grupo etéreo	(GE)
	Resiliencia social	Conocimiento del peligro.	(COPE)
		Nivel de preparación	(NP)
Dimensión económica	Fragilidad económica	Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT	(CO – SAT)
		Tipo de material en paredes	(TM)
		Estado de conservación	(EC)
	Exposición Económica	Organización	(O)
		Viviendas con acceso a agua potable	(VSA)
		Viviendas con servicio higiénico conectado	(VSH)

Fuente: Elaboración propia

**A. Análisis de los elementos expuestos**

En el ámbito de estudio han sido identificados los siguientes elementos expuestos:

**Tabla 40***Elementos expuestos*

Elemento expuesto	Cantidad	Descripción
Viviendas	4137	2,239, la mayoría de las viviendas son casa independiente (3731) siguen Vivienda en quinta (191) y departamento en edificio (183) y en menor porcentaje son viviendas tipo casa vecindad, viviendas improvisadas.
Instituciones Educativas	5	Ocupada por 6,164 alumnos matriculados y 28 docentes. En las I.E. siguientes: I.E. Niño Jesús de Praga (particular), I.E. Andrés Avelino Cáceres (primaria y secundaria - Nacional), Instituto Tecnológico Ramiro Priale, I.E. La Rivera.
Área de recreación pública	4	Estadio de San Antonio, Losa deportiva, Estadio Santa Rosa y Estadio Chumpitaz
Local comunal	2	Local comunal de San Antonio de Pedregal y local comunal de San Miguel.
Establecimiento de Salud	1	
Capilla	1	

Fuente: Elaboración propia

B. Análisis de las dimensiones y parámetros de la vulnerabilidad

**Tabla 41**

*Análisis de las dimensiones para la vulnerabilidad*

Dimensión	Parámetro	Peso de ponderación
Social	DS	0.400
Económica	DE	0.600

Fuente: Elaboración propia

a. Análisis de la dimensión social

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros y descriptores:

**Tabla 42**

*Análisis de la dimensión social*

Dimensión social		Peso:	0.400	
Fragilidad Social		Peso:	0.200	
				0.300
Discapacidad (DI)	Para usar brazos y piernas	0.469		
	mental o intelectual	0.260		
	visual	0.154		
	auditiva/lenguaje	0.084		
	no tiene	0.033		
				0.700
Grupo etáreo (GE)	menores de 1 año y de 65 años a mas	0.503		
	de 1 a 14 años	0.260		
	de 45 a 64 años	0.134		
	de 15 a 29 años	0.068		
	de 30 a 44 años	0.035		
Resiliencia Social		Peso:	0.800	
				0.660
Conocimiento del peligro (COPE)	La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación en GRD	0.427		
	La población tiene escasa capacitación en GRD	0.283		
	La población tiene capacitación de regular frecuencia en GRD, con difusión y cobertura mayoritaria	0.170		
	La población tiene capacitación constante en temas de GRD, con difusión y cobertura total	0.082		
	La población tiene capacitación constante en GRD, actualizándose y participando en	0.038		

Dimensión social		Peso:	0.400
Nivel de preparación (NP)	simulacros, con difusión y cobertura total.		0.260
	No tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	0,489	
	Tiene parcialmente constituida las Brigadas de Emergencias.	0,275	
	Tiene constituidas las Brigadas de Emergencias.	0,134	
	Tiene constituidas y poco entrenadas las Brigadas de Emergencias.	0,069	
	Tiene constituidas y entrenadas las Brigadas de Emergencias	0,033	0.080
Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT (CO – SAT)	Existe desconocimiento de toda la población sobre la implementación de un SAT.	0.409	
	Existe un escaso conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	0.309	
	Existe un regular conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	0.159	
	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre la implementación de un SAT.	0.085	
	Toda la población tiene conocimiento sobre la implementación de un SAT.	0.038	

Fuente: Elaboración propia

El valor de la fragilidad y resiliencia total, tomando en cuenta los pesos establecidos en la tabla N° 32.

**Tabla 43**

*Valor de la dimensión social*

DI	GE	Fragilidad Social total	COP E	NP	CO - SAT	Resiliencia social total	Valor dimensión social
0.300	0.700	0.200	0.660	0.260	0.080	0.800	
0.469	0.503	0.493	0.427	0.489	0.409	0.442	0.452
0.260	0.260	0.260	0.283	0.275	0.309	0.283	0.278
0.154	0.134	0.140	0.170	0.134	0.159	0.160	0.156
0.084	0.068	0.073	0.082	0.069	0.085	0.079	0.078

DI	GE	Fragilidad Social total	COP E	NP	CO - SAT	Resiliencia social total	Valor dimensión social
0.300	0.700	0.200	0.660	0.260	0.080	0.800	
0.033	0.035	0.034	0.038	0.033	0.038	0.037	0.036

Fuente: Elaboración propia

b. Análisis de la dimensión económica

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros y descriptores:

**Tabla 44**

*Análisis de la dimensión económica*

Dimensión Económica		Peso:	0.600
Fragilidad económica		Peso:	0,400
			0,633
Tipo de material en paredes (TM)	Estera	0.449	
	Madera	0.293	
	Adobe	0.144	
	Piedra con cemento	0.080	
	Ladrillo o bloque de cemento	0.034	
			0,260
Estado de conservación (EC)	Muy malo	0.503	
	Malo	0.260	
	Regular	0.135	
	Bueno	0.068	
	Muy bueno	0.035	
			0.106
Organización (O)	La Junta Vecinal de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica.	0.411	
	La Junta Vecinal de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	0.310	
	La Junta Vecinal de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	0.161	
	La Junta Vecinal de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores.	0.078	
	La Junta Vecinal de la población es eficiente, se identifica y son	0.040	

Dimensión Económica		Peso:	0.600
apoyados totalmente por los pobladores.			
Exposición Económica		Peso:	0,600
			0.800
Viviendas con acceso a agua potable (VSA)	Abastecimiento a través de camión cisterna.	0.648	
	Red fuera de la vivienda, pilón o pileta de uso público.	0.230	
	Red pública dentro de la vivienda	0.122	
			0.200
Viviendas con servicio higiénico conectado (VSH)	Pozo ciego, acequia o similar, campo abierto, otros	0.627	
	Red fuera de la vivienda, pozo, tanque séptico o biodigestor, letrina con tratamiento	0.263	
	Red pública dentro de la vivienda	0.110	

Fuente: Elaboración propia

El valor de la fragilidad y resiliencia total, tomando en cuenta los pesos establecidos en la tabla N° 34.

**Tabla 45**

*Valor de la dimensión económica*

TM	EC	O	Fragilidad económica total	VSA	VSH	Exposición económica total	Valor dimensión económica
0,633	0,260	0,106	0.400	0.800	0.200	0.600	
0.449	0.503	0.411	0.459	0.648	0.627	0.644	0.570
0.293	0.260	0.310	0.286	0.230	0.263	0.237	0.256
0.144	0.135	0.161	0.143	0.122	0.110	0.120	0.129
0.080	0.068	0.078	0.077	0.034	0.034	0.034	0.051
0.034	0.035	0.040	0.035	0.034	0.034	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia

### C. Matriz de vulnerabilidad

Para determinar el Valor de Vulnerabilidad se toman en cuenta los valores de las dimensiones social y económica de acuerdo

con las tablas 33 y 35, valores que se recogieron en la siguiente tabla:

**Tabla 46**

*Valor de la vulnerabilidad*

Vulnerabilidad				Valor de la vulnerabilidad
Dimensión social		Dimensión económica		
Valor dimensión social	Peso dimensión social	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	
0.452	0.400	0.570	0.600	0.523
0.278	0.400	0.256	0.600	0.265
0.156	0.400	0.129	0.600	0.140
0.078	0.400	0.051	0.600	0.062
0.036	0.400	0.034	0.600	0.035

Fuente: Elaboración propia

D. Nivel de la vulnerabilidad

**Tabla 47**

*Niveles de la vulnerabilidad*

Nivel	Rango
Muy Alto	$0.265 \leq V \leq 0.523$
Alto	$0.140 \leq V < 0.265$
Medio	$0.062 \leq V < 0.140$
Bajo	$0.036 \leq V < 0.062$

Fuente: Elaboración propia

E. Estratificación de la vulnerabilidad

**Tabla 48**

*Estratificación de la vulnerabilidad*

Descripción	Niveles
Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad y menores de 1 año y de 65 años a más). La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación. Por tanto, no tiene constituida Brigadas de emergencias, existe desconocimiento sobre la implementación de un SAT; mientras que el tipo de material en las viviendas es liviano (estera y madera), y el estado de conservación es muy malo a malo. A nivel comunal la organización de la Junta Vecinal es poca efectiva en su gestión y no se identifica. Existen sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público,	Muy Alta $0.265 \leq V \leq 0.523$

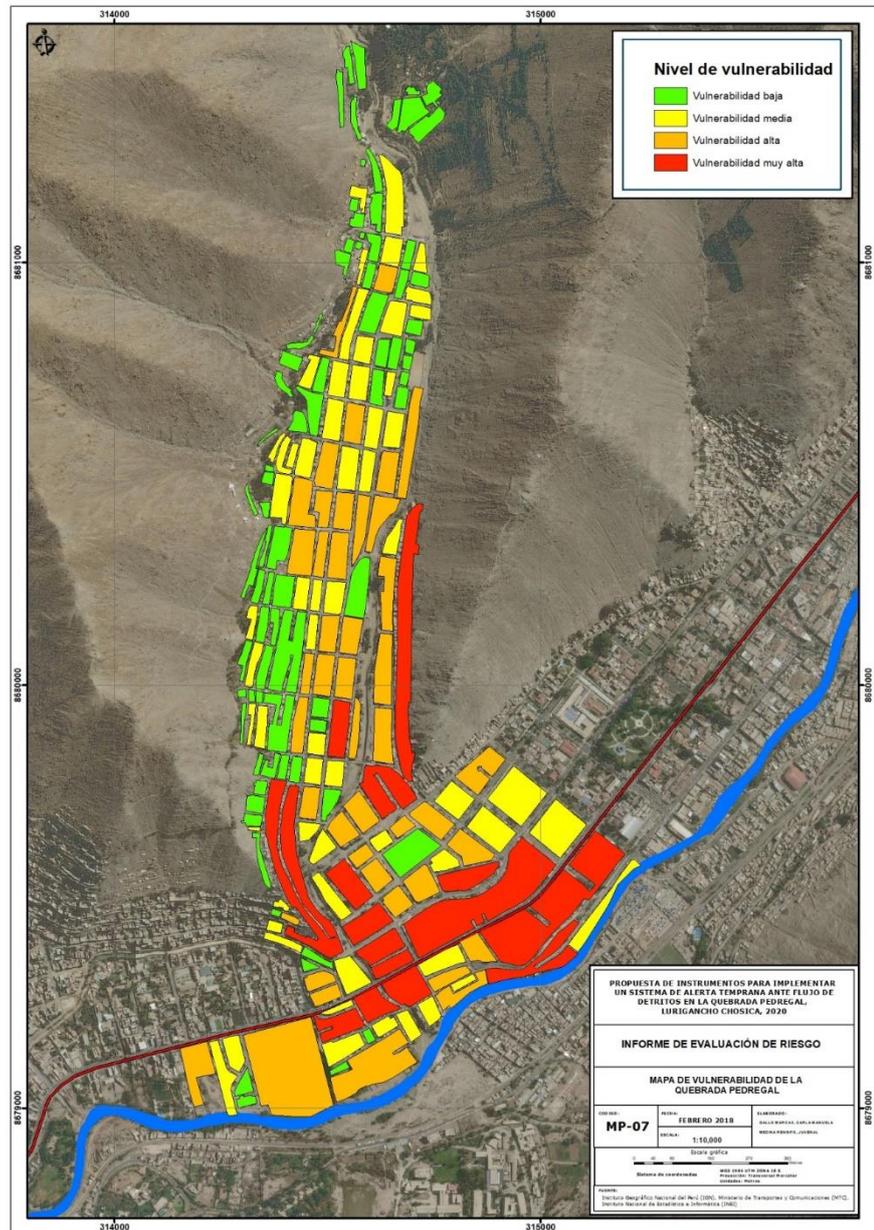
Descripción	Niveles
<p>situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública.</p> <p>Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad), cuya edad: 1 a 14 años. La población tiene escasa capacitación en temas de GRD. Por tanto, tiene parcialmente constituida las Brigadas de emergencias, existe un escaso conocimiento sobre la implementación de un SAT. Mientras que el tipo de material en las viviendas predominante es el adobe, y el estado de conservación es malo a regular. A nivel comunal la organización de la Junta Directiva es poca efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación. Existen sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública.</p>	<p>Alto</p> <p><math>0.140 \leq V &lt; 0.265</math></p>
<p>Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad), cuya edad: 45 a 64 años. La población tiene regular capacitación en temas de GRD. Por tanto, tiene constituida las Brigadas de emergencias, existe regular conocimiento sobre la implementación de un SAT. Mientras que, el tipo de material predominante en las viviendas es la piedra con cemento, y el estado de conservación es regular a bueno. A nivel comunal la organización de la Junta Directiva tiene nivel regular de efectividad e identificación. Existen algunos sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública. Pero predomina la red pública dentro de la vivienda.</p>	<p>Medio</p> <p><math>0.062 \leq V &lt; 0.140</math></p>
<p>Se encuentra población de 15 a 44 años. La población tiene regular a constante capacitación en temas de GRD. Por tanto, tiene constituida las Brigadas de emergencias, pero tiene un limitado entrenamiento. La población tiene regular a buen conocimiento sobre la implementación de un SAT. Mientras que el tipo de material predominante en las viviendas es el ladrillo o bloque de cemento, en algunos casos piedra con cemento. El estado de conservación es regular a bueno. A nivel comunal la organización de la Junta Directiva tiene nivel efectividad e identificación en casi toda la población. Existen algunos sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública. Pero predomina la red pública dentro de la vivienda.</p>	<p>Bajo</p> <p><math>0.036 \leq V &lt; 0.062</math></p>

Fuente: Elaboración propia

#### F. Zonificación del nivel de vulnerabilidad

El nivel de vulnerabilidad del centro poblado de San Antonio de Pedregal, principalmente es medio y alto para las viviendas,

áreas de recreación pública, instituciones educativas y otros espacios públicos, como se muestra en la imagen siguiente:



**Imagen 18.** Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.6. Determinación del riesgo

El riesgo es una probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y está en función del peligro que la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, en un lugar y tiempo determinado; se expresa de la siguiente manera:

$$R = /f(P_i, V_e)/$$

Donde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi =Peligro

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

**Tabla 49**

*Procesamiento de riesgo por flujo de detritos*

Valor de peligro (P)	Valor de la vulnerabilidad (V)	Riesgo (P*V=R)
0.365	0.523	0.191
0.207	0.265	0.055
0.117	0.140	0.016
0.066	0.062	0.004
0.035	0.035	0.001

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 50**

*Resultado del nivel de riesgo por flujo de detritos*

Nivel del riesgo	rango
Muy Alto	$0,055 \leq R \leq 0,191$
Alto	$0,016 \leq R < 0,055$
Medio	$0,004 \leq R < 0,016$
Bajo	$0,001 \leq R < 0,004$

Fuente: Elaboración propia

#### A. Estratificación de los niveles del riesgo

Los niveles de riesgos originados por flujo de detritos en el ámbito de estudio son los siguientes:

**Tabla 51**

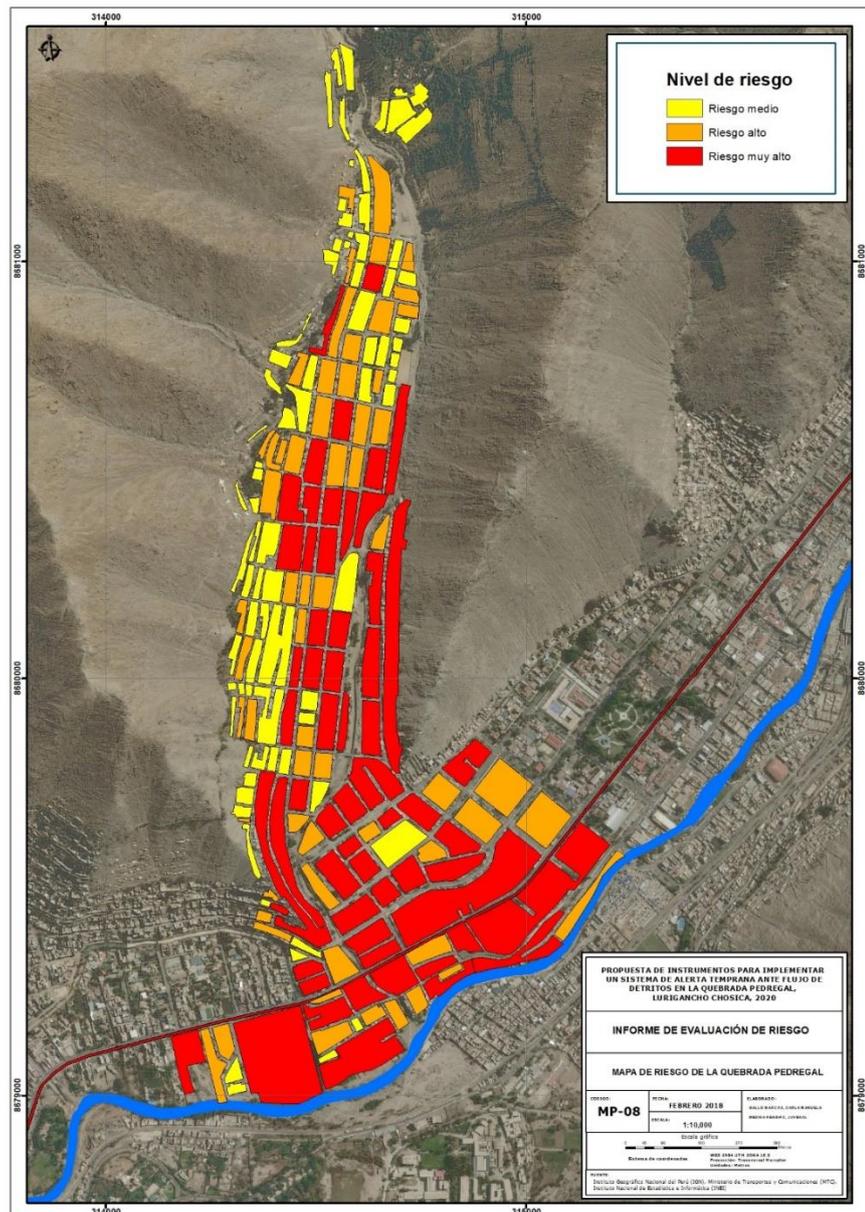
*Estratificación del nivel de riesgo*

Descripción	Niveles
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones extremas que llegan a sobrepasar los 18,3 mm en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente mayor a 45° conformada por cárcavas activas en el cauce principal actual, donde se ubican depósitos proluviales recientes y antiguos, teniendo una frecuencia de 5 eventos al año por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 10 000m<sup>3</sup>.</p> <p>Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad y menores de 1 año y de 65 años a más). La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación. Por tanto, no tiene constituida Brigadas de emergencias, existe desconocimiento sobre la implementación de un SAT; mientras que el tipo de material en las viviendas es liviano (estera y madera), y el estado de conservación es muy malo a malo. A nivel comunal la organización de la Junta Vecinal es poca efectiva en su gestión y no se identifica. Existen sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública.</p>	<p>Muy Alto</p> <p>0,055 ≤ R ≤ 0,191</p>
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones consideradas muy lluviosas que llegan a sobrepasar los 6,0 mm en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente desde 30 a 45° conformada principalmente por depósitos proluviales antiguos en el cauce la microcuenca de la quebrada Pedregal. Teniendo una frecuencia de 3 a 4 eventos por año en promedio por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 7 000m<sup>3</sup>.</p> <p>Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad), cuya edad: 1 a 14 años. La población tiene escasa capacitación en temas de GRD. Por tanto, tiene parcialmente constituida las Brigadas de emergencias, existe un escaso conocimiento sobre la implementación de un SAT. Mientras que el tipo de material en las viviendas predominante es el adobe, y el estado de conservación es malo a regular. A nivel comunal la organización de la Junta Directiva es poca efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación. Existen sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública.</p>	<p>Alto</p> <p>0,016 ≤ R &lt; 0,055</p>
<p>Manifestación del fenómeno físico de flujo de detritos producto de precipitaciones que llegan a sobrepasar los 5 mm en la parte media de la microcuenca de la quebrada Pedregal, que presenta zonas de pendiente desde 20° a 30° conformada por depósitos coluviales y conos proluviales en las zonas de ladera de la microcuenca, teniendo una frecuencia de 2 a 3 eventos al año por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 2000 a 5 000m<sup>3</sup>.</p>	<p>Medio</p> <p>0,004 ≤ R &lt; 0,016</p>

Descripción	Niveles
<p>Se encuentra población vulnerable (personas con discapacidad), cuya edad: 45 a 64 años. La población tiene regular capacitación en temas de GRD. Por tanto, tiene constituida las Brigadas de emergencias, existe regular conocimiento sobre la implementación de un SAT. Mientras que, el tipo de material predominante en las viviendas es la piedra con cemento, y el estado de conservación es regular a bueno. A nivel comunal la organización de la Junta Directiva tiene nivel regular de efectividad e identificación. Existen algunos sectores, donde el abastecimiento de agua se realiza a través de camión cisterna, pilón o pileta de uso público, situación similar en el servicio higiénico, este se encuentra fuera de la red pública. Pero predomina la red pública dentro de la vivienda.</p>	
<p>Fuente: Elaboración propia</p>	

**B. Mapa de riesgos**

El nivel de riesgo por flujo de detritos identificado en el centro poblado de San Antonio de Pedregal es alto (80 manzanas) y muy alto (59 manzanas) y medio (60 manzanas), afectaría directamente a las viviendas, equipamiento urbano y servicios.



**Imagen 19.** Mapa de zonificación del nivel de riesgo

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 52**

*Cuantificación de manzanas en riesgo*

Nivel de riesgo	N° Manzanas
Muy Alto	59
Alto	80
Medio	60
Total	199

Fuente: Elaboración propia

## **3.2. Análisis de la situación actual de los componentes del SAT**

### **3.2.1. Conocimiento del riesgo**

Existen antecedentes de los flujos de detritos (huaicos) que se desarrollaron en la quebrada Pedregal, los cuales se mencionan a continuación

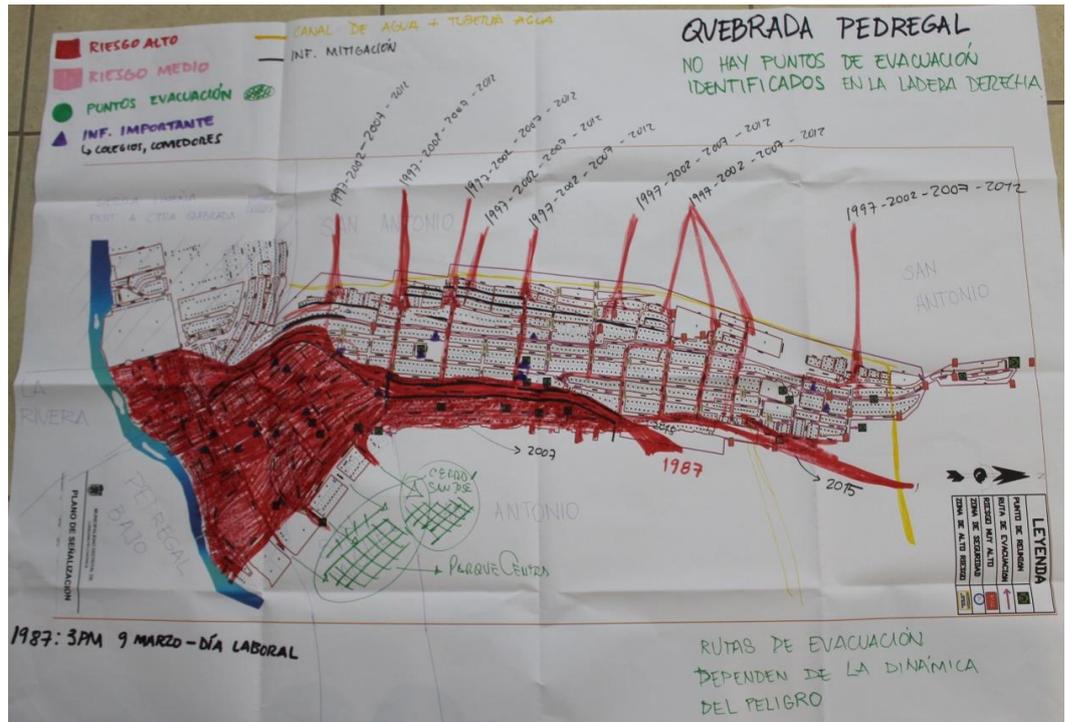
- A. Informe técnico preliminar de la zona afectada por huaicos del 09.03.87 elaborado por la comisión técnica para la prevención de desastres en el área de Chosica, 1987, participo la Empresa Nacional de Edificaciones (ENACE). Instituto Geofísico del Perú (IGP), Instituto Geológico, minero y metalúrgico (INGEMMET), Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Consistió básicamente en la caracterización y evaluación de los factores condicionante y los impactos registrados en la quebrada Pedregal, y el planteamiento de medidas estructurales.

- B. Estudio geológico y geomorfológico de la subcuenca Pedregal, Chosica, Lima, 1987, elaborado por el Centro de Estudios y Prevención de desastres (Predes), menciona que “de haber actuado a tiempo la población y las autoridades, se hubieran podido provenir y disminuir considerablemente los daños ocasionados por el huaico del 9 de marzo de 1987” (pág. 25). Información que permite determinar el grado de peligrosidad de la zona evaluada.
- C. El Estudio Mapa de peligros y Plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la Ciudad de Chosica (2015), elaborado en el marco del Proyecto Ciudades Sostenibles, a cargo del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). Consistió en la evaluación del peligro, la vulnerabilidad y la estimación del

riesgo. Asimismo, en la formulación de propuestas para el uso del suelo, pautas de construcción y habilitación, y la identificación de medidas de prevención y mitigación de desastres a nivel de ciudad y distrito de Chosica.

- D. Escenario de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica, 2017, elaborado por Ángel Cuya Crispín. Evidencia el crecimiento de las áreas urbanas, principalmente en las laderas de las quebradas, como el de Pedregal. El resultado de la investigación, determino que el nivel de riesgo es muy alto de las viviendas que se encuentran en la desembocadura de las quebradas porque el cauce se encuentra erosionado.
  
- E. El Organización No Gubernamental Practica Action, 2019, en el marco del Proyecto Una alerta para salvar vidas – Experiencia del Sistema de Alerta Temprana ante huaicos (SAT), realizó el taller de análisis de capacidades y vulnerabilidades con los dirigentes de los asentamientos humanos que se ubican en la zona de desembocadura de la quebrada Pedregal, consistió en la identificación de los peligros, análisis de la vulnerabilidad a nivel de los tres componentes (exposición, fragilidad y resiliencia), y la elaboración del mapa comunitario de riesgo a nivel de la quebrada Pedregal. El resultado de muestra en la siguiente imagen:



**Imagen 20.** Mapa comunitario de riesgo de la quebrada Pedregal

Fuente: Practica Action, 2019.

La información expuesta, analiza principalmente las características que configura el peligro de flujo de detritos (huaico) y el riesgo a nivel técnico y escala distrital; mientras que, a escala local existe el análisis comunitario del nivel de riesgo. Sin embargo, no se tiene una evaluación del nivel del riesgo con mayor ante flujo de detritos que integre la información de entidades científicas o estudios y el conocimiento local de la población, con la finalidad de caracterizar mejor el análisis del riesgo en función de los aspectos territoriales y sociales.

### 3.2.2. Mecanismo de monitoreo y/o vigilancia

- A. Chira (2016), concluye en la investigación titulada “Mejora de red de monitoreo para la prevención de peligros hidrometeorológicos en la cuenca del río Rímac”, lo siguiente:
- Limitaciones de diseño y equipamiento del Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico de la red de estaciones observadas del SENAMHI.

- El comienzo de la precipitación en la cuenca y el acontecimiento de un huaico tiene una diferencia aproximada de media hora. En consecuencia, es necesario optimizar el Sistema de Alerta Temprana.
  - Creación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), a través de la implementación de estaciones automáticas, sistema GPRS, obtención de un radar meteorológico del tipo LAWR (Radar Meteorológico de Área Local, en inglés).
- B. Díaz (2016), emite una serie de hallazgos en el informe Técnico de Supervisión del Proyecto “Implementación del Sistema de Alerta Temprana para la prevención de deslizamiento y huaicos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal, Distrito de Lurigancho – Chosica”, se mencionan a continuación:
- No se indica los criterios de la definición de los umbrales de 4 milímetros para la alerta y 6 milímetros para la alarma.
  - El Sistema de telecomunicaciones en los pluviómetros (tres estaciones) posee un nivel de señal bajo, ya que la empresa prestadora del servicio no tiene buena cobertura en la zona, e incluso se produce la pérdida de la señal.
  - Carencia de dispositivos de protección para evitar cortocircuitos en las tres estaciones pluviométricas. Así como, falta de especificación de la autonomía del sistema fotovoltaico.
  - El Plan de mantenimiento preventivo de la estación pluviométrica no se encuentra instalado.
- C. El Organización No Gubernamental Practica Action, 2019, desarrolla la experiencia piloto de Sistemas internos de información climática para Sistemas de Alerta Temprana en 5 quebradas del Lurigancho – Chosica, brinda los siguientes aportes:

- Las estaciones de monitoreo representan altos costos de adquisición y mantenimiento, aspectos que influyen de manera negativa en el monitoreo y/ o vigilancia del fenómeno a analizar.
- Es recomendable implementar una Red inalámbrica de sensores (WSN), controlada por microcontroladores y microcomputadoras de bajo costo como Arduino y Raspberry Pi y conectada mediante la red celular (GPRS) y enlaces locales mediante módulos de Radiofrecuencia (RF). Para la gestión de datos e información utiliza una serie de plataformas web gratuitas, algunas de ellas de código abierto que permiten la comunicación bidireccional entre estaciones y las personas responsables, ya sean funcionarios del gobierno local o líderes comunitarios, además de plataformas convencionales de mensajería instantánea como WhatsApp o Telegram.
- Para la comunicación de los avisos, alertas y alarmas se debe utilizar tanto la plataforma web como la red móvil vía SMS.



**Imagen 21.** Sistemas internos de información climática para Sistemas de Alerta Temprana

Fuente: Practica Action, 2018.

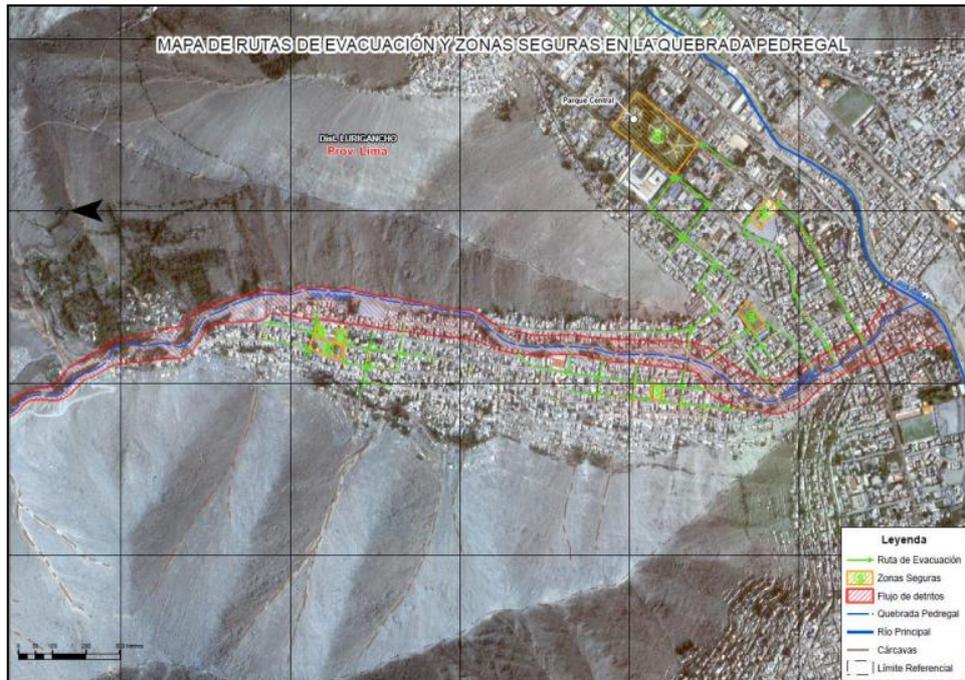
### 3.2.3. Mecanismo de comunicación

- A. Díaz (2016), mencionan a continuación:
- Las sirenas instaladas no pueden ser activadas desde el COEL durante una emergencia, asimismo durante un ejercicio de simulacros. Y la capacidad acústica de las sirenas es baja (caso Pedregal alcanzó un nivel de sonido superior en 10 dB a nivel sonido local), se requiere una sirena con una cobertura mayor a 1000 metros.
  - El sistema operativo del equipo de cómputo no está diseñado para el uso de prolongado y no tiene asegurado el suministro de energía, aspectos que interfieren en la activación de las sirenas. La interfaz carecía de alternativa para apagar las alarmas luego de haber permanecido activado.
  - El COEL de la MDLCH no tiene una interfaz manual para activar las sirenas y la capacidad técnica del personal es limitada.
- B. El Organización No Gubernamental Practica Action (2019), mencionan a continuación:
- Propone con el mensaje de alerta y alarma sea emitida a partir del puesto de vigilancia comunitaria, la cual se encuentre articulada con el Senamhi y el COEL de MDLCH. El mensaje de alarma es difundido a la población a través del responsable comunal, la población deberá iniciar el proceso de evacuación en colaboración con el responsable de las brigadas de seguridad y evacuación.

Para este componente del SAT no se registra procedimientos que detallen y permitan la articulación con la entidad científica de monitorear los fenómenos hidrometeorológicos, el gobierno local y la población.

#### **3.2.4. Capacidad de respuesta**

- A. El Organización No Gubernamental Practica Action (2019) elabora el Plan de Contingencia frente al peligro por precipitaciones pluviales intensas, Quebrada Pedregal, distrito de Lurigancho – Chosica, involucraron al Centro de Operaciones de Emergencia, quienes brindaron asesoría técnica a los pobladores de la quebrada y a la Sub gerencia de Defensa Civil de la MDLCH. El documento hace referencia básica del escenario de riesgo de desastres que fue elaborado de manera participa, el contenido principalmente se centra en las acciones de preparación, organización frente a la emergencia a través de la conformación de brigadas, asimismo señala los procedimientos que deben ejecutar las bridas en el antes, durante y después de haber materializado la emergencia.
  
- B. Indeci (2019), a través del Informe Técnico sobre la quebrada Pedregal como parte de la implementación del Sistema de Alerta Temprana ante lluvias intensas y peligros asociados en la cuenca del río Rímac para los componentes de Conocimiento del Riesgo y Capacidad de Respuesta:
  - Brindo asesoría técnica en los talleres para la elaboración del mapa comunitario de riesgo, identificación y validación de las rutas de evacuación y zonas segura.



**Imagen 22.** Mapa de rutas de evacuación y zonas seguras en Pedregal, modelo final verificado y validado en campo

Fuente: Indeci, 2019.

El Plan Contingencia sólo hace mención a la formación y acción de 03 brigadas de emergencia: Brigada de evacuación y seguridad, Brigada de Lucha contra incendios y brigada de primeros auxilios. Respecto, al informe de Indeci recomienda realizar un diagnóstico actual sobre la logística de materiales y recursos humanos que existen en la quebrada Pedregal, con el objetivo de mejorar la gestión de recursos para la respuesta, además de realizar un proceso de implementación de las zonas seguras, rutas de evacuación

### 3.3. Propuesta de Solución

La presente investigación con base los resultados de la evaluación del riesgo, la revisión de los conceptos teóricos de las experiencias previas u antecedentes nacionales e internacionales sobre la implementación de los sistemas de alerta temprana, a diferencia de otros estudios, plantea como propuesta para optimizar la operatividad y funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana en la Quebrada Pedregal, un conjunto de instrumentos y

mecanismos para cada uno de sus componentes a modo de complementar la implementación de un Sistema de Alerta Temprana, atendiendo las observaciones y necesidades que fueron identificadas en el desarrollo del trabajo de investigación, con lo cual se busca que el SAT se caracterice por su enfoque participativo, donde se articulen y complementen sus 4 componentes; interactúan los actores involucrados en la gestión del SAT, en el trabajo conjunto de la Municipalidad distrital, la Plataforma local de Defensa Civil, con las entidades técnico – científicas y la participación activa de la población en la quebrada Pedregal; todo esto como parte del proceso de preparación con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujos de detritos.

### **3.3.1. Conocimiento del riesgo**

Los resultados de la Evaluación del riesgo por flujo de detritos desarrollado en la quebrada Pedregal contribuyen al fortalecimiento de las capacidades relacionadas al conocimiento del riesgo para los funcionarios (as) de la MDLCH y los líderes (as) que radican en la quebrada.

La forma de difusión de los resultados del estudio será necesario que formen parte de un Plan de Educación Comunitaria en Gestión del Riesgo de Desastres con la finalidad de construir conciencia comunitaria y adopción de buenas prácticas en reducción del riesgo de desastres.

### **3.3.2. Mecanismo de monitoreo y/o vigilancia**

Se elaboró el protocolo de coordinación para el seguimiento de umbrales considerando que existen experiencias, pero no documentos que articulen y definan funciones a la entidad científica, gobierno local y población, e incluya el marco normativo vigente como la Resolución Ministerial N°049-2020-PCM,

### **3.3.3. Mecanismo de comunicación**

Se elaboró el Protocolo de Difusión y Comunicación de alerta y alarma que contribuye a los documentos existentes. El presente documento define fases, acciones, canal de comunicación y productos desde los avisos meteorológicos, alerta hasta la emisión de la alarma considerando la articulación con las entidades científicas, gobierno local y población. Además, de considerar la propuesta de equipos y recursos para la implementación del protocolo de difusión y comunicación.

### **3.3.4. Capacidad de respuesta**

Se elaboró el Protocolo de evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos que recoge la propuesta de la experiencia desarrollada por la ONG Practical Action en coordinación con Indeci, mapa de evacuación. Asimismo, contribuye en definir acciones y actividades de intervención inicial articulado con el Plan de Familiar de Emergencias de la población, también propone la creación de 4 brigadas (Brigada de evacuación, búsqueda y rescate, brigada de primeros auxilios, brigada contra incendios, brigada de apoyo solidario) que representan el órgano operativo de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal, deberán estar integradas por los pobladores y sus actividades están orientadas al desarrollo de acciones en preparación y respuesta

## Capítulo IV

### Presentación de Resultados de la investigación

#### 4.1. Resultados de las encuestas

A continuación, presentamos los resultados de las encuestas realizadas durante el trabajo de campo, los que, complementados con la información obtenida de la revisión bibliográfica y trabajos previos, permite sustentar el trabajo de investigación.

**Tabla 53**

*Sexo de las personas encuestadas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hombre	22	40,0	40,0	40,0
	Mujer	34	60,0	60,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta aplicada

#### **Análisis:**

Referente al sexo de la persona encuestada se tiene que el 40.0% son de sexo masculino y el 60.0% son de sexo femenino, lo que corresponde a población de la quebrada Pedregal en el distrito Lurigancho - Chosica.

**Tabla 54**

*Edad de las personas encuestadas*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	18-40	25	45,0	45,0	45,0
	41-59	25	45,0	45,0	90,0
	60 o mas	6	10,0	10,0	100,0
	<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

En relación a la edad de las personas que fueron encuestadas, se tiene que 45.0% tienen entre 18 a 40 años, el 45.0% tienen entre 41 a 59 años, que es la mayor parte de las personas encuestadas, finalmente el 40.0% su edad es mayor de 60 años.

**Y1 Preguntas sobre el conocimiento del riesgo, formuladas a la población**

1. ¿Usted conoce si se ha realizado un estudio de evaluación del riesgo por Flujo de Detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal?

**Tabla 55***Resultados de la pregunta N° 01*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	13	23,21	23,21	23,21
	No	43	76,79	76,79	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si conoce si se ha realizado un estudio de evaluación del riesgo por Flujo de Detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal, apreciando la tabla se tiene que el 23.21% de las personas encuestadas señalaron si conocen y el 76.79% mencionaron que no conocen que se haya realizado un estudio de evaluación del riesgo por Flujo de Detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal.

2. ¿Conoce qué puede originar las precipitaciones pluviales o lluvias intensas?

**Tabla 56***Resultados de la pregunta N° 02*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Derrumbe	2	3,0	3,0
	Caída de rocas	0	0,0	3,0
	Huaicos	22	39,0	39,0
	Todas	29	52,0	94,0
	Nada	3	6,0	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

### **Análisis:**

Referente a la pregunta si conoce qué puede originar las precipitaciones pluviales o lluvias intensas, la tabla indica que 3% mencionaron que ocasionan derrumbes, 39% mencionaron que ocasionan huaicos, 52% mencionaron que ocasionan derrumbes, caídas de rocas y huaicos, y el 6% mencionaron que no ocasionan nada.

3. ¿Usted considera que vivir en zonas de quebradas y laderas representan un riesgo para las personas?

### **Tabla 57**

#### *Resultados de la pregunta N° 03*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	49	87,0	87,0	87,0
No	7	13,0	13,0	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

### **Análisis:**

Referente a la pregunta si considera que vivir en zonas de quebradas y laderas representan un riesgo para las personas, la tabla indica que el 87% mencionaron que si representa un riesgo, el 58.8% mencionaron que no considera que vivir en zonas de quebradas y laderas representan un riesgo para las personas.

**Y2 Preguntas sobre planeamiento de preparación para la respuesta, formuladas a la población**

4. ¿Sabe Usted si existe un Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 58**

*Resultados de la pregunta N° 04*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	15	26,0	26,0	26,0
	No	41	74,0	74,0	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si existe un Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 26% mencionaron que, si sabe que existe y el 74% mencionaron que no sabe si existe.

5. ¿Conoce el Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 59**

*Resultados de la pregunta N° 05*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	9	16,0	16,0	16,0
	No	45	84,0	84,0	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si conoce el Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 16% mencionaron que, si conocen, el 84% mencionaron que no conocen.

6. ¿Su población tiene brigadas para responder en caso de emergencias?

**Tabla 60**

*Resultados de la pregunta N° 06*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	6	10,0	10,0	10,0
	No	49	90,0	90,0	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si Su población tiene brigadas para responder en caso de emergencias, la tabla indica que 10% mencionaron que, si tienen, el 90% mencionaron que no tienen.

7. ¿Tiene la población de Pedregal instalado algún Sistema de Alarma que funcione en caso de flujo de detritos (huaicos)?

**Tabla 61**

*Resultados de la pregunta N° 07:*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	52	52	52
	No	27	48	48	100
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si tiene la población de Pedregal instalado algún Sistema de Alarma que funcione en caso de flujo de detritos (huaicos), la tabla indica que 52% mencionaron que, si tienen, el 48.8% mencionaron que no tienen.

8. Si en tu localidad existe un Sistema de Alerta ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) ¿En qué consiste?

**Tabla 62**

*Resultados de la pregunta N° 08*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sirena	19	35	35
	Megáfonos	9	16	51
	Campanas	2	3	54
	Mensajería por celular	0	0	54
	Silbato	3	5	59
	Desconoce	23	41	100
	Total	56	100,0	100,0

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si en tu localidad existe un Sistema de Alerta ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) ¿En qué consiste?, la tabla indica que 35% consiste en sirena, 16% mencionaron que consiste en megáfonos, 3% que consiste en campanas, 5% consiste en silbatos y 41% desconoce.

9. ¿Conoce usted las zonas seguras externas o puntos de reunión ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

**Tabla 63**

*Resultados de la pregunta N° 09*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	13	23	23
	No	43	77	100
	Total	56	100,0	100,0

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si conoce usted las zonas seguras externas o puntos de reunión ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos), la tabla indica que 23% mencionaron que, si conocen, el 77% mencionaron que no conocen.

10. ¿Si Usted se encuentra en casa, qué haría ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

**Tabla 64**

*Resultados de la pregunta N° 10*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
Ubica su zona segura dentro de la vivienda	12	21	21	21
Evacua a la zona segura externa	8	15	15	36
Sale con su mochila de emergencia	2	3	3	39
Sale con su mochila de emergencia hacia la zona segura externa	15	27	27	66
Se queda en su casa	19	34	34	100
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si usted se encuentra en casa, qué haría ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos), la tabla indica que 21% mencionaron que, se ubica en su zona segura dentro de la vivienda, el 15% mencionaron que evacua a la zona segura externa, el 3%

mencionaron que sale con su mochila de emergencia, el 27% mencionaron que sale con su mochila de emergencia hacia la zona segura externa y el 34% mencionaron que se queda en su casa.

11. ¿Cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de evacuación o simulacros por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 65**

*Resultados de la pregunta N° 11*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	4	7	7	7
No	45	80	80	87
Válido Solo con el recurso humano	6	10	10	97
Solo con el recurso logístico	2	3	3	100
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de evacuación o simulacros por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 7% mencionaron que, si cuenta con el equipamiento necesario, el 80% mencionaron que no cuenta con el equipamiento necesario, el 10% mencionaron que solo con el recurso humano y el 3% mencionaron que solo con el recurso logístico.

### Y3 Preguntas sobre capacidades para la respuesta formuladas a la población

12. ¿Usted ha participado en talleres para la elaboración de Planes Comunitarios de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos)?

**Tabla 66**

*Resultados de la pregunta N° 12:*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Una vez	21	38	38	38
Válido Dos o más veces	6	10	10	48
Válido Nunca	29	52	52	100
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

#### **Análisis:**

Referente a la pregunta si ha participado en talleres para la elaboración de Planes Comunitarios de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos), la tabla indica que 38% mencionaron que, si han participado una vez, el 10% mencionaron que han participado dos o más veces y el 52% mencionaron que nunca han participado.

13. ¿Usted ha participado en ejercicios de evacuación por la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 67**

*Resultados de la pregunta N° 13*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	6	10	10	10
Válido No	50	90	90	100
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si ha participado en ejercicios de evacuación por la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 10% mencionaron que, si han participado y el 90% mencionaron que no han participado.

14. ¿Usted ha participado en talleres de formación y capacitación de brigadas para la atención de emergencias y rehabilitación en la quebrada Pedregal?

**Tabla 68**

*Resultados de la pregunta N° 14*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	15	27	27	27
	No	41	73	73	100
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si ha participado en talleres de formación y capacitación de brigadas para la atención de emergencias y rehabilitación en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 27% mencionaron que, si han participado y el 73% mencionaron que no han formulado.

15. ¿Usted recibe información anticipada o avisos de alerta ante la ocurrencia de lluvias intensas en la quebrada Pedregal?

**Tabla 69**

*Resultados de la pregunta N° 15*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	12	20	9,8	9,8

No	44	80	19,6	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si recibe información anticipada o avisos de alerta ante la ocurrencia de lluvias intensas en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 20% mencionaron que, si reciben y el 80% mencionaron que no recibe información anticipada o avisos de alerta ante la ocurrencia de lluvias intensas en la quebrada Pedregal

**Y4 Preguntas sobre recursos para la respuesta formulada a funcionarios de la Municipalidad Distrital Lurigancho – Chosica**

1. ¿La Municipalidad de Lurigancho - Chosica posee algún sistema de monitoreo y/o vigilancia instalado en la Quebrada Pedregal para época de precipitaciones pluviales (lluvias)?

**Tabla 70**

*Resultados de la pregunta N° 1*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si la Municipalidad de Lurigancho - Chosica posee algún sistema de monitoreo y/o vigilancia instalado en la Quebrada Pedregal para época de precipitaciones pluviales (lluvias), la tabla indica que el 100% mencionaron que no posee.

2. ¿Qué mecanismos o instrumentos de detección utiliza para la emisión del mensaje de alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal?

**Tabla 71***Resultados de la pregunta N° 2*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sensores de vibración	0	0,0	0,0	0,0
	Sensores de precipitación	0	0,0	0,0	0,0
	Sensores de saturación de suelo	0	0,0	0,0	0,0
	Sensores de pronóstico de tormentas	0	0,0	0,0	0,0
	Todos	0	0,0	0,0	0,0
	Ninguno	2	100,0	100,0	100,0
	Otros	0	0,0	0,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta qué mecanismos o instrumentos de detección utiliza para la emisión del mensaje de alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal, la tabla indica que el 100% mencionaron que ninguno

3. ¿Cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de simulación y/o simulacros ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 72***Resultados de la pregunta N° 3*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Solo con el recurso humano	0	0,0	0,0	100,0
Solo con el recurso logístico	0	0,0	0,0	100,0
Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

### **Análisis:**

Referente a la pregunta si cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de simulación y/o simulacros ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que, no cuentan con el equipamiento necesario.

4. ¿La Municipalidad cuenta con equipos de comunicación para la alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

### **Tabla 73**

#### *Resultados de la pregunta N° 4*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0
Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

### **Análisis:**

Referente a la pregunta si La Municipalidad cuenta con equipos de comunicación para la alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que, no tienen.

5. ¿La Municipalidad tiene un escenario de riesgo por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 74**

*Resultados de la pregunta N° 5*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si la Municipalidad tiene un escenario de riesgo por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que no tienen.

6. ¿El centro de operaciones de emergencia local se encuentra operativo las 24 horas los 365 días?

**Tabla 75**

*Resultados de la pregunta N° 6*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si el centro de operaciones de emergencia local se encuentra operativo las 24 horas los 365 días, la tabla indica que 100% mencionaron que no.

7. ¿La Municipalidad coordina con las entidades técnico científicas para el monitoreo de lluvias intensas en el distrito?

**Tabla 76**

*Resultados de la pregunta N° 7*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	1	50,0	50,0	50,0
	No	1	50,0	50,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si la Municipalidad coordina con las entidades técnico científicas para el monitoreo de lluvias intensas en el distrito, la tabla indica que 50% mencionaron que, si coordina, el 50% mencionaron que no coordinan.

8. ¿Tienen brigadas para la atención de emergencias y desastres en la quebrada Pedregal?

**Tabla 77**

*Resultados de la pregunta N° 8*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si tienen brigadas para la atención de emergencias y desastres en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que no tienen.

9. ¿Tienen un Plan de Evacuación ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 78***Resultados de la pregunta N° 9*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si tienen un Plan de Evacuación ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que, no tienen.

10. ¿La Municipalidad ha realizado la señalización de las rutas de evacuación, zonas seguras y puntos de reunión en caso de la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

**Tabla 79***Resultados de la pregunta N° 10*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si la Municipalidad ha realizado la señalización de las rutas de evacuación, zonas seguras y puntos de reunión en caso de la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos), la tabla indica que 100% mencionaron que no.

11. ¿La Municipalidad ha desarrollado ejercicios de evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

**Tabla 80**

*Resultados de la pregunta N° 11*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	0	0,0	0,0
	No	2	100,0	100,0
	Total	2	100,0	100,0

Fuente: Encuesta aplicada

**Análisis:**

Referente a la pregunta si la Municipalidad ha desarrollado ejercicios de evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal, la tabla indica que 100% mencionaron que no han desarrollado. Es oportuno señalar que se ha evidenciado que los funcionarios actuales son nuevos y no han participado en las actividades desarrolladas con anterioridad.

En resumen, con base en los resultados de las preguntas 1, 2 y 3 se puede determinar que el nivel de conocimiento del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos, es bajo. Esto se ve reflejado en la creciente ocupación de terrenos expuestos en zonas de muy alto riesgo a la ocurrencia de flujos de detritos en las quebradas, derrumbes y desprendimiento de rocas en las laderas.

Asimismo, con base en los resultados de las preguntas 1, 2, 6 y 7 referente a recursos para la respuesta formulada a funcionarios de la Municipalidad Distrital Lurigancho – Chosica, se evidencia que no existe un mecanismo de monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos. Asimismo, durante el trabajo de campo realizado en el presente trabajo de investigación, se pudo evidenciar que los mecanismos e instrumentos para el monitoreo del peligro en la

quebrada pedregal, instalados anteriormente mediante proyectos de cooperación, estos no se encuentran operativos y no hay personas responsables de la información.

Además, con base en los resultados de las preguntas 8 y 15, formuladas a la población de la quebrada Pedregal, y a la pregunta 4, formulada a funcionarios de la Municipalidad Distrital Lurigancho – Chosica, se evidencia que la mayoría de la población desconoce la existencia de un mecanismo de comunicación que anticipe la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada Pedregal, pese a que los funcionarios de la Municipalidad Distrital Lurigancho – Chosica manifestaron que no cuentan con equipos de alerta en caso de flujo de detritos en la quebrada Pedregal. Ambas afirmaciones corroboran que en la actualidad no se tiene operativa ni funcionando mecanismos de comunicación de las alertas que estén debidamente articulados a los equipos de vigilancia y alerta de la ocurrencia de flujos de detritos que también están ausentes.

Finalmente, con base en los resultados de las preguntas del 4 al 6 y del 9 al 14, formuladas a la población de la quebrada Pedregal, y a las preguntas 3, y del 8 al 11, formuladas a funcionarios de la Municipalidad Distrital Lurigancho – Chosica, se evidencia que la capacidad de respuesta de la población es limitada. No obstante, las acciones de preparación realizadas por INDECI conjuntamente con Practical Action y la Municipalidad de Lurigancho Chosica, aun se requiere fortalecer la organización social, complementar su implementación con los instrumentos, mecanismos, así como su adiestramiento mediante los ejercicios de simulación y simulacros de evacuación ante la ocurrencia de flujos de detritos.

## **Capítulo V**

### **Presentación de Productos**

#### **5.1. Difusión amigable del Estudio de Evaluación de Riesgos y Mapa**

##### **Evacuación**

##### **5.1.1. Introducción**

Cada vez son más recurrentes los flujos de detritos en la quebrada Pedregal que van afectando y causando daños a las viviendas y en ocasiones comprometiendo la integridad física y vidas humanas de la población asentada en dicha quebrada; esto nos ha hecho entender que debemos desarrollar acciones de preparación empezando por reforzar el conocimiento del riesgo a nivel local para desarrollar resiliencia ante la ocurrencia de los próximos eventos que se presenten y reducir los daños; en ese sentido se plantea una herramienta de difusión amigable del estudio de evaluación del riesgo por flujo de detritos en la quebrada pedregal, así como del mapa comunitario de riesgo y evacuación.

##### **5.1.2. Contexto**

Desde la promulgación del decreto supremo N°044-2020-PCM, el 15 de marzo del 2020 que declaró Estado de Emergencia Nacional y dispuso el aislamiento social obligatorio (cuarentena), debido a las condiciones que ponen en riesgo las vidas humanas a consecuencia del brote del COVID-19, es necesario un nuevo modelo de transmisión de conocimientos y aprendizaje adaptado en el contexto de la pandemia y a la vez que sea amigable para los líderes comunales y la población de la quebrada Pedregal, así como funcionarios de la Municipalidad Distrital de Lurigancho –Chosica.

### **5.1.3. Objetivos**

#### **A. Objetivo General:**

Fortalecer el conocimiento del riesgo de desastres, ante la ocurrencia de flujo de detritos, en la población de la quebrada Pedregal

#### **B. Objetivos específicos:**

Funcionarios/as municipales

Contribuir al fortalecimiento de las capacidades de funcionarios, de las Gerencias y sub gerencias de la municipalidad distrital Lurigancho-Chosica en temas relacionados al conocimiento del riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho – Chosica.

Para los líderes y lideresas

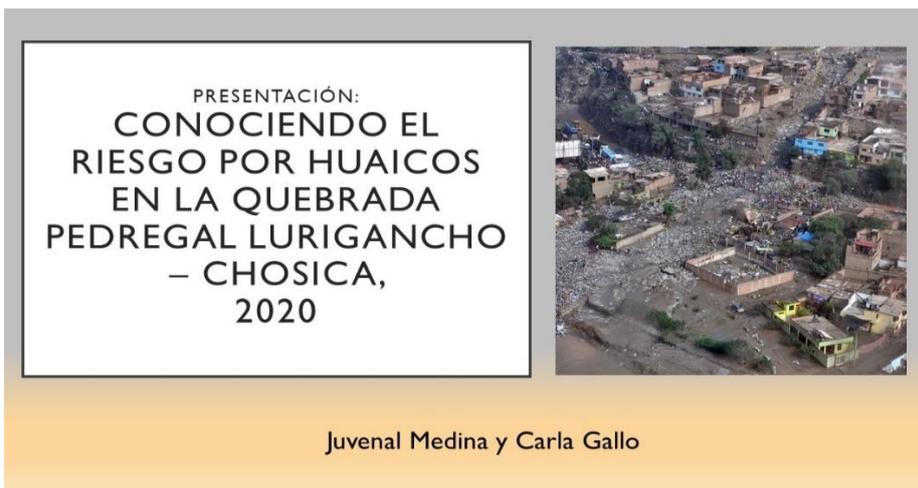
Contribuir al fortalecimiento de las capacidades de los líderes en temas relacionados al conocimiento del riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho - Chosica.

Para los pobladores y pobladoras

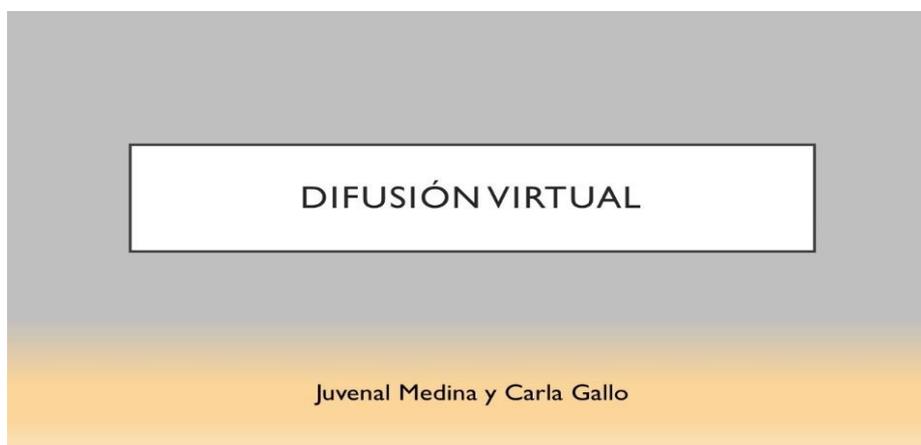
Contribuir al fortalecimiento de las capacidades de los pobladores en temas relacionados al conocimiento del riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho - Chosica.

### **5.1.4. Contenidos**

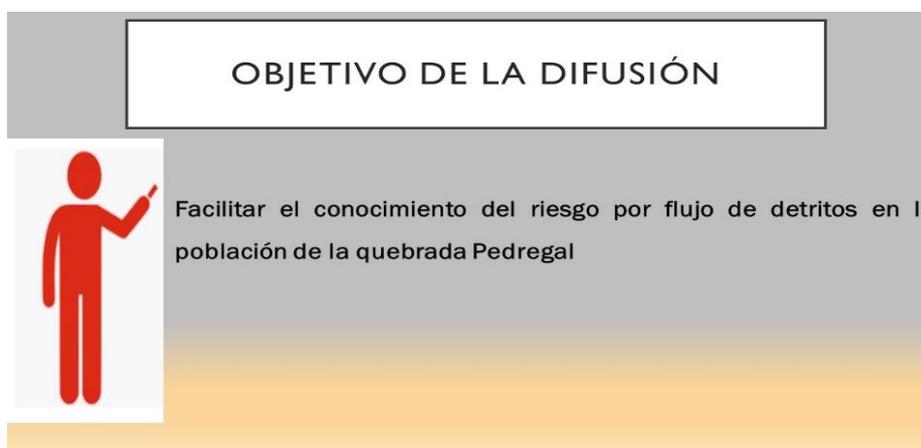
- Definición de peligro, vulnerabilidad, riesgo y huaico.
- Mapa y Niveles de peligro
- Mapa y Niveles de vulnerabilidad
- Mapa y Niveles de riesgo
- Mapa de Evacuación



**Imagen 23.** Informe de Evaluación de Riesgos por Huaicos  
Fuente: Elaboración propia



**Imagen 24.** Difusión virtual  
Fuente: Elaboración propia



**Imagen 25.** Objetivo de la difusión  
Fuente: Elaboración propia

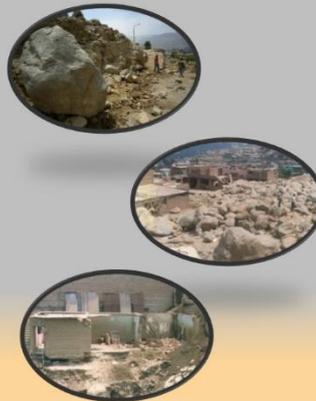
## MAPA DE UBICACIÓN DE LA QUEBRADA PEDREGAL



**Imagen 26.** Mapa de Ubicación de la quebrada Pedregal

Fuente: Elaboración propia

## ¿QUÉ ES EL PELIGRO?



**Imagen 27.** ¿Qué es el peligro?

Fuente: Elaboración propia

Es la probabilidad que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, ocurra causando daños físicos, sociales y ambientales.

CAIDA DE  
ROCAS



DELIZAMIENTOS



LLUVIAS INTENSAS



HUAICOS (Flujo de  
detritos)



PELIGROS QUE SE PRESENTAN EN LA QUEBRADA PEDREGAL

**Imagen 28.** Peligros en la quebrada Pedregal

Fuente: Elaboración propia

¿QUÉ ES  
VULNERABILIDAD?



**Imagen 29:** ¿Qué es la vulnerabilidad?

Fuente: Elaboración propia



Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro.

**Imagen 30.** Definición de Vulnerabilidad

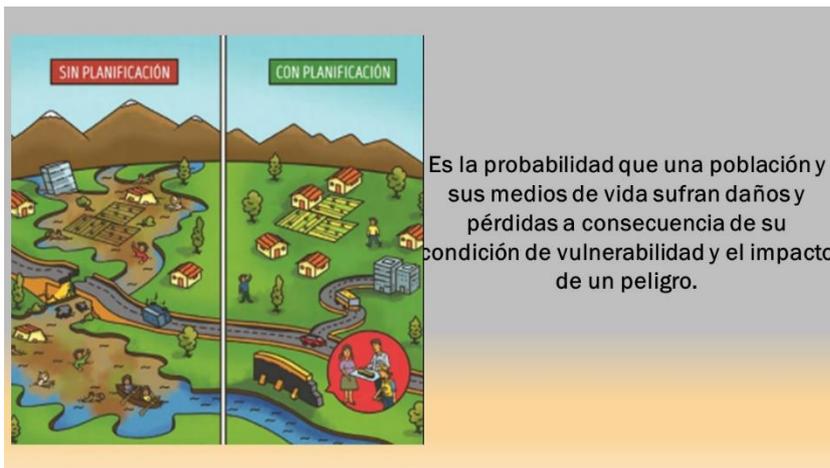
Fuente: Elaboración propia

¿QUÉ ES EL RIESGO DE  
DESASTRES?



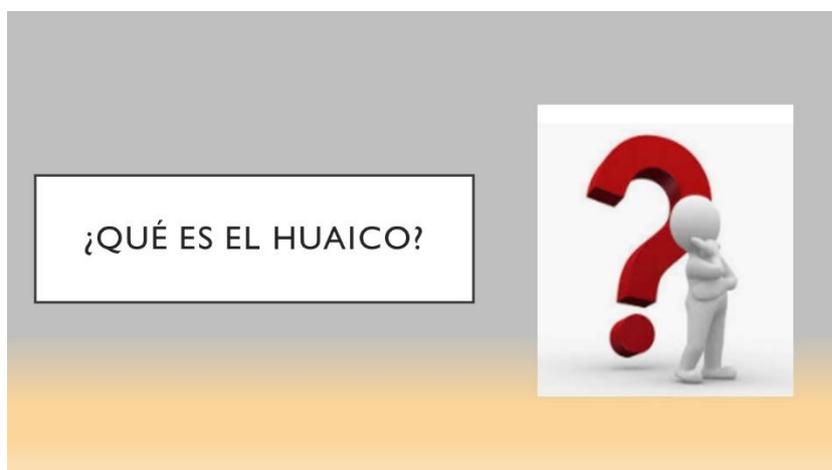
**Imagen 31.** ¿Qué es el riesgo de desastres?

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 32.** Definición de riesgo de desastres

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 33.** ¿Qué es el huaico?

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 34.** Definición de huaico

Fuente: Elaboración propia

### Sabías que los huaicos:

\*Se forman en las partes altas de las quebradas debido a las lluvias que saturan y erosionan los suelos.

\*Se producen en época de lluvias, siendo más intensos en zonas con poca cobertura vegetal.



**Imagen 35.** Sabías que los huaicos

Fuente: Elaboración propia

## NIVELES DE PELIGROSIDAD

Muy Alto
Alto
Medio
Bajo

**Imagen 36.** Niveles de peligrosidad

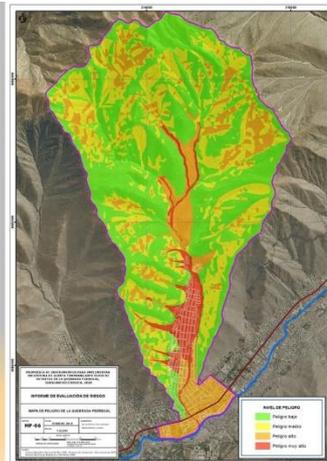
Fuente: Elaboración propia

### Peligro Bajo

-El huaico o flujo de detritos es producto de precipitaciones moderadas que sobrepasan los 2,5 mm.

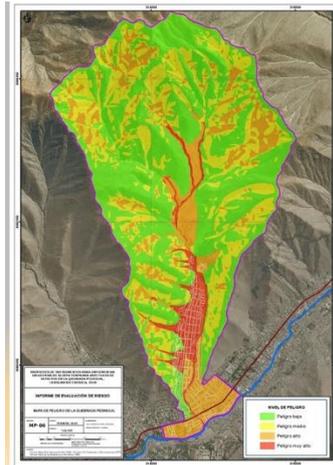
-Se presenta en zonas de pendiente que no sobrepasa los 10° conformada por depósitos aluviales (desembocadura de la quebrada Pedregal).

-La frecuencia es de 1 a 2 veces por año.



**Imagen 37.** Peligro bajo

Fuente: Elaboración propia



### Peligro Medio

-El huaico es producto de precipitaciones que llegan a sobrepasar los 5 mm en la parte media de la microcuenca de la quebrada Pedregal.

-Se presenta en zonas de pendiente desde 20° a 30° conformada por depósitos coluviales y conos proluviales.

- Tiene una frecuencia de 2 a 3 eventos al año.

**Imagen 38.** Peligro Medio

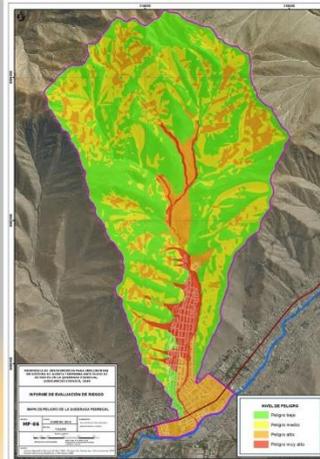
Fuente: Elaboración propia

### Peligro Alto

-El flujo de detritos es producto de precipitaciones consideradas muy lluviosas que llegan a sobrepasar los 6,0 mm.

-Se presenta zonas de pendiente desde 30° a 45°.

-Tiene una frecuencia de 3 a 4 eventos por año en promedio.



**Imagen 39.** Peligro alto

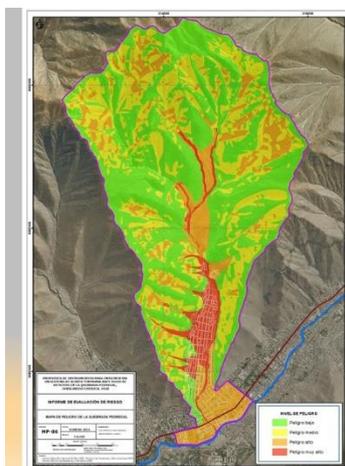
Fuente: Elaboración propia

### Peligro Muy Alto

-El flujo de detritos es producto de precipitaciones extremas que llegan a sobrepasar los 18,3 mm en la parte alta de la microcuenca de la quebrada Pedregal.

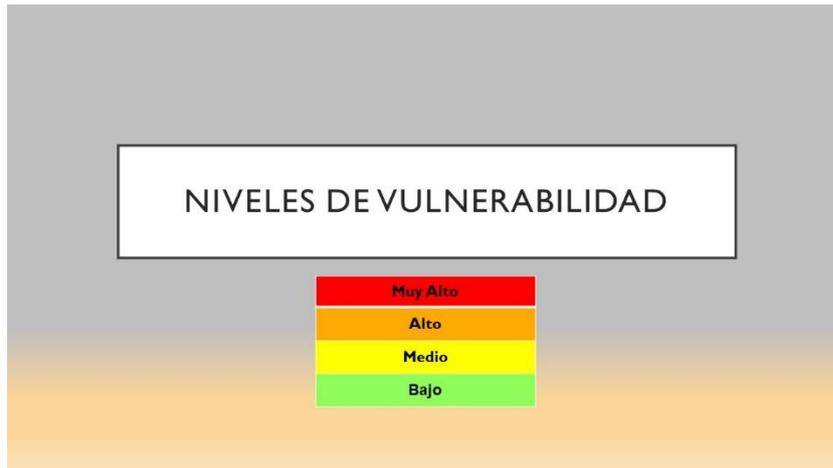
-Se presenta en zonas de pendiente mayor a 45°.

-Tiene una frecuencia de 5 eventos al año por acción de precipitaciones anómalas que pueden trasladar volúmenes de materiales mayor a 10 000m<sup>3</sup>.



**Imagen 40.** Peligro muy alto

Fuente: Elaboración propia

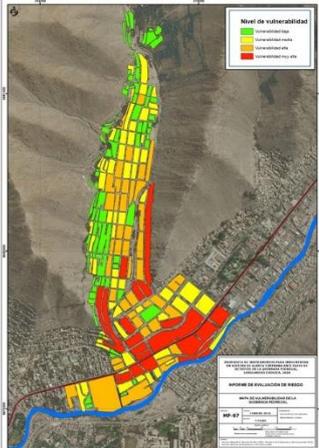


**Imagen 41.** Niveles de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

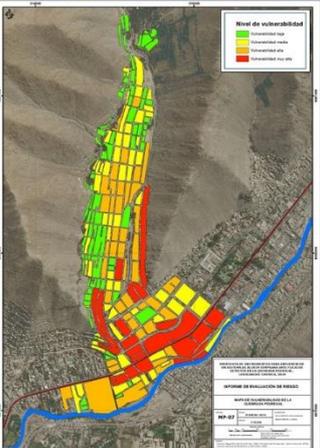
### Vulnerabilidad Bajo

- Población: de 15 a 44 años.
- Capacitación: regular a constante.
- Brigadas de emergencias: limitado entrenamiento.
- SAT: regular a buen conocimiento.
- Material de viviendas: ladrillo o bloque de cemento, en algunos casos piedra con cemento.
- Estado de conservación: es regular a bueno.
- Organización: Junta Directiva tiene nivel efectividad e identificación en casi toda la población.



**Imagen 42.** Vulnerabilidad bajo

Fuente: Elaboración propia



### Vulnerabilidad Medio

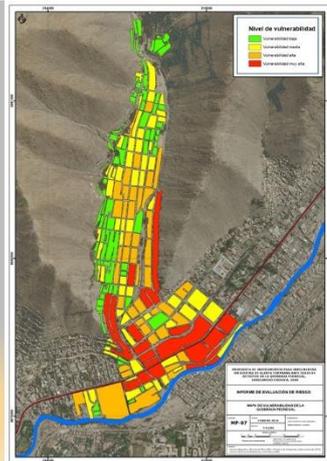
- Personas con discapacidad: de 45 a 64 años.
- Capacitación: regular
- Brigadas de emergencias: constituidas.
- SAT: regular conocimiento.
- Material de viviendas: piedra con cemento.
- Estado de conservación: regular a bueno.
- Organización: Junta Directiva tiene nivel regular efectividad e identificación

**Imagen 43.** Vulnerabilidad medio

Fuente: Elaboración propia

### Vulnerabilidad Alto

- Personas con discapacidad: De 1 a 14 años.
- Capacitación: escasa.
- Brigadas de emergencias: parcialmente constituidas.
- SAT: escaso conocimiento.
- Material de viviendas: adobe
- Estado de conservación: malo a regular
- Organización: Junta Directiva tiene poca efectividad en su gestión.

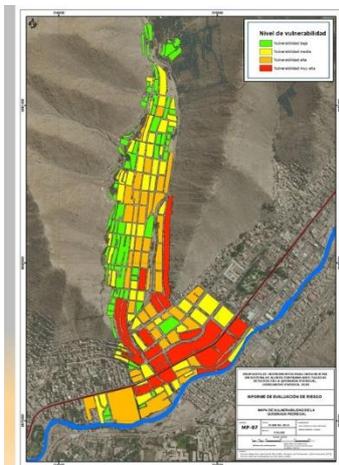


**Imagen 44.** Vulnerabilidad Alto

Fuente: Elaboración propia

### Vulnerabilidad Muy Alta

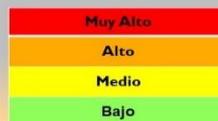
- Personas con discapacidad: menores de 1 año y de 65 años a más.
- Capacitación: no hay.
- Brigadas de emergencias: no existen
- SAT: desconocimiento.
- Material de viviendas: estera y madera.
- Estado de conservación: muy malo a malo
- Organización: Junta Vecinalpoca efectividad y no se identifica.



**Imagen 45.** Vulnerabilidad Muy Alta

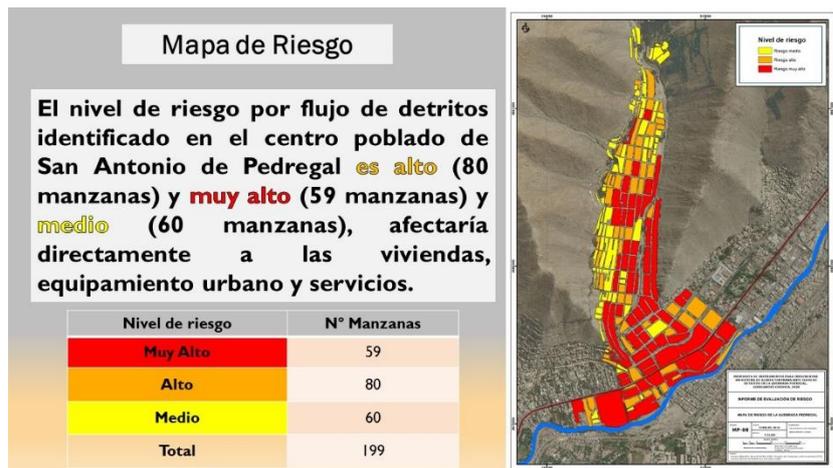
Fuente: Elaboración propia

### NIVEL DE RIESGO



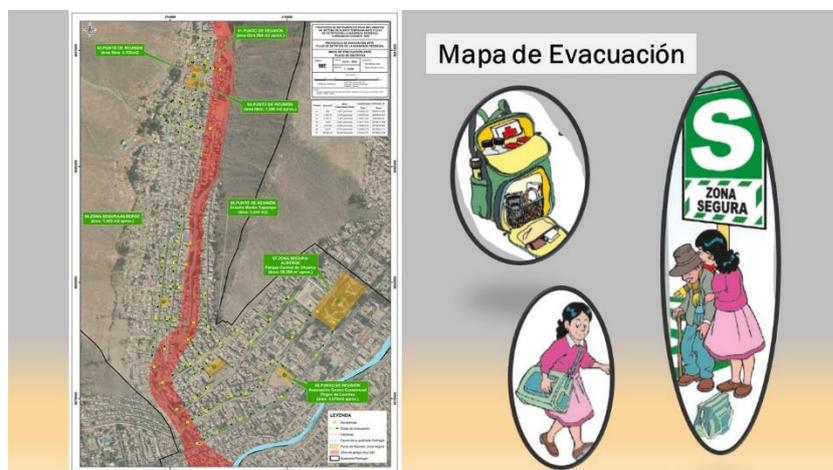
**Imagen 46.** Nivel de Riesgo

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 47.** Mapa de Riesgo

Fuente: Elaboración propia



**Imagen 48.** Mapa Comunitario de Evacuación

Fuente: Elaboración propia,

### 5.1.5. Recursos para la difusión del estudio de riesgos

Para el desarrollo de la difusión se ha diseñado una presentación a través de la plataforma Canvas, el cual es accesible desde cualquier dispositivo móvil (teléfonos inteligentes, tabletas) o computadoras personales conectados a una conexión de red inalámbrica. De esta forma se cumple con el aislamiento físico dispuesto por el Gobierno debido a la pandemia del Covid-19.

El acceso a la presentación es a través del siguiente enlace:

[https://www.canva.com/design/DAEOB6YQ308/pBo3HaJ3ltWF9ktYcJhcaw/view?utm\\_content=DAEOB6YQ308&utm\\_campaign=designshere&utm\\_medium=link&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAEOB6YQ308/pBo3HaJ3ltWF9ktYcJhcaw/view?utm_content=DAEOB6YQ308&utm_campaign=designshere&utm_medium=link&utm_source=sharebutton)

## **5.2. Protocolo de coordinación con la entidad científica responsable para el seguimiento de los umbrales establecidos.**

El presente procedimiento se diseñó tomando como base lo establecido en la Resolución Ministerial N° 049 - 2020 - PCM: "Protocolo para la emisión de avisos, alertas y alarmas ante lluvias intensas y peligros asociados", que determina y orienta sobre las acciones que se aplicarán ante la posible activación de quebradas. Así tenemos:

### **5.2.1. Fase de monitoreo, pronóstico y emisión de avisos**

#### **A. Organismos involucrados y responsabilidades**

En el marco de sus competencias, corresponde a las siguientes entidades:

- a. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Senamhi, es responsable de:
  - Realizar el monitoreo y pronóstico de los peligros meteorológicos de manera permanente, confiable, oportuna y accesible a la población en general, basado en sistemas de observacionales hidrometeorológicos.
  - Determinar los umbrales de aviso para los mensajes de alerta y alarma.
  - Elaborar los avisos correspondientes en diferentes escalas temporales y espaciales.
  - Emitir y difundir los avisos sobre activación de la quebrada Pedregal para su respectivo análisis y oportuna aplicación por el COEN y COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica.

- b. Instituto de Defensa Civil, a través del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN es responsable de:
  - Centralizar, analizar y procesar la información meteorológica del Senamhi, sobre la activación de la quebrada Pedregal, para que se evalué la difusión de alertas o alarmas a la Municipalidad distrital de Lurigancho - Chosica, a través del Centro de Operaciones de Emergencia local.
  
- c. Centro de Operaciones de Emergencia local – COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica.
  - Centraliza, analiza y registra la información meteorológica del Senamhi, sobre la posibilidad de activación de la quebrada Pedregal.
  - Difunde el mensaje de alerta y alarma a las entidades de primera respuesta y a población de la quebrada Pedregal.

B. Insumos para el monitoreo y pronóstico

El Senamhi realiza el monitoreo, pronóstico y emisión de avisos utilizando los siguientes insumos:

- Datos de la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas y redes de terceros.
- Datos generados por el Sistema de Monitoreo de Movimientos en Masa potenciales generados por lluvias intensas (SILVIA).
- Datos de pronósticos de lluvias
- Datos de satélites meteorológicos.
- Datos de radares meteorológicos.
- Datos de umbrales de precipitación (pluviómetros), brinda información a nivel de horas y minutos.

- Datos de umbrales de saturación del suelo (higrómetros), brinda información a nivel de horas y minutos.
- Datos de umbrales de vibración (geófonos), brinda información a nivel de segundos.

El COEN centraliza, analiza y procesa la información emitida por el Senamhi utilizando los siguientes insumos:

- Aviso de corto plazo emitidos por el Senamhi.
- Tabla de distritos de posible activación de quebradas a nivel de Lima Metropolitana.

C. Acciones para la emisión de los avisos oficiales

En el marco de sus competencias, corresponde a las siguientes entidades:

- a. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Senamhi, para la emisión de avisos realiza las acciones siguientes:
  - Centraliza y procesa la información meteorológica de las plataformas, instrumentos y equipos instalados en la quebrada Pedregal.
  - Realiza el seguimiento, monitoreo permanente y pronóstico de lluvias intensas a nivel de la cuenca del río Rímac.
  - Elabora avisos que incluyan zonas de posible afectación a nivel de la cuenca media y baja del río Rímac, así como, recomendaciones generales.
  - Emite el aviso de la posible activación de la Quebrada Pedregal al COEN y al COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica.
  
- b. Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN para la emisión de avisos realiza las acciones siguientes:
  - Difunde el mensaje sobre la posible activación de la quebrada Pedregal al COEL de la Municipalidad de

Lurigancho – Chosica, a través del Módulo de prensa al correo electrónico y telefonía fija o móvil.

- Emite las recomendaciones a la población, a través del Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias – Sismate.

D. Productos de la emisión de los avisos oficiales

- Aviso de corto plazo, a cargo del Senamhi.
- Mensaje de SMS, a cargo del COEN a través del Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias - Sismate.

### **5.2.2. Fase de análisis de la información**

A. Organismos involucrados

En el marco de sus competencias, corresponde a las siguientes entidades:

- Instituto de Defensa Civil, a través del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN.
- Municipalidad de Lurigancho - Chosica, a través del Centro de Operaciones de Emergencia Local - COEL.

B. Insumos para el análisis de la información

El COEN a través del módulo monitoreo y análisis, centraliza, analiza y procesa la información emitida por el Senamhi, utilizando los siguientes insumos:

- Aviso de corto plazo emitidos por el Senamhi.
- Tabla de distritos de posible activación de quebradas a nivel de Lima Metropolitana.

El COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica, a través del Módulo de monitoreo y análisis, centraliza, analiza y registra la información emitida por el Senamhi y COEN, utilizando los siguientes insumos:

- Aviso de corto plazo emitidos por el Senamhi
  - Boletín con recomendaciones, emitido por el Módulo de Prensa del COEN.
- C. Acciones para el análisis de la información
- El COEN analiza los umbrales del mensaje de aviso del Senamhi e identifica las zonas de probable afectación.

### **5.3. Protocolo de Difusión y Comunicación de alerta y alarma**

#### **5.3.1. Objetivos**

A. Objetivo general

Facilitar la coordinación y el intercambio de la información sobre los avisos, alertas y alarmas con el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, el Centro de Operaciones de Emergencia Local – COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica y la población residente en la quebrada Pedregal

B. Objetivos específicos

- Contribuir con las medidas de preparación y respuesta ante el flujo de detritos en la quebrada Pedregal y a nivel del distrito de Lurigancho – Chosica
- Salvaguardar la vida de la población residente en la quebrada Pedregal.

#### **5.3.2. Alcance**

El presente protocolo comprende hasta la difusión y comunicación del aviso, alerta y alarma, a través de los recursos disponibles en la quebrada Pedregal a cargo del COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica, utilizando la información proporcionada por el COEN. Su aplicación es obligatoria para el COEL y la difusión debe llegar a toda la población que habita en la quebrada Pedregal.

### **5.3.3. Articulación con otros instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres**

El presente protocolo se articula con los siguientes documentos:

- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 -2021.
- Plan de Operaciones Emergencia de Lima Metropolitana.
- Protocolo para la emisión de avisos, alertas y alarmas ante lluvias intensas y peligros asociados.
- Estrategia de implementación del Sistema de Alerta Temprana ante Lluvias Intensas en la Cuenca del Rio Rímac.
- Plan de Operaciones de Emergencia Distrital de Lurigancho - Chosica.

### **5.3.4. Organismos involucrados**

En el marco de sus competencias, corresponde a las siguientes entidades:

- A. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Senamhi es responsable de:
  - Realizar el monitoreo y pronóstico de los peligros hidrometeorológicos de manera permanente.
  - Elaborar, emitir y difundir los avisos sobre lluvias intensas, crecida de ríos y posible activación de quebradas para su respectivo análisis y oportuna aplicación.
  
- B. Instituto de Defensa Civil, a través del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN es responsable de:
  - Centralizar, analizar y procesar la información hidrometeorológica recibida del Senamhi.
  - Proceder con la difusión de alertas y alarmas al Centro de Operaciones de Emergencia Local de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica.

- C. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a través del Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencia – Sismate es responsable de:
- Difundir la mensajería de aviso, alerta y alarma a la población residente sobre la activación de la quebrada Pedregal.
- D. Centro de Operaciones de Emergencia Local - COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica es responsable de:
- Difundir los avisos, el mensaje de alerta o alarma a las entidades de la Plataforma de Defensa Civil, organizaciones vecinales y población de la quebrada Pedregal.
- E. Junta Vecinal de la quebrada Pedregal es responsable de:
- Prepararse para activar el Protocolo de Evacuación por flujo de detritos.

#### **5.3.5. Nivel de peligro, umbrales y forma de difusión**

Los umbrales son valores numéricos que se obtienen en base a datos históricos y cálculos matemáticos que se utilizan para establecer el nivel de peligro.

De acuerdo con la información registrada en la estación automática Chosica (más cercana a la microcuenca de la quebrada Pedregal). Se obtuvo los umbrales de precipitación, que ha sido caracterizada en base a sus datos de precipitación acumulada en 24 horas.

**Tabla 81***Umbral de precipitación para la estación Chosica*

Nivel de peligro	Umbral	Caracterización	Umbrales calculados para estación Chosica	Forma de difusión
Extremo	RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 18,3 mm	Alarma
	95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	6,0 mm < RR < 18,3 mm	
Fuerte	90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	5,0 mm < RR < 6,0 mm	Alerta
Moderado	75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	2,5mm < RR < 5,0 mm	Aviso

Fuente: Elaboración propia. Adaptado del Senamhi, 2019.

**5.3.6. Estructura de mensaje de alerta y alarma**

Para la difusión y comunicación de los mensajes de alerta y alarma tendrán la estructura siguiente:

**A. Mensaje de alerta**

Mensaje sonoro de las bocinas: Un toque por un minuto

Significa alerta para que se prepare la población para la evacuación, los miembros de la Junta Vecinal, las cuatro brigadas y a los Voluntarios de Emergencia y Rehabilitación residentes en la quebrada Pedregal.

**Tabla 82***Mensaje de alerta*

Localización del evento	Descripción del peligro	Recomendación	Emisor del mensaje	Receptor del mensaje
Quebrada Pedregal, distrito de Lurigancho - Chosica	Peligro inminente de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).	Emisión de Alerta	Estación de activación  (ubicación: COEL Lurigancho - Chosica)	Estación de alarma  (Ubicación: quebrada Pedregal)

Fuente: Elaboración propia.

B. Mensaje de alarma

Mensaje sonoro de las bocinas: Dos toques de un minuto separado uno de otro

Significa alarma para evacuar (la población que se encuentra en las de muy alto riesgo procede a evacuar hacia las zonas seguras).

**Tabla 83**

*Mensaje de alarma*

Localización del evento	Descripción del peligro	Recomendación	Emisor del mensaje	Receptor del mensaje
Quebrada Pedregal, distrito de Lurigancho - Chosica	Peligro de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).	Emisión de Alarma	Estación de activación (ubicación: COEL Lurigancho - Chosica)	Estación de alarma (Ubicación: quebrada Pedregal)

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.7. Procedimiento para la difusión y comunicación de alerta y alarma

**Tabla 84**

*Procedimiento para la difusión y comunicación de la alerta y alarma.*

Fase	Acciones	Responsable	Insumo	Acciones	Producto
1	Monitoreo, pronóstico y emisión de avisos	Senamhi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Datos de la Red Nacional de Estaciones meteorológicas y redes de terceros</li> <li>▪ Satélites meteorológicos</li> <li>▪ Radares meteorológicos</li> <li>▪ Simulaciones y pronósticos numéricos meteorológicos</li> </ul>	<p>Realizar el seguimiento, monitoreo permanente y pronósticos de lluvias intensas.</p> <p>Emitir avisos de lluvias intensas al COEN Y COEL, de plazo extendido, plazo corto, plazo muy corto y plazo inmediato.</p>	<p>Avisos meteorológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plazo extendido</li> <li>▪ Corto plazo</li> <li>▪ Muy corto plazo</li> <li>▪ Plazo inmediato.</li> </ul>
2	Análisis de la información	INDECI - COEN	<p>Aviso de precipitaciones (lluvias) de muy corto plazo.</p> <p>Aviso de precipitaciones (lluvias) de plazo inmediato.</p>	<p>El COEN a través del Módulo de monitoreo y análisis realiza la:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de las zonas de probable afectación en el distrito de Lurigancho - Chosica.</li> <li>▪ Comunica al módulo de Monitoreo y análisis del COEL de Lurigancho – Chosica, la información sobre las lluvias intensas a efecto de que tomen las acciones pertinentes.</li> </ul>	<p>Aviso de precipitaciones (lluvias) de muy corto plazo. Uso de medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medios básicos (radio, celular, Red Digital de Sistemas Integrados – RDSI, otros)</li> <li>▪ Medios alternos (REDSAT, otros).</li> <li>▪ Correo electrónico al COEL Lurigancho - Chosica.</li> </ul>
3	Emisión de Alerta	INDECI - COEN	<p>Aviso de precipitaciones (lluvias) de plazo extendido</p>	<p>El COEN a través del Módulo de monitoreo y análisis realiza la:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emisión de alerta de peligro inminente de movimientos en masa al módulo de</li> </ul>	<p>COEN al COEL Lurigancho – Chosica:</p> <p>Alerta de peligro inminente de movimientos en masa</p>

Fase	Acciones	Responsable	Insumo	Acciones	Producto
3	Emisión de Alerta	COEL de Lurigancho – Chosica	<p>Aviso de precipitaciones (lluvias) de corto plazo.</p> <p>Alerta de peligro inminente de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).</p>	<p>Monitoreo y análisis del COEL de Lurigancho – Chosica, a efecto de que tomen las acciones pertinentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Delimita el área de emergencia mediante la creación de un polígono de la quebrada Pedregal y envía la alerta de peligro inminente de movimientos en masa a la Plataforma Inteligente de Alertas (PIA) del Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencia – Sismate, a cargo del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</li> </ul> <p>Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), a través del Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencia – Sismate es responsable de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir la mensajería de alerta a la población residente en la quebrada Pedregal, utilizando. difusión de mensajes Cell Broadcast y SMS.</li> </ul> <p>El Módulo de monitoreo y análisis del COEL de Lurigancho - Chosica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presiona el botón manual de activación del Módulo de Activación de la “Estación de activación” y envía la señal de alerta de prepararse para la evacuación al Módulo de Alarma<sup>3</sup> de la quebrada Pedregal.</li> </ul>	<p>(flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes). Uso de medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medios básicos</li> <li>Medios alternos.</li> </ul> <p>COEN – MTC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Difusión de Mensajes Cell Broadcast y SMS, a los residentes de la quebrada Pedregal.</li> </ul> <p>COEL de Lurigancho – Chosica a la quebrada Pedregal:</p> <p>Alerta de preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un toque por un minuto, significa alerta a la población para que se preparen, a los miembros</li> </ul>

<sup>3</sup> Módulo de Alarma: Modulo desarrollado que recibe la señal del Módulo de activación y tiene audio pregrabado.

Fase	Acciones	Responsable	Insumo	Acciones	Producto
3	Emisión de Alerta	COEL de Lurigancho – Chosica	Alerta de peligro inminente de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).	<p>Módulo de comunicación del COEL de Lurigancho - Chosica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunica el mensaje de alerta al Secretario General de la Junta Vecinal y el responsable de la GRD de la quebrada Pedregal.</li> <li>▪ Comunica la alerta a los miembros de la Plataforma de Defensa Civil y a los miembros del Grupo de Trabajo de la GRD de la Municipalidad distrital de Lurigancho - Chosica.</li> <li>▪ Proporciona la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mapa de peligrosidad por flujo de detritos.</li> <li>○ Mapa de rutas de evacuación y puntos de reunión.</li> <li>○ Lista de contacto de la Junta Vecinal, las brigadistas de emergencia comunitaria y los voluntarios de emergencia y rehabilitación residentes en la quebrada Pedregal.</li> <li>○ Lista de contacto del Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres y la Plataforma de Defensa Civil.</li> <li>○ Lista de empadronamiento de las personas e infraestructuras que podrían ser afectadas.</li> </ul> </li> </ul> <p>Junta Vecinal de la quebrada Pedregal (en caso no llegue la señal automática del Módulo de Activación del COEL) deberá:</p>	<p>de la Junta Vecinal, a las cuatro brigadas y a los Voluntarios de Emergencia y Rehabilitación residentes en la quebrada Pedregal.</p> <p>COEL de Lurigancho – Chosica a la quebrada Pedregal:</p> <p>Alerta de preparación</p>

Fase	Acciones	Responsable	Insumo	Acciones	Producto
4	Emisión de Alarma	INDECI - COEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alarma de peligro de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Activar de forma manual el Módulo de Alarma<sup>4</sup> de la quebrada Pedregal.</li> </ul> <p>Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal deberá: Comunicarse y coordinar con los responsables de las 04 Brigadas de Emergencia Comunitaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brigada de evacuación, búsqueda y rescate.</li> <li>Brigada de primeros auxilios.</li> <li>Brigada Contra incendios.</li> <li>Brigada de apoyo solidario.</li> </ul> <p>Brigadas de Emergencia Comunitaria deberán realizar el:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alistamiento de los recursos locales disponibles y del personal entrenado.</li> </ul> <p>Jefe/Jefa de familia deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Iniciar a prepararse para la evacuación ante el peligro inminente de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes).</li> </ul> <p>El COEN a través del Módulo de monitoreo y análisis realiza la:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emisión de alarma de peligro de movimientos en masa al módulo de Monitoreo y análisis del COEL de Lurigancho – Chosica, a efecto de que tomen las acciones pertinentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un toque por un minuto, significa alerta a la población para que se preparen, a los miembros de la Junta Vecinal, a las cuatro brigadas y a los Voluntarios de Emergencia y Rehabilitación residentes en la quebrada Pedregal.</li> </ul> <p>COEN al COEL Lurigancho – Chosica:</p> <p>Alarma de peligro de movimientos en masa (flujo de detritos, caídas de roca, derrumbes). Uso de medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medios básicos</li> </ul>

<sup>4</sup> Propuesta de ubicación: Local Comunal de la quebrada Pedregal.



Fase	Acciones	Responsable	Insumo	Acciones	Producto
				<p>y el responsable de la GRD de la quebrada Pedregal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunica la alarma de peligro movimientos en masa a los miembros de la Plataforma de Defensa Civil y a los miembros del Grupo de Trabajo de la GRD de la Municipalidad distrital de Lurigancho - Chosica.</li> </ul> <p>Junta Vecinal de la quebrada Pedregal (en caso no llegue la señal automática del Módulo de Activación del COEL) deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Activar de forma manual el Módulo de Alarma de la quebrada Pedregal.</li> </ul> <p>Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal reitera: La activación del Protocolo de Evacuación a los responsables de las 04 Brigadas de Emergencia Comunitaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Brigada de evacuación, búsqueda y rescate.</li> <li>○ Brigada de primeros auxilios.</li> <li>○ Brigada Contra incendios.</li> <li>○ Brigada de apoyo solidario.</li> </ul> <p>Brigadas de Emergencia Comunitaria inician el proceso de evacuación, según Protocolo.</p> <p>Jefe/Jefa de familia inician la evacuación, según Protocolo.</p>	se encuentra en las zonas de muy alto riesgo.

Fuente: Elaboración propia

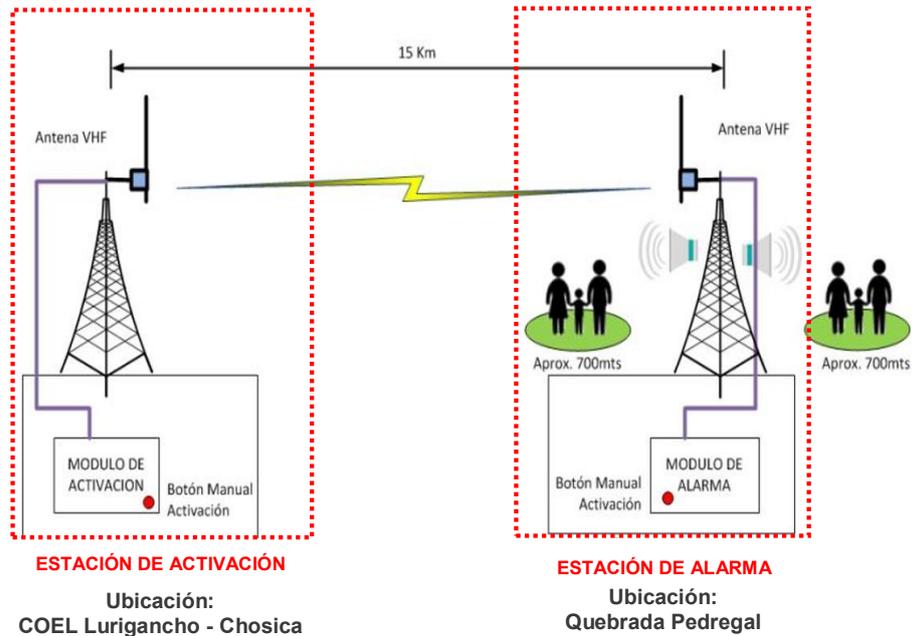
### 5.3.8. Equipamiento para la implementación del Protocolo de Difusión y evacuación

**Tabla 85**

*Equipamiento para la implementar el Protocolo*

Módulos	Equipamiento
Estación de activación	<p>Transceptor VHF: en modo radio modem, 45W            Antena: VHF para exterior, enlace punto – punto (15Km).            Fuente de Poder Transceptor            Cable RF: Coaxial De baja perdida.            Módulo de Activación: Desarrollado para la activación remota de la estación de alarma.            Interface: Data Interface cable compatible con radio            Switch: Cuatro puertos.            UPS: Capacidad de 2Kva / 1.8Kw.            Gabinete contenedor de equipamiento</p>
Estación de alarma	<p>Transceptor VHF: en modo radio modem, 45W            Antena VHF: para exterior, enlace punto - punto 15Km            Fuente de poder Transceptor.            Cable RF: Coaxial de baja perdida.            Módulo de Alarma: Modulo desarrollado que recibe la señal del Módulo de activación y tiene audio pregrabado.            Interface: Data Interface cable compatible con radio.            Amplificador de audio: potencia de 2000W, impedancia 4 – 8 ohm            Bocinas: tipo electrónica de 600W, 16ohm            Cable de audio: Apantallado, de baja pérdida.            UPS: Capacidad de 3000Kva.            Gabinete contenedor de equipos            Módulo de Activación de energía: relé de estado solido            Torre: 30mts ventada, Instalada en el 2do. Nivel            Baliza: indicador de luz para la torre</p>

Fuente: Elaboración propia, adaptado del INICTEL-UNI, 2019.



**Imagen 49.** Ubicación de la estación de activación y estación de alarma  
Fuente: Elaboración propia, adaptado del INICTEL-UNI, 2019.

### 5.3.9. Recursos para la implementación del Protocolo de difusión y comunicación

Dentro de la estrategia financiera para la gestión del riesgo de desastres, se cuenta con las siguientes fuentes de financiamiento para la implementación de las acciones de difusión y comunicación contenidas en el presente protocolo y que se detallan a continuación:

- Programa Presupuestal 0068 - MEF
- Fondos del propio pliego
- Participación ciudadana
- FONDES
- Cooperación nacional e internacional

## 5.4. Protocolo de Evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos.

### 5.4.1. Objetivos

#### A. Objetivo general

Salvaguardar la vida de los residentes de la quebrada Pedregal que se encuentren en peligro inminente y expuestos a los efectos dañinos de la ocurrencia de flujo de detritos

#### B. Objetivos específicos

- Definir las acciones y actividades de intervención inicial que se ejecutarán ante la ocurrencia de flujo de detritos.
- Ejecutar el Plan Familiar de Emergencias y desarrollar la evacuación de la población hacia las zonas seguras previamente establecidas, poniendo en prácticas las actividades de respuesta en la intervención inicial en base a la autoayuda.
- Identificar las zonas seguras, puntos de reunión y rutas de evacuación en la quebrada Pedregal.

#### **5.4.2. Alcance**

El presente protocolo de evacuación es de aplicación obligatoria para el Centro de Operaciones de Emergencia Local de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica, los integrantes de la Junta Vecinal, las Brigadas Comunitarias de Emergencia y los residentes de la quebrada Pedregal. Así como de los integrantes del Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad y de la Plataforma de Defensa Civil del distrito.

#### **5.4.3. Articulación con otros instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres**

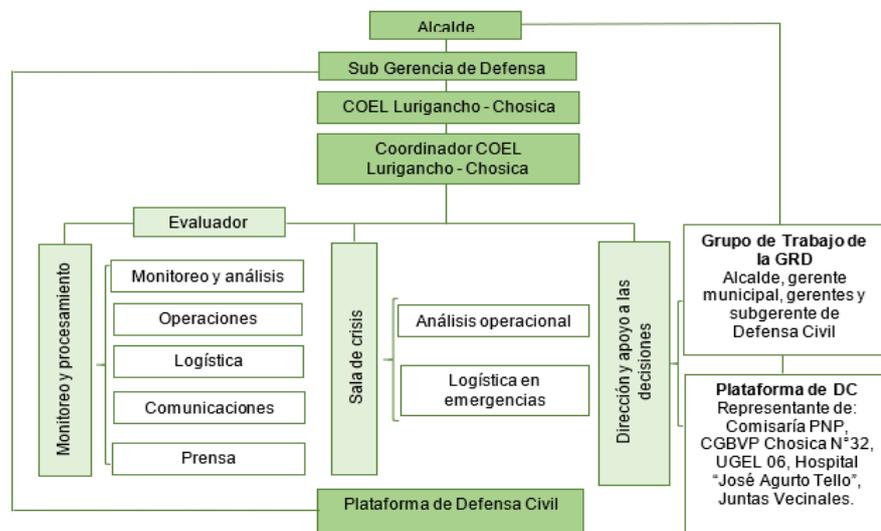
El presente protocolo se articula con los siguientes documentos:

- Plan de Operaciones de Emergencia Distrital del distrito de Lurigancho – Chosica.
- Plan de Operaciones Emergencia de Lima Metropolitana.
- Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014 -2021.

#### 5.4.4. Organización para la respuesta en caso de emergencias

Ante una emergencia por peligro inminente o desastre, la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica está organizada de la siguiente manera:

- A. Grupo de Trabajo de la Gestión del Riesgo de desastres (GTGRD) es quien coordina los procesos de preparación, respuesta, y rehabilitación del SINAGERD.
- B. Plataforma Distrital de Defensa Civil (PDDC), el Alcalde en su calidad de presidente es el responsable de convocar a todos los miembros de la PDDC en estricta observancia del principio de participación en los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación del SINAGERD.
- C. Centro de Operaciones de Emergencias Distrital (COEL) es un órgano de la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica que debe operar de forma continua para el monitoreo emergencias, desastres y peligros; y en la gestión de la información para que las autoridades del sistema puedan tomar decisiones oportunas.



**Imagen 50.** Organización del COEL de Lurigancho – Chosica

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Centro de Prevención y Reducción del Riesgo – Predes, 2019.

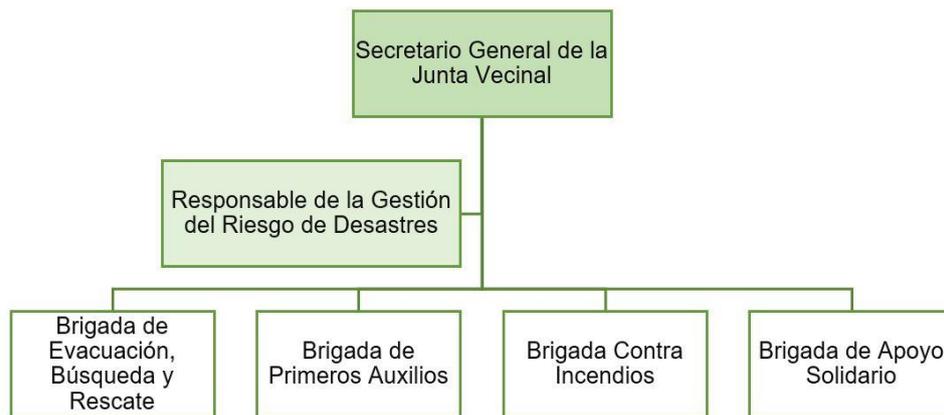
D. La Junta de Delegados Vecinales es un órgano de coordinación integrado por los representantes de las agrupaciones urbanas y rurales del distrito y están organizadas principalmente como Juntas Vecinales. Es preciso señalar que la participación de las juntas vecinales comunales se encuentra regulada en el artículo 197° de la Constitución Política del Estado.

A continuación, se presenta la organización de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal:

- Secretario General
- Secretario de Actas
- Secretario de Economía
- Fiscal
- Responsable de la Gestión de Riesgos (propuesta del presente trabajo de investigación aplicada)

E. Brigadas de Emergencia Comunitaria se denomina a un grupo de personas constituidas voluntariamente para apoyar en las acciones de Intervención Inicial en la quebrada Pedregal, ante la ocurrencia de un evento adverso; y que han recibido una formación general teórico – práctico para este fin.

La presente investigación propone la creación de 4 brigadas que representan el órgano operativo de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal, están integradas por los pobladores y sus actividades están orientadas al desarrollo de acciones en preparación y respuesta a emergencias ante flujos de detritos. A continuación, se muestra la organización:



**Imagen 51.** Propuesta de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal

Fuente: Elaboración propia

La organización y la asignación de responsabilidades a nivel comunitario permiten la preparación y coordinación para la intervención inicial en el proceso de evacuación por flujo de detritos en la quebrada Pedregal.

**Tabla 86**

*Niveles de responsabilidad*

Nivel	Cargo	Responsabilidad	Reporta
1° nivel	Secretario General de la Junta Vecinal	Responsable de la conducción y planificación de la emergencia: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Activar la sirena de forma manual-redundancia</li> <li>▪ Establecer los mecanismos de comunicación entre las Brigadas de Emergencias comunitaria y con el COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica.</li> </ul>	Al COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica
2° nivel	Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres	Responsable del análisis operacional: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desarrollar la evaluación preliminar durante las primeras 8 horas (EDAN preliminar) con la colaboración de los miembros de la Junta Vecinal y voluntarios de emergencia y rehabilitación (VER) residentes en la quebrada Pedregal.</li> </ul>	Al Secretario de la Junta Vecinal
3° nivel	Brigada de evacuación, búsqueda y rescate	Responsable del módulo y actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluar y movilizar a la población a puntos de reunión o zonas seguras.</li> </ul>	Al responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres

Nivel	Cargo	Responsabilidad	Reporta
3° nivel	Brigada de primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar e iniciar procesos de rescate de las víctimas atrapadas, considerando las capacidades desarrollada.</li> </ul> Responsable del módulo y actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar, evaluar y prestar asistencia de primeros auxilios, así como estabilizar y trasladar a las víctimas por la emergencia a zonas seguras.</li> </ul> Responsable del módulo y actividades:	Al responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres
3° nivel	Brigada Contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Atender el incendio considerando las capacidades desarrolladas, coordinar con otras instituciones de apoyo e informar.</li> </ul> Responsable del análisis operacional: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar y empadronar a las familias damnificadas y grupos vulnerables.</li> </ul>	A la Compañía de Bomberos Chosica N°32.
3° nivel	Brigada de apoyo solidario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organizar ollas comunes a través de grupos para una buena asistencia alimentaria.</li> <li>▪ Coordinar la instalación de albergues o módulos de viviendas temporales.</li> </ul>	Al responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres

Fuente: Elaboración propia. Adaptado del Centro de Prevención y Reducción del Riesgo – Predes, 2019.

#### 5.4.5. Protocolo de evacuación alineada a la Intervención Inicial

Las tareas y actividades de intervención inicial serán desarrolladas por la población de la quebrada Pedregal y coordinadas con el Centro de Operaciones de Emergencia Local- COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica.

**Tabla 87**

*Protocolo de evacuación alineada a la Intervención Inicial*

Momento	Tarea	Actividades	Responsables	Apoyo
Momento 0	Sonido de las bocinas.	<p>Se han establecido como alarma dos toques del equipo sonoro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alerta</li> </ul> <p>Un toque por un minuto, significa alarma a la población para que se preparen, a los miembros de la Junta Vecinal, a las cuatro brigadas y a los Voluntarios de Emergencia y Rehabilitación residentes en la quebrada Pedregal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarma</li> </ul> <p>Dos toques de un minuto separado uno de otro, significa alarma para evacuar la población que se encuentra en las de muy alto riesgo.</p>	COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica	<p>Activar las bocinas de forma manual (Control redundante)</p> <p>Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres</p> <p>Secretario General de la Junta Vecinal</p>
	Evacuación	<p>Se inicia el protocolo de evacuación por movimientos en masa (flujo de detritos).</p> <p>Lograr que la población pueda evacuar de forma organizada hacia las zonas seguras, ayudando en el proceso a la población más vulnerable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las viviendas que se encuentren en las zonas de riesgo bajo pueden ubicarse en una zona segura dentro de la vivienda.</li> <li>▪ Poner en práctica el Plan Familiar de Emergencia.</li> <li>▪ Asegurarse al momento de evacuar, bajar la cuchilla de fluido eléctrico, palanca de gas, asegurar la vivienda y tener la mochila de emergencia.</li> <li>▪ Iniciar el proceso de evacuación de manera organizada por las rutas preestablecidas en la imagen N°25, hacia las zonas seguras o puntos de reunión definidas en el mapa de evacuación.</li> </ul>		Jefe/Jefa de familia
Momento 1	Activación de la Intervención Inicial			
	Tiempo Hasta 10 minutos			

Momento	Tarea	Actividades	Responsables	Apoyo
Momento 1 Intervención inicial	Búsqueda y rescate	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las Brigadas de emergencia comunitarias ayudan a la población más vulnerable en el proceso de evacuación (infantes, adultos mayores, personas con discapacidad, gestantes, personas con enfermedades crónicas).</li> <li>▪ Garantizar la permanencia de la población en las zonas seguras.</li> </ul> <p>Acciones que se desarrollan a través de la respuesta de grupos comunitarios organizados y capacitados (brigadas de emergencia comunitarias), con los recursos humanos y materiales disponibles en la quebrada Pedregal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los jefes de cada hogar verificarán si algún integrante de la familia se encuentra desaparecido.</li> <li>▪ La Brigada de evacuación, búsqueda y rescate procederá a identificar y señalar las zonas de alto riesgo.</li> <li>▪ Realizar labores iniciales de búsqueda, identificación y si las condiciones permiten, rescate de personas atrapadas, sin exponer sus vidas.</li> <li>▪ Las personas rescatadas serán llevadas a las zonas seguras o puntos de reunión establecidos por las Brigadas de Primeros Auxilios, para su posterior atención.</li> <li>▪ Recoger y entregar información a los organismos de Primera Respuesta (Bomberos, Policía, Salud, entre otros), sobre las acciones desarrolladas, personas rescatadas, así como de la ubicación probable de las personas atrapadas.</li> </ul>	Responsable de la Brigada de evacuación, búsqueda y rescate	Miembros de la brigada.
Momento 1 Intervención inicial	Primeros auxilios	<p>Brindar los primeros auxilios básicos a las personas que hayan resultado heridas en el proceso de evacuación, así como a las personas que hayan sufrido lesiones por el colapso de infraestructura o materiales y que han sido rescatadas por las Brigadas de evacuación, búsqueda y rescate.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movilizar a las personas que se encuentren en riesgo hacia la zona segura o puntos de reunión y brindar la asistencia necesaria.</li> <li>▪ Identificar y clasificar a las personas heridas de acuerdo a su gravedad</li> <li>▪ Si se cuentan con los materiales necesarios, tratar las lesiones, como heridas, fracturas, cortes y otras de menor consideración.</li> <li>▪ Hacer el triaje correspondiente para determinar la gravedad de las personas lesionadas con la finalidad de priorizar su atención.</li> <li>▪ Si se ha identificado que han resultado personas con lesiones graves, coordinar rápidamente con los organismos de Primera Respuesta o en su defecto, movilizar a la persona herida al centro de salud más cercano, sin agravar su estado.</li> <li>▪ Informar a los organismos de Primera Respuesta sobre las acciones desarrolladas.</li> </ul>	Responsable de la Brigada de Primeros auxilios	Miembros de la brigada

Momento	Tarea	Actividades	Responsables	Apoyo
	Control de eventos secundarios	<p>Acciones que se desarrollan a través de la respuesta de grupos comunitarios organizados y capacitados (brigadas), con los recursos humanos y materiales disponibles, para el control de eventos que se desencadenen como efectos secundarios de un peligro o por fenómenos generados por la acción humana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Respuesta de grupos comunitarios organizados</li> <li>▪ Realizar labores primarias de extinción de incendios, para evitar su propagación, sin exponerse al mismo.</li> <li>▪ Desarrollar acciones para el control de fugas de gas y otros eventos como, cortos circuito, drenaje de aguas estancadas, control de fugas de agua, entre otros, con los implementos de seguridad necesarios, sin poner en riesgo su vida.</li> <li>▪ Recoger y entregar información a los organismos de primera respuesta o al COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica.</li> <li>▪ Establecer mecanismos de comunicación entre las Brigadas de Emergencias de la Comunidad y con el COEL de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica, a través del uso de celulares, radios Handys. Mediante estos equipos se mantendrá comunicados los diferentes jirones y/o calles de la quebrada Pedregal, las cuatro brigadas con el COEL.</li> <li>▪ Informar a través de los medios de comunicación disponibles, las acciones que se vienen desarrollando en la Comunidad al Centro de Operaciones de Emergencias Locall - COEL o en su defecto a los Organismos de Primera Respuesta (Policía, Salud, entre otros).</li> </ul>	Responsable de la Brigada Contra incendios	Miembros de la brigada
Momento 1 Activación de la intervención inicial	Apoyo solidario	<p>Albergar a las familias damnificadas en locales públicos o infraestructura (comedores populares, locales comunales, entre otros), que no hayan sufrido afectación por el desastre, sobre todo a las poblaciones más vulnerables.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Familiares de acogida: Brindar cobijo a las familias damnificadas en viviendas de familiares o personas con las que comparten lazos históricos, religiosos o de otra índole, ubicadas en comunidades vecinas o sectores no afectados.</li> <li>▪ Refugios improvisados de emergencia: Utilizar plásticos, frazadas, sábanas, cortinas o telas, para improvisar refugios en los que la población pueda pasar la noche y puedan protegerse de la inclemencia del clima, utilizando palos, maderas y otros elementos.</li> </ul> <p>Ollas Comunes</p>	Secretario General de la Junta Vecinal de la quebrada Pedregal	Miembros de la Junta Vecinal
			Responsable de la Brigada de Apoyo Solidario	Miembros de la brigada

Momento	Tarea	Actividades	Responsables	Apoyo
Protección de grupos vulnerables	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalación de ollas comunes, utilizando los artículos que se puedan recuperar o con el apoyo de familias que no fueron afectadas, para la preparación de alimentos que se puedan juntar de todas las familias.</li> <li>▪ Identificar edificaciones que no hayan sufrido afectaciones, para acceder a los tanques o reservorios que cuenten con agua para beber y el abastecimiento de las ollas comunes.</li> </ul>	Garantizar el bienestar de personas en emergencias, que tengan características específicas y que requieran atención especial (infantes, gestantes, personas con enfermedades preexistentes, adultos mayores, personas con discapacidad, entre otros).	Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres	Miembros de la Junta Vecinal
Evaluación Rápida de los Daños y Necesidades (EDAN)	<p>Elaborar un reporte rápido de los daños y las necesidades generadas en la quebrada Pedregal, proporcionando esta información al COEL de la Municipalidad de Lurigancho - Chosica (hacer uso del Formulario N° 1: Evaluación Rápida del EDAN Perú).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La Junta Vecinal de la quebrada Pedregal, con el apoyo de las Brigadas Comunitarias de Emergencia, evaluarán los daños presentados y harán un registro en base a lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vida y Salud: Lesionados (Heridos), personas atrapadas, personas aisladas, desaparecidos, fallecidos.</li> <li>• Daños en el servicio de energía.</li> <li>• Infraestructura: Viviendas, vías de comunicación, muros de contención.</li> </ul> </li> <li>▪ Identificar las actividad o tareas prioritarias que se deben desarrollar como parte de la respuesta a la emergencia, así como las necesidades por atender: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda y Rescate, evacuación, atención de salud, evaluación de daños, medidas de control, entre otros</li> <li>• Atención con bienes de ayuda humanitaria, maquinaria pesada, entre otros.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La Junta Vecinal de la quebrada Pedregal, con el apoyo de las Brigadas Comunitarias de Emergencia, evaluarán los daños presentados y harán un registro en base a lo siguiente:</li> </ul>	Responsable de la Gestión del Riesgo de Desastres	<p style="text-align: center;">+</p> <p>Voluntarios de emergencia y rehabilitación (VER) residentes en la quebrada Pedregal.</p>

Mo me nto	Tare a	Actividades	Responsables	Apoyo
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La Junta Vecinal sistematizará la información y elabora el informe de daños (Formulario N° 1: Evaluación Rápida del EDAN Perú), complementando toda la información requerida y lo remitirá al Centro de Operaciones de Emergencia Local – COEL Lurigancho – Chosica.</li> <li>▪ Se mantendrá coordinación permanente con el COEI de la Municipalidad de Lurigancho – Chosica para brindar la información sobre la evolución de la emergencia, a través del uso de celulares, radios Handys.</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia, adaptado del Centro de Prevención y Reducción del Riesgo – Predes, 2019.

#### 5.4.6. Localización geográfica de las zonas seguras o puntos de reunión

**Tabla 88**

*Localización de zonas seguras o puntos de reunión.*

Zona Segura	Lugar	Área (m <sup>2</sup> )	Aforo <sup>5</sup> (1persona a/ 0.36m <sup>2</sup> )	Uso	Coordenadas UTM Zona 18	
					Este	Norte
001	Av. José Santos Chocano	564	1,567 personas	Punto de reunión	314650.547	8680913.305
002	cerca de una Institución Educativa Inicial	1,280.79	3,558 personas	Punto de reunión (presenta desnivel que evidencia depósitos de flujos antiguos)	314636.649	8680849.461
003	Colina a la Vía Principal	4,135.17	11,487 personas	Punto de reunión (requiere evaluación geotécnica detallada)	314601.345	8680889.520
004	Losa Deportiva	1,403	3,897 personas	Zona segura / Alberge	314471.676	8679917.999
005	Estadio de fútbol "Martín Yupanqui – San Miguel de Pedregal"	3,444.60	9,568 personas	Punto de reunión (afectado por un huaico, 1987)	314690.425	8679639.961
006	Asociación Centro Comercial "Virgen de Lourdes"	3,075	8,542 personas	Punto de reunión	314992.516	8679600.113
007	Parque Central de Chosica	28,380.433	78,835 personas	Zona segura / Alberge	315222.707	8679922.236

Fuente: Elaboración propia, adaptado de la Propuesta verificada y validada en campo, INDECI, 2019.

<sup>5</sup> Para determinar el aforo de las zonas seguras, se considera que una persona en condiciones normales debe contar con un espacio de 1m<sup>2</sup>. Sin embargo, en emergencias se puede considerar un área de 0.36m<sup>2</sup> y como mínimo 0.25 m<sup>2</sup>, Indeci, 2015.

## 5.4.7. Equipamiento para la implementación del Protocolo de evacuación

**Tabla 89**

*Equipamiento para la implementar el Protocolo.*

Tareas	Equipamiento
Sonido de las sirenas	Sirenas acústicas (sonido y voz) de gran capacidad y luces estroboscópicas <sup>6</sup> Torres cuentan con energía autónoma (solar/UPS/Batería) Megáfono Señalética para las rutas de evacuación Señalética para las zonas seguras o puntos de reunión Silbato
Evacuación, búsqueda y rescate	Linternas de largo alcanza para rescate Mochila para emergencia Chalecos Cinta de seguridad de zona de riesgo Herramientas (pico, carretilla, pala) Camillas Cascos Maletín de abordaje equipado (detalle de contenido) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema Spider para camilla</li> <li>- Collarín cervical</li> <li>- Estetoscopio y tensiómetro</li> <li>- Juego de férulas neumáticas</li> <li>- Linterna de auscultamiento</li> <li>- Guantes x 100</li> <li>- Alcohol x 1 litro</li> <li>- Agua oxigenada x 1 litro</li> <li>- Alcohol Yodado x 1 litro</li> </ul>
Primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mascarilla de RCP</li> <li>- Esparadrapo</li> <li>- Mascarillas x 50 unidades</li> <li>- Vendas largas 8" x 5 yardas</li> <li>- Vendas cortas 5" x 5 yardas</li> <li>- Cabestrillo</li> <li>- Sulfamed en polvo x 10 gramos</li> <li>- Termómetro oral</li> <li>- Tijera clínica</li> <li>- Gasas 10 cm x 10 cm</li> <li>- Gasas 7.5 cm x 7.5 cm</li> <li>- Algodón de 100 gr</li> </ul>
Control de eventos secundarios	Extintores PQS 12 kG
Comunicación en emergencias	Radio portátil (Handy)

<sup>6</sup> Tienen cobertura acústica de 1.5 Km. de radio, activada en forma remota desde el COEN.

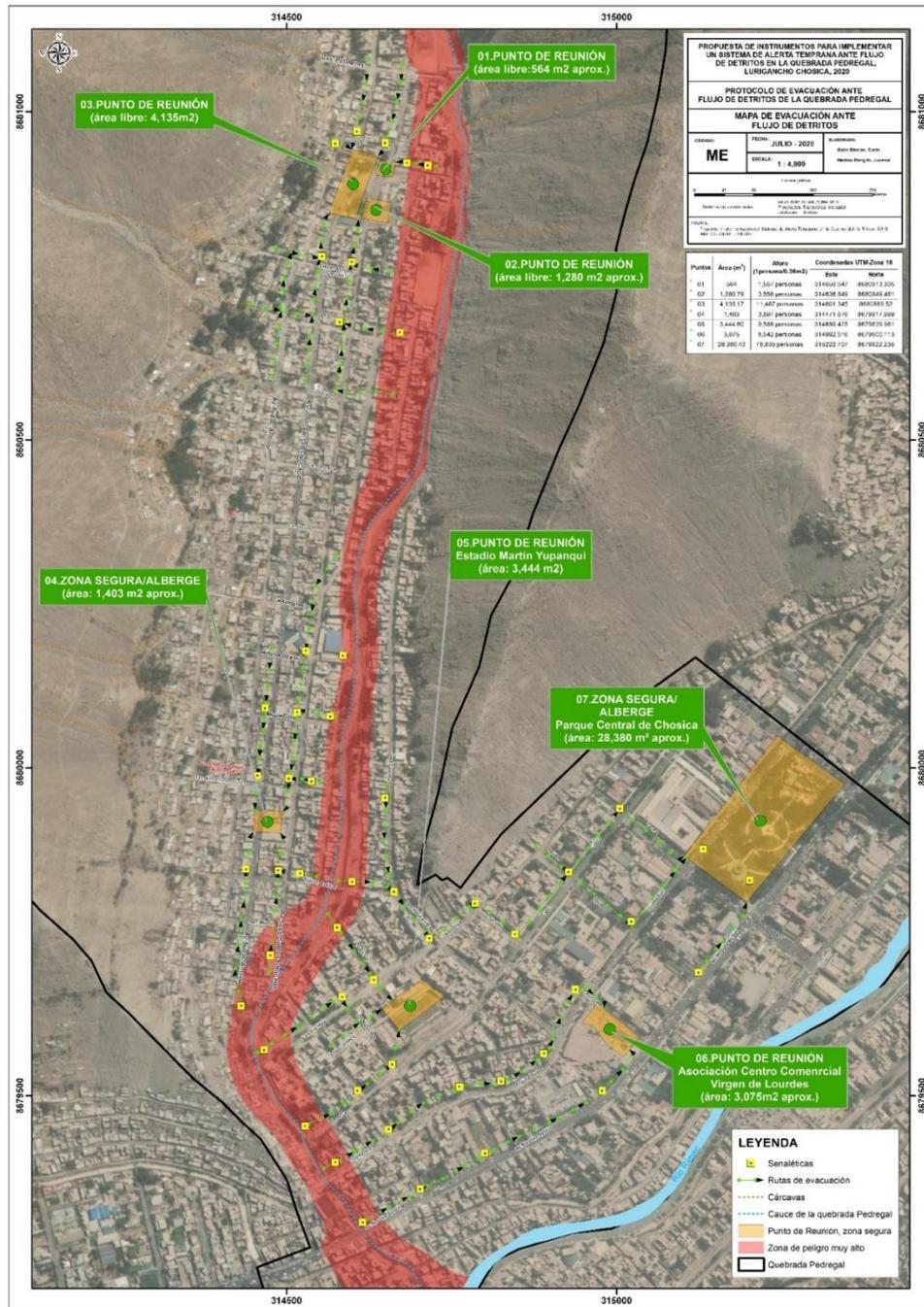
Tareas	Equipamiento
Apoyo solidario	Luz de emergencia
	Cable de extensión 10 m.
	Carpas
	Estructura de carpas
	Artículos no alimentarios (ollas, cucharones, cocinas, vasos, utensilios de cocina)
	Kit de higiene
	Kit de abrigo
	Mascarillas NK95
	Alcohol de 70° líquido o en gel.
	Barril para agua (color azul con tapa negra)
Evaluación Rápida de los Daños y Necesidades (EDAN)	Tableros
	Formatos de EDAN preliminar
	Lapiceros

Fuente: Elaboración propia.

#### **5.4.8. Recursos para la implementación del Protocolo de evacuación**

Los gastos que demande la implementación de las acciones de evacuación del presente protocolo, deberán ser cubiertos con el aporte de los pobladores residentes de en la quebrada Pedregal, cooperación y de la Municipalidad Distrital de Lurigancho - Chosica, éste último deberá fijar una partida dentro de la meta presupuestaria PPR 0068 Programa para la Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres – PREVAED, para que se pueda disponer e implementar acciones de respuesta frente a emergencias que surjan en la quebrada Pedregal.

### 5.4.9. Mapa de evacuación



**Imagen 52.** Mapa de evacuación ante flujo de detritos

Fuente: Adaptado de INDECI

## **Conclusiones**

1. El SAT ante flujo de detritos en la quebrada Pedregal no fue implementado plenamente, los instrumentos instalados no cubren las necesidades de los 4 componentes, lo que influye en la escasa participación comunitaria y la falta de articulación entre la autoridad local con la entidad técnico científica responsable del seguimiento de los umbrales establecidos.
2. El nivel de conocimiento y valoración del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos es limitado, lo que se ve reflejado en la creciente ocupación de zonas de muy alto riesgo ante movimientos en masa en la quebrada.
3. Se determinó que no existen mecanismos apropiados que estén operativos en la actualidad para el monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal.
4. Se determinó que no existe mecanismo de comunicación apropiados que estén operativos en la actualidad para que anticipe a la población de la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada Pedregal
5. La capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos es limitada, carecen de los protocolos de evacuación y tiene débil organización para afrontar una situación de emergencia por peligro inminente o desastre.

## **Recomendaciones**

1. En base a los análisis y resultados de la investigación, la evaluación de riesgos y las encuestas, se recomienda que la municipalidad del distrito de Lurigancho Chosica adopte los instrumentos propuestos en la presente investigación para coadyuvar a la implementación de un Sistema de Alerta Temprana en la quebrada Pedregal.
2. La sub gerencia de Defensa Civil de la Municipalidad del Distrito de Lurigancho – Chosica en coordinación con las organizaciones vecinales, difundan, en la población, el mapa comunitario de riesgo y asimismo, difundir la versión amigable del estudio de evaluación del riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal realizado en el presente trabajo de investigación aplicada entre las autoridades locales, instituciones técnico científicas, para la toma de decisiones.
3. La Municipalidad del Distrito de Lurigancho – Chosica en coordinación con las entidades técnico científicas, implementen la propuesta de protocolo de coordinación para el seguimiento de los umbrales establecidos en la quebrada Pedregal.
4. La Municipalidad del Distrito de Lurigancho – Chosica en coordinación con las organizaciones vecinales de la quebrada Pedregal, implementen la propuesta de protocolo de difusión y comunicación de la alerta y alarma.
5. La Municipalidad del Distrito de Lurigancho – Chosica en coordinación con las organizaciones vecinales de la quebrada Pedregal, implementen la propuesta de protocolo de evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos.

## Referencias Bibliográficas

- Arias, L. y Valdera, J. (2016). *Culminación de las actividades de asistencia técnica en el Proyecto de Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en las Quebradas de Libertad, Corrales y Pedregal en el Distrito de Lurigancho – Chosica, Lima, Perú.*
- Betram, D. (2008). *Likert Scale are the meaning of life. Tipic report.* Recuperado de <http://poincare.matf.bc.ac.rs/Kristina/topic-dane-likert.pdf>
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica.* Recuperado de [https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-carrasco-diaz\\_59065f94dc0d60a122959e9d\\_pdf](https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-carrasco-diaz_59065f94dc0d60a122959e9d_pdf)
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2005). *Sistema de Alerta Temprana S.A.T. de la Región Moquegua.* Lima, Perú: Predes.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2007). *Sistema de Alerta Temprana Comunitaria SAT-COM de la Cuenca del río Alto Inambari (Sandía-Puno).* Lima, Perú: Predes.
- Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES. (2019). *Plan Comunitario de emergencias.* Lima, Perú: Predes.
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). (2017). *Implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en las cuencas binacionales Suches-Titicaca y Catamayo-Chira.* Recuperado de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/implementamos-el-sistema-de-alerta-temprana-en-cuencas-binacionales-suches-titicaca-y-catamayo-chira/>

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales*. Recuperado de [http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2018). *Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Resultados de la Encuesta Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres*. Recuperado de [https://dimse.cenepred.gob.pe/src/informes\\_grd/INFORME%20FINAL%20ENAGERD%202018\\_29102019.pdf](https://dimse.cenepred.gob.pe/src/informes_grd/INFORME%20FINAL%20ENAGERD%202018_29102019.pdf)

Chira, J. (2016). *Mejora de red de monitoreo para prevención de peligros hidrometeorológicos en la cuenca del río Rímac* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Decreto Supremo N°048 -2011- PCM. *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N°29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre (SINAGERD)*. (2011, 26 de mayo).

DIPECHO. (2015). *Línea de Base comunitaria de las Quebradas Carossio y Mariscal Castilla el distrito de Lurigancho-Chosica*. Recuperado de [https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Prevenci%C3%B3n%20y%20recuperaci%C3%B3n%20de%20crisis/Linea%20Base%20Carossio%20-%20Castilla\\_%20DIPECHO%202015-2016.pdf](https://www.undp.org/content/dam/peru/docs/Prevenci%C3%B3n%20y%20recuperaci%C3%B3n%20de%20crisis/Linea%20Base%20Carossio%20-%20Castilla_%20DIPECHO%202015-2016.pdf)

Ferradas, P., Vargas, A. y Santillán, G. (2006). *Metodologías y herramientas para la capacitación en gestión de riesgo de desastres*. Recuperado de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc246/doc246\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc246/doc246_contenido.pdf)

Hernández, R. Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp->

content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf

Informe de emergencia N° 581 (Informe N° 31). (2017). *Precipitaciones pluviales en distritos de la provincia de Lima*. Recuperado de <https://reliefweb.int/report/peru/informe-de-emergencia-n-581-informe-n-31-precipitaciones-pluviales-en-distritos-de-la>

Instituto Geofísico del Perú. (2017). *Informe de Evaluación Hidrológica para la simulación de Flujos de Aluvionales en la Quebradas Pedregal y Quirio*. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2011). *Guía metodológica para la formulación de Planes de Operaciones de Emergencia. Proyecto INDECI - PNUD - ECHO Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao, Lima, Perú*. Recuperado de <http://dipecholac.net/docs/files/248-guia-metodologica---poes-con-anexos.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2013). *Compendio Estadístico del INDECI 2013 en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación ante Emergencias y Desastres*. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2518/doc2518-contenido.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2015). *Informe de emergencia n° 581 - 08/05/2015 / Coen - Indeci / huaicos afectan el distrito de Lurigancho Chosica Lima Metropolitana*.

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2018). *Guía Técnica para la implementación del Sistema de Alerta Temprana Comunitario*. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2587/doc2587-contenido.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2019). *Propuesta verificada y validada en campo, Lurigancho – Chosica*. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. Recuperado de <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL). (2016). *Implementación del Sistema de Alerta Temprana para la prevención de deslizamiento y huaicos en las Quebradas Libertad, Corrales y Pedregal, Distrito de Lurigancho – Chosica, Lima, Perú*.

Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL). (2019). *Estudio e Implementación de la Componente de Difusión y Comunicación de un Sistema de Alerta Temprana, Arequipa, Perú*.

Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) (Ley N°29664). (2011, 18 de febrero). Recuperado de <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29664.pdf>

López, J., Carvajal, Y. y Enciso, A. (2017). Sistemas de alerta temprana con enfoque participativo: un desafío para la gestión del riesgo en Colombia. *Revista Luna Azul*, (44), 231-246. Doi: 10.17151/luaz.2017.44.14

Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M. & Ortiz, J. (2010). El método analítico como método natural. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 25, (1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18112179017>

Mora, D. y Rosas, J. (2016). Propuesta de Diseño de un Sistema de Alerta Temprana por Inundación en la Subcuenca del Río Tejalpa (SIATI-ScRT) (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63871/MORA-DIANA-ROSAS-JUAN-LGI-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Educación. (2020). *Padrones de Instituciones Educativas Públicas*.

Recuperado de:

[http://escale.minedu.gob.pe/documents/10156/1676067/Anexo+4\\_+Padr%C3%B3n+de+Instituciones+Educativas+P%C3%ABlicas,+ubicadas+en+zona+rural+y+su+grado+de+ruralidad.pdf](http://escale.minedu.gob.pe/documents/10156/1676067/Anexo+4_+Padr%C3%B3n+de+Instituciones+Educativas+P%C3%ABlicas,+ubicadas+en+zona+rural+y+su+grado+de+ruralidad.pdf)

Municipalidad Distrital de Lurigancho Chosica. (2011). *Ordenanza 153 – MDLCH*.

Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/modifican-la-ordenanza-n-175-mdl-que-aprueba-el-regimen-de-ordenanza-no-235-mdl-1431518-1>

Núñez, S., Villacorta, S. y Huarez, C. (2015). *Evaluación geodinámica de los flujos de detritos del 23/03/2015 entre las quebradas Rayos de Sol y Quirio (Chosica) y Cashahuacra (Santa Eulalia). Informe Técnico N° A 6680*.

Recuperado de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/3642>

O'Connor (1988). *Huaycos ocurridos en el año 1987 en Lurigancho-Chosica*.

Recuperado de <https://journals.openedition.org/bifea/2272>

Organización Mundial de Meteorología. (2017). *Nuevo informe de la Organización Meteorológica Mundial*. Recuperado de <http://ambiental.net/2017/11/nuevo-informe-de-la-organizacion-meteorologica-mundial/>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional*. Recuperado de <https://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/442884/GuiaEvaPeligros.pdf>

Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM. *Resolución Ministerial que aprueba Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastre*.

(2012, 26 de diciembre). Recuperado de <https://www.indeci.gob.pe/wp->

content/uploads/2019/02/RM-N%C2%B0-334-2012-PCM-con-texto-Lineam.pdf

Resolución Ministerial N°173 - 2015 – PCM. *Resolución Ministerial que aprueban Lineamientos para la Conformación y Funcionamiento de la Red Nacional de Alerta Temprana – RNAT y la Conformación, Funcionamiento y Fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana – SAT.* (2015, 10 de julio).

Resolución Ministerial N°145 - 2018 – PCM. *Resolución Ministerial que aprueban la Estrategia de Implementación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre – PLANAGERD 2014-2021.* (2018, 8 de junio).

Resolución Ministerial N°050 – 2020 – PCM. *Resolución Ministerial que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Preparación y la formulación de los Planes de Preparación en los tres niveles de gobierno.* (2020, 13 de febrero).

Saaty, T. L. (1980). *Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process.* New York: McGraw Hill.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (1988). *Clasificación climática.* Recuperado de [http://idesep.Senamhi.gob.pe/portalidesep/idesep\\_tema\\_caracterizacion\\_climatica.jsp](http://idesep.Senamhi.gob.pe/portalidesep/idesep_tema_caracterizacion_climatica.jsp)

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional.* Recuperado de <https://www.Senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

Soluciones Prácticas. (2008). *Sistemas de Información y Alerta Temprana para enfrentar al Cambio Climático. Propuesta de adaptación tecnológica en*

*respuesta al Cambio Climático en Piura, Apurímac y Cajamarca.* Recuperado de <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MzQ3.pdf>

Soluciones Prácticas. (2016). *Memoria institucional 2016-2017.* Recuperado de [https://issuu.com/soluciones\\_practicas/docs/memoria\\_2016\\_2017](https://issuu.com/soluciones_practicas/docs/memoria_2016_2017)

Universidad Nacional Agraria La Molina. (2000). *Manejo de cuencas alto andinas, Volumen 1.* Lima, Perú: Editorial Univ. Nac. Agraria la Molina.

Villacorta, S., Núñez, S., Huarez, C. y Fidel, L. (2015). *Evaluación geológica y consecuencias de los huaicos de Chosica del 23-03-15: crónica de un desastre anunciado.*

## Anexos

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

Propuesta de instrumentos para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho Chosica, 2020

Problemas	Objetivos de la Investigación	Variables	Propuesta de Solución al Problema	Productos de la Propuesta de Solución al Problema
<p style="text-align: center;">Problema General</p> <p>¿Qué tan pertinente es la implementación de los instrumentos del Sistema de Alerta Temprana, ante la ocurrencia de flujo de detritos, instalados en la quebrada Pedregal Lurigancho – Chosica?</p> <p style="text-align: center;">Problemas Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos?</li> <li>2. ¿Cuál es el mecanismo de monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal?</li> <li>3. ¿Cuál es el mecanismo de comunicación que anticipe la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada Pedregal?</li> </ol>	<p style="text-align: center;">Objetivo General de la Investigación</p> <p>Determinar la pertinencia de la implementación de los instrumentos del Sistema de Alerta Temprana, ante la ocurrencia de flujo de detritos, instalados en la quebrada Pedregal Lurigancho – Chosica.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar el nivel de conocimiento del riesgo de desastres en la población de la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos.</li> <li>2. Determinar el mecanismo para del monitoreo y/o vigilancia local del peligro por flujo de detritos en la quebrada Pedregal.</li> <li>3. Determinar el mecanismo para la comunicación que anticipe la ocurrencia de flujos</li> </ol>	<p style="text-align: center;">Variable independiente</p> <p>Sistema de Alerta Temprana en la quebrada Pedregal, Lurigancho-Chosica.</p> <p style="text-align: center;">Variable dependiente</p> <p>Flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho-Chosica</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo General de la Propuesta</p> <p>Proponer mecanismos para coadyuvar a la implementación de un SAT en la quebrada Pedregal, Lurigancho-Chosica, ante la ocurrencia de flujo de detritos.</p> <p style="text-align: center;">Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Difundir el conocimiento del riesgo de desastres ante la ocurrencia de flujo de detritos en la población de la quebrada Pedregal</li> <li>2. Formular un protocolo de coordinación con la entidad científica responsable para el seguimiento de los umbrales establecidos.</li> <li>3. Facilitar la coordinación y el intercambio de la información sobre los avisos, alertas y alarmas a nivel local entre la Municipalidad de Lurigancho -</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Difusión amigable del Estudio de Evaluación del Riesgo por flujo de detritos en la quebrada Pedregal y mapa de evacuación.</li> <li>2. Protocolo de coordinación con la entidad científica responsable para el seguimiento de los umbrales establecidos</li> <li>3. Protocolo de difusión y comunicación de la alerta y alarma.</li> </ol>

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos de la Investigación</b>	<b>Variables</b>	<b>Propuesta de Solución al Problema</b>	<b>Productos de la Propuesta de Solución al Problema</b>
4. ¿Cuál es la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos?	de detritos en la quebrada Pedregal. 4. Identificar la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal ante la ocurrencia de flujo de detritos.		Chosica y la población residente en la quebrada Pedregal. 4. Contribuir a fortalecer la capacidad de respuesta de la población en la quebrada Pedregal para la evacuación hacia una zona segura	4. Protocolo de Evacuación ante la ocurrencia de flujo de detritos.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Matrices de comparación de pares utilizados para la determinación del peligro y vulnerabilidad

### 1. Comparación de pares – peligro

#### A. Parámetro Frecuencia

**Tabla 90**

*Matriz de comparación de pares por frecuencia*

Frecuencia	5 eventos al año en promedio	3 a 4 eventos por año en promedio	2 a 3 eventos por año en promedio	1 a 2 eventos por año en promedio	1 evento por año en promedio o inferior
5 eventos al año en promedio	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
3 a 4 eventos por año en promedio	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
2 a 3 eventos por año en promedio	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
1 a 2 eventos por año en promedio	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
1 evento por año en promedio o inferior	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

#### B. Parámetro Volumen

**Tabla 91**

*Matriz de comparación de pares por volumen*

Volumen de suelos	> 10000 m <sup>3</sup>	7000 - 10000 m <sup>3</sup>	5000 - 7000 m <sup>3</sup>	2000 - 5000 m <sup>3</sup>	< 2000 m <sup>3</sup>
> 10000 m <sup>3</sup>	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
7000 - 10000 m <sup>3</sup>	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
5000 - 7000 m <sup>3</sup>	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
2000 - 5000 m <sup>3</sup>	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< 2000 m <sup>3</sup>	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

### C. Parámetro Precipitaciones

**Tabla 92**

*Matriz de comparación de pares por rango de anomalías en precipitaciones*

Precipitación (Rango de anomalías (%))	300-500 % superior a su normal climática	220-300 % superior a su normal climática	190-220 % superior a su normal climática	160-190 % superior a su normal climática	130-160 % superior a su normal climática
300-500 % superior a su normal climática	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
220-300 % superior a su normal climática	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
190-220 % superior a su normal climática	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
160-190 % superior a su normal climática	0.25	0.33	0.50	1.00	3.00
130-160 % superior a su normal climática	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

### D. Parámetro intervalos de pendiente

**Tabla 93**

*Matriz de comparación de pares por intervalos de pendiente*

Intervalos de pendiente	Mayor de 45°	30° - 45°	20° - 30°	10° - 20°	0° - 10°
Mayor de 45°	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
30° - 45°	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
20° - 30°	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
10° - 20°	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
0° - 10°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

### E. Parámetro unidades geomorfológicas

**Tabla 94**

*Matriz de comparación de pares por unidades geomorfológicas*

Unidades geomorfológicas	Cárcavas Activas	Cauce Actual	Conos Proluviales	Terrazas Antiguas	Laderas Rocosas
Cárcavas Activas	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Cauce Actual	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00

Unidades geomorfológicas	Cárcavas Activas	Cauce Actual	Conos Proluviales	Terrazas Antiguas	Laderas Rocosas
Conos Proluviales	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Terrazas Antiguas	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Laderas Rocosas	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00

Fuente: Elaboración propia

## F. Parámetro unidades geológicas (unidades litológicas)

**Tabla 95**

*Matriz de comparación de pares por unidades geológicas (unidades litológicas)*

Unidades litológicas	depósitos proluviales recientes	depósitos proluviales antiguos	depósitos coluviales	depósitos eluviales	afloramientos rocosos
depósitos proluviales recientes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
depósitos proluviales antiguos	0.33	1.00	3.00	7.00	7.00
depósitos coluviales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
depósitos eluviales	0.14	0.14	0.33	1.00	0.50
afloramientos rocosos	0.11	0.14	0.20	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

## 2. Anexo de comparación de pares – vulnerabilidad

### A. Parámetro Discapacidad

**Tabla 96**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Discapacidad*

Discapacidad (DI)	Para usar brazos y piernas	mental o intelectual	visual	auditiva/lenguaje	no tiene
Para usar brazos y piernas	1.00	3.00	4.00	5.00	9.00
mental o intelectual	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
visual	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
auditiva/lenguaje	0.20	0.25	0.33	1.00	4.00
no tiene	0.11	0.14	0.17	0.25	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 97***Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Discapacidad*

Discapacidad (DI)	Para usar brazos y piernas	mental o intelectual	visual	auditiva/ lenguaje	no tiene	Vector Priorización
Para usar brazos y piernas	0.528	0.635	0.471	0.377	0.333	0.469
mental o intelectual	0.176	0.212	0.353	0.302	0.259	0.260
visual	0.132	0.071	0.118	0.226	0.222	0.154
auditiva/lenguaje	0.106	0.053	0.039	0.075	0.148	0.084
no tiene	0.059	0.030	0.020	0.019	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Discapacidad son: 0.075 y 0.067.

**B. Parámetro Grupo etéreo (GE)****Tabla 98***Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo etéreo (GE)*

Grupo etéreo (GE)	menores de 1 año y de 65 años a mas	de 1 a 14 años	de 45 a 64 años	de 15 a 29 años	de 30 a 44 años
menores de 1 año y de 65 años a mas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
de 1 a 14 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
de 45 a 64 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
de 15 a 29 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
de 30 a 44 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 99***Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Grupo etéreo (GE)*

Grupo etéreo (GE)	>75%	≤75 y >50%	≤50% y >25%	≤25% y >10%	≤10%	Vector Priorización
menores de 1 año y de 65 años a mas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
de 1 a 14 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
de 45 a 64 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
de 15 a 29 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
de 30 a 44 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Grupo etéreo (GE) son: 0.061y 0.054, respectivamente.

C. Parámetro Conocimiento del peligro (COPE)

**Tabla 100**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento del peligro (COPE)*

Conocimiento del peligro	La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación en GRD	La población tiene escasa capacitación en GRD	La población tiene capacitación de regular frecuencia en GRD, con difusión y cobertura mayoritaria	La población tiene capacitación constante en temas de GRD, con difusión y cobertura total	La población tiene capacitación constante en GRD, actualizándose y participando en simulacros, con difusión y cobertura total
La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación en GRD	1.00	2.00	3.00	6.00	8.00
La población tiene escasa capacitación en GRD	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00
La población tiene capacitación de regular frecuencia en GRD, con difusión y cobertura mayoritaria	0.33	0.33	1.00	4.00	5.00
La población tiene capacitación constante en temas de GRD, con difusión y cobertura total	0.17	0.25	0.25	1.00	4.00
La población tiene capacitación constante en GRD, actualizándose y participando en simulacros, con difusión y cobertura total	0.13	0.17	0.20	0.25	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 101**

*Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Conocimiento del peligro (COPE)*

Conocimiento del peligro (COPE)	La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación en GRD	La población tiene escasa capacitación en GRD	La población tiene capacitación de regular frecuencia en GRD, con difusión y cobertura mayoritaria	La población tiene capacitación constante en temas de GRD, con difusión y cobertura total	La población tiene capacitación constante en GRD, actualizándose y participando en simulacros, con difusión y cobertura total	Vector Priorización
La totalidad de la población no recibe ningún programa de capacitación en GRD	0.471	0.533	0.403	0.393	0.333	0.427
La población tiene escasa capacitación en GRD	0.235	0.267	0.403	0.262	0.250	0.283
La población tiene capacitación de regular frecuencia en GRD, con difusión y cobertura mayoritaria	0.157	0.089	0.134	0.262	0.208	0.170
La población tiene capacitación constante en temas de GRD, con difusión y cobertura total	0.078	0.067	0.034	0.066	0.167	0.082
La población tiene capacitación constante en GRD, actualizándose y participando en simulacros, con difusión y cobertura total	0.059	0.044	0.027	0.016	0.042	0.038

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Conocimiento del peligro: 0.076 y 0.068, respectivamente.

D. Parámetro Capacidad de respuesta

**Tabla 102**

*Matriz de Comparación de Nivel de preparación*

Capacidad de respuesta	No tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	Tiene parcialmente constituida las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituidas las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituidas y poco entrenadas las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituidas y entrenadas las Brigadas de Emergencias)
No tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	1,00	3,00	5,00	6,00	9,00
Tiene parcialmente constituida las Brigadas de Emergencias.	0,33	1,00	3,00	5,00	9,00
Tiene constituidas las Brigadas de Emergencias.	0,20	0,33	1,00	3,03	5,00
Tiene constituidas y poco entrenadas las Brigadas de Emergencias.	0,17	0,20	0,33	1,00	3,03
Tiene constituidas y entrenadas las Brigadas de Emergencias	0,11	0,11	0,20	0,33	1,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 103**

*Matriz de Normalización por Nivel de preparación*

Capacidad de respuesta	No tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	Tiene parcialmente constituida las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituida s y poco entrenadas las Brigadas de Emergencias.	Tiene constituida s y entrenadas las Brigadas de Emergencias)	Vector Priorización
No tiene constituida las Brigadas de Emergencias.	0,552	0,646	0,525	0,391	0,333	0,489
Tiene parcialmente constituida las Brigadas de Emergencias.	0,184	0,215	0,315	0,326	0,333	0,275
Tiene constituida s las Brigadas de Emergencias.	0,110	0,072	0,105	0,197	0,185	0,134
Tiene constituida s y poco entrenadas las Brigadas de Emergencias.	0,092	0,043	0,035	0,065	0,112	0,069
Tiene constituida s y entrenadas las Brigadas de Emergencias	0,061	0,024	0,021	0,021	0,037	0,033

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que, el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Nivel de preparación, es 0.063 (IC) y 0.056(RC).

E. Parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT

**Tabla 104**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT*

Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT	Existe desconocimiento de toda la población sobre la implementación de un SAT	Existe un escaso conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT	Existe un regular conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre la implementación de un SAT.	Toda la población tiene conocimiento sobre la implementación de un SAT.
Existe desconocimiento de toda la población sobre la implementación de un SAT	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Existe un escaso conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Existe un regular conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
La mayoría de la población tiene conocimientos sobre la implementación de un SAT.	0.20	0.20	0.33	1.00	4.00
Toda la población	0.14	0.14	0.20	0.25	1.00

tiene conocimiento sobre la implementación de un SAT.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 105**

*Matriz de Normalización de Pares del Parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT*

Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT	Existe desconocimiento de toda la población sobre la implementación de un SAT	Existe un escaso conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT	Existe un regular conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre la implementación de un SAT.	Toda la población tiene conocimiento sobre la implementación de un SAT.	Vector Priorización
Existe desconocimiento de toda la población sobre la implementación de un SAT	0.460	0.544	0.398	0.351	0.292	0.409
Existe un escaso conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT	0.230	0.272	0.398	0.351	0.292	0.309
Existe un regular conocimiento de la población sobre la implementación de un SAT.	0.153	0.091	0.133	0.211	0.208	0.159
La mayoría de la población tiene conocimientos sobre la implementación de un SAT.	0.092	0.054	0.044	0.070	0.167	0.085

Toda la población tiene conocimiento sobre la implementación de un SAT.	0.066	0.039	0.027	0.018	0.042	0.038
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Conocimiento del Sistema de Alerta Temprana - SAT: 0.066 y 0.059, respectivamente.

#### F. Parámetro Tipo de material en paredes (TM)

**Tabla 106**

*Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes*

Material predominante en paredes	Estera	Madera	Adobe	Piedra con cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Estera	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Madera	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Piedra con cemento	0.17	0.20	0.33	1.00	4.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 107**

*Matriz de Normalización de pares del Parámetro material predominante en paredes*

Material predominante en paredes	Estera	Madera	Adobe	Piedra con cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización
Estera	0.493	0.544	0.469	0.393	0.346	0.449
Madera	0.247	0.272	0.352	0.328	0.269	0.293
Adobe	0.123	0.091	0.117	0.197	0.192	0.144
Piedra con cemento	0.082	0.054	0.039	0.066	0.154	0.080
Ladrillo o bloque de cemento	0.055	0.039	0.023	0.016	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material predominante en paredes: 0.058 y 0.052.

#### G. Parámetro Estado de conservación (EC)

**Tabla 108**

*Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación*

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Malo	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 109**

*Matriz de Normalización de pares del parámetro estado de conservación*

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización
Muy malo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Malo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro estado de conservación: 0.061 y 0.054, respectivamente.

#### H. Parámetro Organización y capacitación (OC)

**Tabla 110**

*Matriz de comparación de pares del parámetro: Organización y capacitación (OC)*

Organización (O)	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica.	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	La Junta Directiva de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores.	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados totalmente por los pobladores.
La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica.	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
La Junta Directiva de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores.	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados totalmente por los pobladores.	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 111**

*Matriz de Normalización de pares del parámetro: Organización y capacitación (OC)*

Organización (O)	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	La Junta Directiva de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados totalmente por los pobladores	Vector Priorización
La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica.	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.310
La Junta Directiva de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores.	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
La Junta Directiva de la población	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040

Organización (O)	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión y no se identifica	La Junta Directiva de la población es poco efectiva en su gestión con un bajo nivel de identificación.	La Junta Directiva de la población tiene un nivel regular de efectividad con un bajo nivel de identificación	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados por los pobladores	La Junta Directiva de la población es eficiente, se identifica y son apoyados totalmente por los pobladores	Vector Priorización
	es eficiente, se identifica y son apoyados totalmente por los pobladores.					

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Organización y capacitación (OC): 0.049 y 0.044, respectivamente.

#### I. Parámetro Viviendas con acceso a agua potable (VSA)

**Tabla 112**

*Matriz de Comparación de Viviendas con acceso a agua potable.*

Viviendas con acceso a agua potable	Abastecimiento a través de camión cisterna.	Red fuera de la vivienda, pilón o pileta de uso público	Red pública dentro de la vivienda
Abastecimiento a través de camión cisterna.	1,00	3,00	5,00
Red fuera de la vivienda, pilón o pileta de uso público	0,33	1,00	2,00
Red pública dentro de la vivienda	0,20	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 113***Matriz de Normalización por Viviendas con acceso a agua potable.*

Viviendas con acceso a agua potable	Abastecimiento a través de camión cisterna.	Red fuera de la vivienda, pilón o pileta de uso público	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización
Abastecimiento a través de camión cisterna.	0,652	0,667	0,625	0,648
Red fuera de la vivienda, pilón o pileta de uso público	0,217	0,222	0,250	0,230
Red pública dentro de la vivienda	0,130	0,111	0,125	0,122

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que, el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Viviendas con acceso a agua potable, es 0.002 (IC) y 0.004 (RC).

## J. Parámetro Viviendas con servicio higiénico conectado (VSH)

**Tabla 114***Matriz de Comparación de Pares por servicio higiénico conectado*

Viviendas con servicio higiénico conectado	Pozo ciego, acequia o similar, campo abierto, otros	Red fuera de la vivienda, pozo, tanque séptico o biodigestor, letrina con tratamiento	Red pública dentro de la vivienda
Pozo ciego, acequia o similar, campo abierto, otros	1,00	2,00	7,00
Red fuera de la vivienda, pozo, tanque séptico o biodigestor, letrina con tratamiento	0,50	1,00	2,00
Red pública dentro de la vivienda	0,14	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 115***Matriz de Normalización por servicio higiénico conectado*

Viviendas con servicio higiénico conectado	Pozo ciego, acequia o similar, campo abierto, otros	Red fuera de la vivienda, pozo, tanque séptico o biodigestor, letrina con tratamiento	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización
Pozo ciego, acequia o similar, campo abierto, otros	0,609	0,571	0,700	0,627

Red fuera de la vivienda, pozo, tanque séptico o biodigestor, letrina con tratamiento	0,304	0,286	0,200	0,263
Red pública dentro de la vivienda	0,087	0,143	0,100	0,110

Fuente: Elaboración propia

Se hace mención que, el índice de consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicio higiénico conectado., es 0.018 (IC) y 0.033 (RC).

### Anexo 3. Encuesta

La presente encuesta tiene por finalidad recoger información de importancia relacionada con el tema “Sistema de Alerta Temprana ante la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Pedregal, Lurigancho – Chosica”. Al respecto se solicita que en las preguntas que a continuación se acompaña, tenga a bien elegir la alternativa que considere correcta, marcando la opción que considere pertinente. Esta información es anónima, se agradece su participación.

1	Varón
2	Mujer

1	18 - 40
2	41 - 59
3	60 a más

Y1: Información sobre el Conocimiento del Riesgo.

1. ¿Usted conoce si se ha realizado un Estudio de Evaluación del Riesgo por Flujo de Detritos (huaicos) de la Quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

2. ¿Conoce qué puede originar las precipitaciones pluviales o lluvias intensas?

1	Derrumbe
2	Caída de rocas
3	Huaicos
4	Todas las anteriores
5	Nada

3. ¿Usted considera que vivir en zonas de quebradas y laderas representan un riesgo para las personas?

1	Sí
2	No

Y2: Planeamiento de preparación para la respuesta.

4. ¿Sabe Usted si existe un Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

5. ¿Conoce el Plan de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

6. ¿Su población tiene brigadas para responder en caso de emergencias?

1	Sí
2	No

7. ¿Tiene la población de Pedregal instalado algún Sistema de Alarma que funcione en caso de flujo de detritos (huaicos)?

1	Sí
2	No

8. Si en tu localidad existe un Sistema de Alerta ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) ¿En qué consiste?

1	Sirenas	
2	Megáfonos	
3	Campanas	
4	Mensajería por celular.	
5	Silbato	
6	Desconoce	

9. ¿Conoce usted las zonas seguras externas o puntos de reunión ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

1	Sí
2	No

10. ¿Si Usted se encuentra en casa, qué haría ante la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

1	Se dirige hacia la zona segura dentro de la vivienda.	
2	Se dirige hacia la zona segura fuera de la vivienda.	
3	Sale con su mochila de emergencia.	
4	Sale con su mochila de emergencia y se dirige hacia la zona segura.	
5	Se queda en su casa	

11. ¿Cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de evacuación o simulacros por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Si
2	No
3	Solo con el recurso humano
4	Solo con el recurso logístico

Y3: Capacidades para la Respuesta.

12. ¿Usted ha participado en talleres para la elaboración de Planes Comunitarios de Evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos)?

1	Una vez
2	Dos a más veces
3	Nunca

13. ¿Usted ha participado en ejercicios de evacuación por la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

14. ¿Usted ha participado en talleres de formación y capacitación de brigadas para la atención de emergencias y rehabilitación en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

15. ¿Usted recibe información anticipada o avisos de alerta ante la ocurrencia de lluvias intensas en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

#### Y4: Recursos para la Respuesta

1. ¿La Municipalidad de Chosica posee algún sistema de monitoreo y/o vigilancia instalado en la Quebrada Pedregal? para época de precipitaciones pluviales (lluvias)

1	Sí
2	No

2. ¿Qué mecanismos o instrumentos de detección utiliza para la emisión del mensaje de alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la Quebrada Pedregal?

1	Sensores de vibración (geófonos)
2	Sensores de precipitación (pluviómetros)
3	Sensores de saturación del suelo (higrómetros)
4	Sensores de pronóstico de tormentas (radares)

5	Todos	
6	Ninguno	
7	Otros	Mencione:

3. ¿Cuenta con el equipamiento necesario (recurso humano y logístico) para realizar ejercicios de simulación y/o simulacros ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Si
2	No
3	Solo con el recurso humano
4	Solo con el recurso logístico

4. ¿La Municipalidad cuenta con equipos de comunicación para la alerta y alarma en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Si	Mencione los equipos de comunicación que posee:
		¿Es suficiente la cantidad? Sí /No:
2	No	

5. ¿La Municipalidad tiene un escenario de riesgo por flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

6. ¿El Centro de operaciones de emergencia local se encuentra operativo las 24 horas los 365 días?

1	Sí
2	No

7. ¿La Municipalidad coordina con las entidades técnico científicas para el monitoreo de lluvias intensas en el distrito?

1	Sí
2	No

8. ¿Tienen brigadas para la atención de emergencias y desastres en la quebrada Pedregal? Resultados de la pregunta N° 11

1	Sí
2	No

9. ¿Tienen un Plan de Evacuación ante flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

10. ¿La Municipalidad ha realizado la señalización de las rutas de evacuación, zonas seguras y puntos de reunión en caso de la ocurrencia de flujo de detritos (huaicos)?

1	Sí
2	No

11. ¿La Municipalidad ha desarrollado ejercicios de evacuación en caso de flujo de detritos (huaicos) en la quebrada Pedregal?

1	Sí
2	No

