

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Estudio de inundaciones fluviales de la cuenca del río Rímac:
causas, efectos y prevención de desastres**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Civil

Por:

Jaime Mijail Bautista Urquía
Rhode Noemi Toscano Salazar

Asesor:

Jaulis Palomino Reymundo

Lima, noviembre 2020

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN

Jaulis Palomino Reymundo, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “ESTUDIO DE INUNDACIONES FLUVIALES DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC: CAUSAS, EFECTOS Y PREVENCIÓN DE DESASTRES” constituye la memoria que presentan los estudiantes Jaime Mijail Bautista Urquía y Rhode Noemi Toscano Salazar para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, a los 21, noviembre del 2020.



Jaulis Palomino Reymundo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....los.....19.....día(s) del mes de.....noviembre.....del año 2020....siendo las.....10.00.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):Mg. Leonel Chahuares Paucar....., el (la) secretario(a): Ing. Ferrer Canaza Rojas..... y los demás miembros: Ing. Giuliano Ricardo Moreno Patiño.....y el (la) asesor(a)...Ing. Reymundo Jaulis Palomino.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Estudio de inundaciones fluviales de la cuenca del río Rímac: causas, efectos y prevención de desastres". de los (las) egresados (as):a).....**JAIME MIJAIL BAUTISTA URQUÍA**.....
.....b).....**RHODE NOEMI TOSCANO SALAZAR**.....

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

.....**INGENIERÍA CIVIL**.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): **JAIME MIJAIL BAUTISTA URQUÍA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

Candidato/a (b): **RHODE NOEMI TOSCANO SALAZAR**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al.... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Leonel Chahuares
Paucar



Secretario
Ing. Ferrer Canaza
Rojas

Asesor
Ing. Reymundo Jaulis
Plaomino

Miembro

Miembro
Ing. Giuliano Ricardo
Moreno Patiño

Candidato (a)
Jaime Mijail Bautista
Urquía

Candidato/a (b)
Rhode Noemi Toscano
Salazar

ESTUDIO DE INUNDACIONES FLUVIALES DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC: CAUSAS, EFECTOS Y PREVENCIÓN DE DESASTRES

JAIME MIJAIL BAUTISTA URQUÍA* RHODE NOEMI TOSCANO SALAZAR

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana
Unión, Perú*

Resumen

La presente investigación nos permite analizar las inundaciones fluviales históricas de la cuenca del Rímac, estructurando las causas o factores detonantes, años de ocurrencia, distribución, efectos o consecuencias que nos permitirán proponer alternativas de prevención ante las inundaciones acaecidas en los márgenes de la cuenca del río Rímac. Se determina que las causas de las inundaciones, son debido al aumento de precipitaciones, la ocurrencia del Fenómeno del Niño, la vulnerabilidad estructural y social que se asientan en las riberas del río y la modificación de la dinámica fluvial, afectando principalmente a más de 30 mil personas que viven en las zonas de alto riesgo frente a las inundaciones, perteneciendo al 3% de áreas susceptibles en Lima. La ANA, lo considera como la primera cuenca de alto riesgo de este tipo de fenómeno natural. Las medidas de prevención ante inundaciones contemplan medidas estructurales y no estructurales, tienen como objetivo proteger los puntos críticos de desbordamiento ante la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. Los hechos han demostrado que el impacto económico, político y social ante las inundaciones han aumentado, puesto que la población aún no ha interiorizado una educación ambiental.

Palabras clave: Inundación fluvial, causa, efecto, medidas de prevención.

Abstract

This research allows us to analyze the historical river floods of the Rímac basin, structuring the causes or trigger factors, years of occurrence, distribution, effects or consequences that will allow us to propose prevention alternatives to the floods that occur on the banks of the Rímac basin. Rímac river. It is determined that the causes of the floods are due to the increase in rainfall, the occurrence of the El Niño phenomenon, the structural and social vulnerability that settle on the banks of the river and the modification of the fluvial dynamics, mainly affecting more than 30 thousand people living in high risk areas against floods, belonging to 3% of susceptible areas in Lima. The ANA considers it as the first high risk basin of this type of natural phenomenon. Flood prevention measures include structural and non-structural measures, aiming to protect critical overflow points against the recurrence of hydrometeorological phenomena. The facts have shown that the economic, political and social impact of the floods has increased, since the population has not yet internalized an environmental education.

Keywords: River flood, cause, effect, prevention measures.

**Correspondencia de Jaime Mijail Bautista Urquía Km. 19 Carretera
Central, Ñaña, Lima.*

E-mail: jaimebautista@upeu.edu.pe

INTRODUCCION

El Cambio Climático y sus impactos asociados son una nueva realidad para la humanidad, que a largo plazo puede ser una amenaza u oportunidad. (Jhonny I. Pérez, 2018). Por otro lado, para (Octavio , María , José Luis , & Mauricio) mencionan que el cambio ambiental global acelera procesos naturales, degrada el sistema terrestre, y genera episodios más intensos de precipitación líquida que, sumado a la construcción de caminos y obras hidráulicas, alteran el caudal de los ríos.

El Perú no es ajeno a esto, en él se presentan múltiples y variados fenómenos de geodinámica interna y externa, debido a la tectónica de placas, diversidad climática (28 climas) y a su intrincada geomorfología (Quincho, 2015) producido por la existencia de los Andes peruanos y su complicada historia geológica. Debido a que, en algunas áreas de nuestra capital; no existen pautas técnicas sobre la ubicación y construcción de casas, lo que lleva a una planificación urbana caótica, que sucede en Lima como en otras partes del Perú, constituyéndose en lugares más vulnerables ante los diversos fenómenos geodinámicos (Ferradas, 1994).

Un problema recurrente cada año, son las inundaciones, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvias bien diferenciada, sumado a los años de presencia del fenómeno del Niño hacen que los caudales de los ríos que bajan de los Andes a la costa aumenten varias veces su magnitud (INDECI, 2011), desbordándose y ocasionando daños en ciudades. Algunas veces estas inundaciones han llegado a la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac (Autoridad Nacional del Agua, 2007) y (Del & León, 2016).

La cuenca del Río Rímac, objeto de estudio, tiene prolongados periodos de estiaje y periodos de avenidas que afectan las áreas adyacentes (Quincho, 2015), dejando como consecuencia infraestructuras destruidas (INDECI, 2011), familias damnificadas, terrenos de cultivo arrasados, líneas de comunicación interrumpidas, paralización de las actividades económicas y otras consecuencias (Maskrey, n.d.), que representan un problema grave en las ciudades de la región afectada; perjudicando principalmente a la población de extrema pobreza, que se ven obligados a establecer sus viviendas en áreas expuestas al peligro de inundaciones, que implica un nivel de riesgo alto.

De igual manera (Montenegro Chavesta, 2012) menciona que la cuenca del Rímac es considerada una de las zonas más vulnerables ante las máximas avenidas de crecida del río Rímac, debido a la actividad antrópica y falta de suficientes medidas estructurales, cobertura vegetal casi inexistente, cauces colmatados, etc.

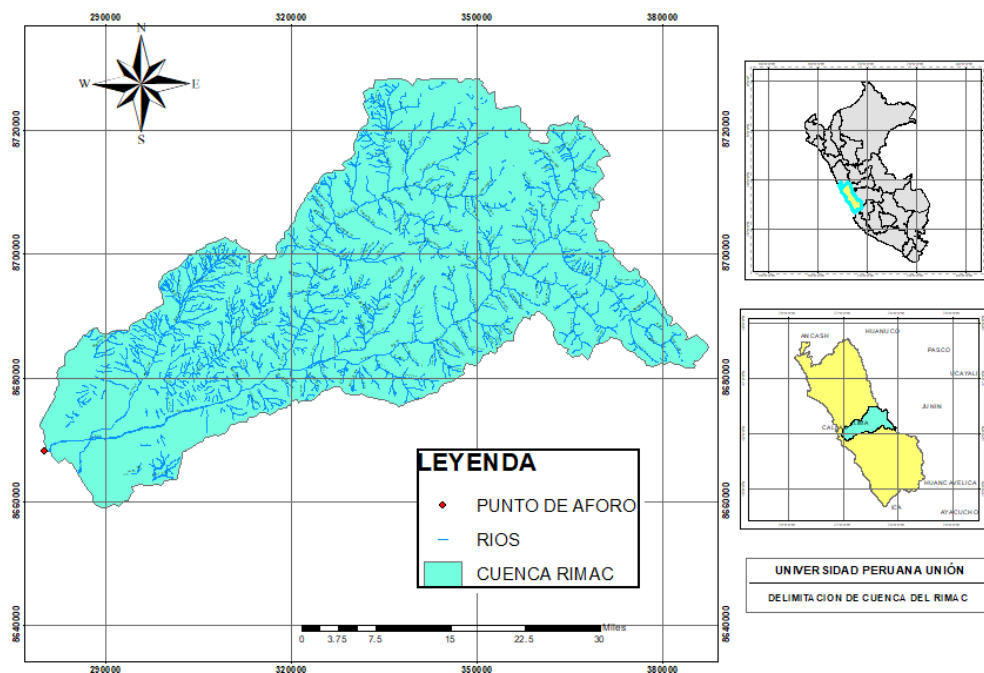
De lo mencionado anteriormente, surgen las siguientes preguntas: 1) ¿Cuáles son las causas o factores detonantes de inundaciones fluviales en la zona de estudio?; 2) ¿Qué efectos geográficos dejan las inundaciones en dicha zona?; 3) ¿Qué medidas de prevención se proponen para evitar futuras inundaciones?

El propósito de la investigación es analizar, explicar y sistematizar mediante una revisión bibliográfica de las inundaciones acaecidas producto del desborde del río Rímac. Obtener una visión global a partir de las causas, efectos y medidas de prevención ante este fenómeno natural.

1. Desarrollo del tema

1.1. Descripción del área de estudio:

“La cuenca del río Rímac es una de las cuencas hidrográficas con mayor importancia en el país, al encontrarse dentro de ella la Gran Capital, desempeñando un rol vital como fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano, agrícola y energético, existiendo en ella 5 centrales hidroeléctricas importantes. La mencionada se origina en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes a una altitud máxima de aproximadamente 5,508 metros sobre el nivel del mar en el nevado Paca y aproximadamente a 132 kilómetros al nor-este de la ciudad de Lima, desembocando por el Callao, en el océano Pacífico. El área total de captación es de 3,132 km², que incluye aquella de sus principales subcuencas Santa Eulalia (1,097.7 km²) y Río Blanco (193.7 km²)” (Ministerio de Energía y Minas, 1997).



Mapa 1 Cuenca Del Rio Rímac Fuente : Propia

Según INGEMMET, “las características geológicas que representan la zona de estudio comprenden rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas e intrusivas”.

Además, según el INEI Censo 2007, las provincias en donde el cauce del río Rímac pasa su recorrido son Huarocharí, Lima y Callao, que suman una población de 3 millones, las cuales se subdividen en población urbana y rural en el siguiente gráfico:

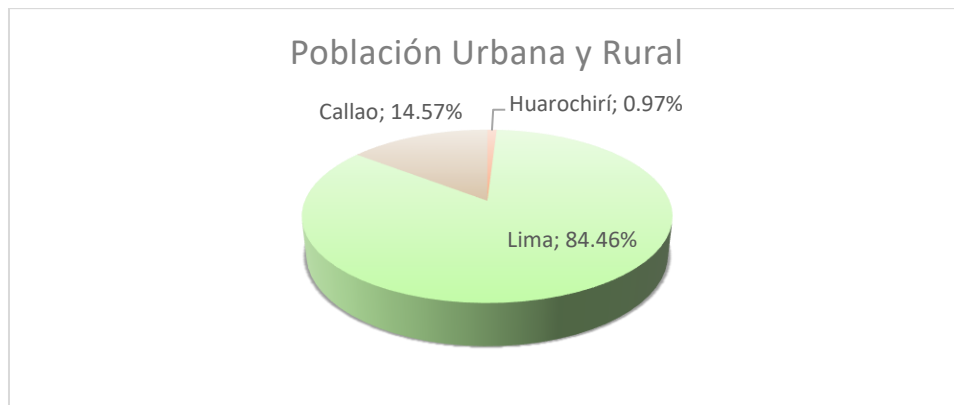


Gráfico 1 Población urbana y rural Fuente (Comeca Chuquipul et al., 2019)

1.2. Causas o factores detonantes de inundaciones

1.2.1. Lluvias y precipitaciones

Son las causantes del incremento del caudal del río y determinantes en los crecientes fluviales que se producen anualmente.

El periodo de lluvias comienza en diciembre y termina en marzo, correspondiente al 72.52% de las precipitaciones totales anuales. Periodo seco entre mayo y setiembre, las precipitaciones llegan como mínimo 7.15% y en los meses transitorios de octubre a noviembre, representan el 20.33% de las precipitaciones totales anuales (Ministerio de Agricultura Perú, 2010).

1.2.2. Fenómeno del Niño

Según ENFEN, lo define como “la elevación anómala y persistente de forma abrupta de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico adyacente a la costa del norte del Perú y de Ecuador” (Comeca Chuquipul et al., 2019). Se manifiesta aproximadamente cada 5 años, dentro de los meses de diciembre a marzo, que incrementa la temperatura atmosférica, las precipitaciones y la descarga de los ríos. Dependiendo de la intensidad surgen las inundaciones (Hernández-Vásquez et al., 2016). Para (Rocha Felices, 2015), son lluvias duraderas debido al fenómeno, durando semanas o meses.

Los fenómenos del Niño más intensos sucedieron en los años 1925, 1987 y 2017, que generaron similares efectos destructivos, principalmente en Chosica.

1.2.3. Vulnerabilidad de la cuenca

Comprende las instalaciones y estructuras que tienen un mayor riesgo a ser afectadas por el incremento del caudal promedio. (Quincho, 2015).

La cuenca del Río Rímac se encuentra dentro de las 31 primeras cuencas superiores como resultado del análisis de la vulnerabilidad ante desastres por agua. Para el ANA, es la

primera cuenca con alto riesgo, y le dan la prioridad para su análisis. Para el INDECI, es la novena cuenca con alto riesgo. (Agencia de Cooperación Internacional del Japon, 2017)

La vulnerabilidad de los centros poblados, es debido a la inadecuada interrelación del ser humano con la propia naturaleza, sumándose su escasa cultura de educación ambiental y prevención por inundación. (Quincho, 2015). Además, los emplazamientos poblacionales en las riberas del río, han originado una ocupación desordenada y sin planificación en las zonas de alto nivel de vulnerabilidad (Comeca Chuquipul et al., 2019), reduciendo la sección hidráulica de los ríos e incrementando la presión sobre los cauces (Montenegro Chavesta, 2012). Incluyendo las condiciones precarias en algunos sectores, carentes de servicios básicos.

Las ciudades de Chosica y Matucana serán siempre las vulnerables a la inundación. (Montenegro Chavesta, 2012). En Chosica, existen 27 zonas y cerca de 30 mil familias viviendo en zonas de alta vulnerabilidad, y eso que cuentan con títulos de propiedad y permiso municipal de construcción. (Comeca Chuquipul et al., 2019). Que representan el 41% del área urbana de Chosica.

Estado de conservación	Construcción	Porcentaje
Malo	51	21.07%
Regular	140	57.85%
Bueno	47	19.42%
Muy bueno	2	0.83%
Sin construir	2	0.83%
Total	242	1

Tabla 1 Estado de la construcción Fuente: (Comeca Chuquipul et al., 2019)

Áreas susceptibles a inundaciones en Lima Metropolitana abarcan el 3% de Lima, las cuales son: Lurigancho-Chosica, Chaclacayo, Rímac, Cercado de Lima, San Martín, y Ate. En el Callao, son Callao y Bellavista, que representan el 5% de su territorio. (Amaral et al., 2013).



Ilustración 1 Áreas susceptibles a inundaciones Fuente: INDECI, 52 puntos críticos a lo largo de toda la cuenca

La siguiente tabla enumera los principales peligros, factores de vulnerabilidad, impactos y áreas vulnerables identificadas para cada área de investigación. Si bien existe pequeñas

variaciones entre los peligros, los factores de vulnerabilidad son similares. Además de estos factores, debemos agregar la falta de acceso a la información, la falta de educación formal y la existencia de terrenos entre otros. Un punto adicional a considerar es que, para todos los casos, tanto las lluvias intensas como los sismos son factores detonantes del riesgo (Ambiente, 2012).

Tabla 2 Identificación de peligro y vulnerabilidad Fuente: (Ambiente, 2012)

Localidad	Principales peligros	Factores de vulnerabilidad	Impactos	Zonas vulnerables
Chaclacayo	*Huaycos *Crecidas del río (riadas) *Inundaciones *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Viviendas y accesos ubicados en zonas de quebrada. *Viviendas asentadas en laderas de alta pendiente.	Filtraciones en las viviendas con techos precarios, afectación de infraestructura como casas precarias y el colapso de bocatomas, erosión horizontal y vertical, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	*Asociación de Vivienda Garcilaso de la Vega, Pueblo Joven 3 de Octubre, AA. HH, Perla del Sol, AA.HH. La Tapada, AA.HH Santa Inés, AA.HH. Paraíso, Casco Urbano, Av. Los Laureles, Av. Morón, Asociación Vivienda San Bartolomé, etc
Chosica	*Huaycos *Desprendimiento y caída de rocas *Inundaciones *Procesos de erosión fluvial *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Base de las viviendas estabilizadas pircas.	Afectación y pérdida de infraestructura como viviendas, puentes y canales, pérdida de vidas humanas, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	Quebrada La Ronda, Sector San Antonio de Pedregal, Sector Puente Los Ángeles, Cooperativa Pablo Patrón,
Carapongo	*Inundaciones *Desbordes *Huaycos *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Viviendas ubicadas en suelos no consolidados y/o rellenos antrópicos. *Falta de muros de contención. *Viviendas sin títulos de propiedad o constancia de posesión. *Viviendas autoconstruidas, de material noble, pero sin columnas ni vigas. *Población migrante sin conocimiento del entorno.	Colapso estructural de puentes, defensas ribereñas y viviendas; pobladores aislados por la caída de puentes, pérdida de sembríos y animales menores, corte del servicio de agua potable y alumbrado eléctrico, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	El Mirador de Ñaña, Puente de Carapongo, Brisas de Carapongo, Barrio Portillo, El Vallecito, Barrio Huancayo, Asociación El Olivar; las Terrazas de Caraponguillo, Alameda de Carapongo, Asociación Los Tulipanes, etc.
Huaycán	*Huaycos *Deslizamientos *Desprendimiento de rocas *Calidad del suelo *Sismos, etc.	*Poco acceso a la información. *Etc. Adicionalmente: *Huaycán: existencia de picapedreros. *Carapongo: casas asentadas muy cerca de torres de alta tensión.	Afectación de infraestructura como viviendas y algunos Centros de Atención Primaria, etc. Viviendas y algunos Centros de Atención Primaria, colapso de vivienda, fracturas de viviendas.	Zona Z: Asociación San Martín de Porres, Los Girasoles IV Etapa, Jardines de Villa; Zona T; Zona S; Zona K, Zona X, Zona V, Zona F, Zona R.

1.2.4. Modificaciones en la dinámica fluvial

La construcción de muros de contención y la canalización del río, obras hidráulicas como puentes y bocatomas sin tomar en cuenta un exigente estudio del régimen de caudales y la especificación del periodo de retorno, dan como consecuencia la modificación de la dinámica fluvial. Un ejemplo de ello ocurre en el Puente del Ejército.



Ilustración 2 en agosto del 2011, el aumento del caudal del río Rímac destruyó puentes peatonales en Carapongo (Chosica)

1.3. Registros históricos de inundaciones fluviales en la Cuenca del Río Rímac

Fueron más de 120 veces que se desbordó el río Hablador. Se mostrará en la siguiente Tabla, los más perjudiciales y de los que se ha encontrado información:

Tabla 3 Zonas afectadas -chosica.

Año	Fecha	Caudal (m ³ /s)	Zonas afectadas
1923	Marzo	178	
1925	Febrero	100	
1959	Febrero	97	Matucana
1982-1983		185	Carmen de la Legua
1983	Marzo	200	Matucana, Huaripachi y Monterrico
1994	Marzo	100	Callao
1997-1998	Febrero	200	
2009	Marzo	88.2	Chillón
2017	Abril	90	Carapongo Carrizales

En los años 1923, 1982-1983, 1997-1998, sus caudales han sobrepasado la barrera de los 110 m³/s, que para el SENAHMI se declara alerta roja, y los desbordes ocurren cuando pasa los 120 m³/s. Pero en todo el cauce de la cuenca del Rímac, la geomorfología es

diferente y varios factores ayudan a que con caudales de 90 m³/s del año 2017, en ciertos tramos del río, se produzcan desbordes, como es el caso de: Los Sauces de Ñaña.

1.4. Efectos geográficos de las inundaciones

Las inundaciones son determinantes en la erosión y sedimentación de las fuentes de agua. (INDECI, 2011)

En los años 1982-1983 y 1997-1998 hubo una pérdida de USD 3500 millones, los sectores productivos fueron los más afectados con un 46% del daño total, seguido del sector transporte con 21% y el sector agropecuario con 17% causado por el Fenómeno del Niño (Montenegro Chavesta, 2012).

Según Oscar Flores, del Diario Peru21, “más de 30 mil personas que viven cerca de las riberas del río están en riesgo a las inundaciones”, advierte INDECI.

Además, se elaboró un resumen de los mayores daños por inundaciones que se han dado en los distritos que están en el curso principal del río Rímac:

Tabla 4 Resumen de daños por inundaciones en el curso principal del río Rímac Fuente: (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2017), INGEMMET (1998).

MUNICIPALIDAD	NOMBRE DEL LUGAR	ESTADO DE INUNDACIONES
Matucana	Guaripache	El río Rímac se desborda en un tramo de unos 1000 m, azotando a unas 50 familias.
San Mateo	Pite	El río Rímac se desborda en un tramo de unos 800 m, azotando a unas 100 familias. Alrededor del kilómetro 95 de la carretera nacional se generó una inundación de gran escala en 1998. Cuando se generan inundaciones, 2 puentes quedan intransitables.
	Sucro	La erosión de las riberas es grave.
Santa Eulalia		A lo largo del río Rímac hay una toma de agua del grifo, la cual sufre daños en caso de inundaciones. Unas 7000 familias son afectadas por los daños a esta fuente de suministro de agua
	Sauces	Fuertes daños en los centros de esparcimiento de Los Sauces
Chosica	María Parado de Bellido	Se construyeron diques y protección de la libera como medidas contra inundaciones, pero debido a los daños por la erosión otra vez está en aumento el riesgo de inundaciones. Se calcula que actualmente unas 500 familias pueden sufrir daños por inundaciones.
	Hijo de Santa Ines	Cuando se generan inundaciones, los alrededores quedan anegados. Actualmente, el Ministerio de Vivienda efectúa la excavación del lecho del río
Chaclacayo	Alrededores del puente Bayli	Habitantes ilegales reducen el canal del río

Tabla 5 Población expuesta a niveles altos y muy altos ante inundaciones en la Cuenca Del Rio Rímac. Fuente: INEI 2007

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
		Callahuanca
		Chicla
		Matucana
		Ricardo Palma
Lima	Huarochiri	San Bartolome
		San Mateo
		Santa Cruz de Cochacra
		Santa Eulalia
		Surco

De la inundación de 1994, en el Callao y Gambetta Baja, el área total afectada es 50.3 ha, el 30% era de uso residencial, el resto era depósitos e instalaciones de empresas de petróleo, gas, agricultura, etc.(Ferradas, 1994). Esto afectó a unas 1500 personas que viven en las riberas, y la muerte de una anciana y un niño.

Tabla 6 Daños por desborde del Rio Rímac al 11 de marzo de 1994 Fuente: (Ferradas, 1994)

SECTOR	POBLACIÓN DAMNIFICADA	VIVIENDA			
		DESTRUIDA	AFECTADA	LEVE	TOTAL
Gambeta Baja	4,526	102	173	291	566
A. H. Ramón Castilla	4,219	92	164	282	538
A. H. Andrés A. Cáceres	443	42	43		85
A. H. Isla Verde	119	30			30
A. H. San Antonio	110	22			22
A. H. René Núñez del P.	187	46			46
A. H. Almirante Grau	137	27			27
A. H. Ongoy	136	11	12	4	27
A. H. Simón Bolívar	49	14			14
A. H. San Jorge	59	12			12
A. H. Restobal	44	11			11
Barrio Frigorífico	725	18	17	112	147
TOTAL	10,754	427	409	689	1,525

1.5. Medidas de Prevención

Las medidas de prevención ante inundaciones tienen como objetivo proteger los puntos críticos de las zonas marginales y así disminuir la vulnerabilidad de la población, daños, destrucción y número de víctimas.

Los puntos críticos de desbordamiento son la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos y de eventos extremos, que hacen necesaria la ejecución de actividades permanentes de descolmatación de cauces, limpieza y descolmatación, protección del dique existente, reforestación de las fajas marginales y reubicación de las viviendas que se encuentran ubicados en el borde del cauce o zonas de alto riesgo (Montenegro Chavesta, 2012).

1.5.1. Propuestas de prevención en la zona de desastre:

2.5.1.1 Medidas estructurales.

Dentro de las medidas estructurales para evitar los desbordes y erosión se propone:

Principalmente diques revestidos de roca u otro material adecuado a cada lugar de intervención para permitir contrarrestar los efectos erosivos del río (Montenegro Chavesta, 2012).

La profundización del cauce mediante la eliminación de sedimentos para afrontar el problema de pendiente baja de sedimentación. Esto puede ser una solución, sin embargo, tiene un alto costo y se cuenta con poco tiempo antes del inicio de la temporada de lluvias; además que tendría que repetirse cada año, a menos que se modifique y regule la pendiente. (Ferradas, 1994)

Puentes peatonales sobre canales de agua para asegurar una evacuación segura durante una emergencia y reducir las pérdidas. (Ferradas Manuci, 2013)

Medidas estructurales, que incluyan códigos de construcción y especificaciones de materiales, reacondicionamiento de las estructuras existentes como: espigones, orientan en forma convergente los cursos de agua; muro de gaviones, para reducir el desborde del caudal del río en áreas críticas de las márgenes de la cuenca Rímac. (Quincho, 2015) (Hernández-Vásquez et al., 2016) (Montenegro Chavesta, 2012).

2.5.1.2 Medidas no estructurales.

Son medidas administrativas programa de sensibilización y capacitación, alerta temprana, simulacros y ordenamiento territorial de las fajas marginales que son lideradas principalmente por el Gobierno Regional y Local. (Montenegro Chavesta, 2012)

La reubicación de la población ubicada en la zona de los asentamientos ilegales. Ello constituye parte de la solución, pero el riesgo en que se encuentra la mayor parte de la población corresponde a la que habita en los asentamientos legales. También la cooperación de la población organizada en los procesos de prevención, planificación y preparativos para las emergencias para las zonas de riesgo. Ello porque su conocimiento de la realidad local y su experiencia (en los casos que ocurran desastres periódicos) y continuidad (al vivir en la zona); para así potenciar la capacidad de respuesta de la población antes de la ocurrencia de desastres y reducir su vulnerabilidad frente a inundaciones. (Ferradas, 1994)

Forestación, para evitar la infiltración del agua, educación ambiental y prevención de desastres a cargo de las municipalidades, limpieza de y mantenimiento del río Rímac. (Quincho, 2015) (Hernández-Vásquez et al., 2016) (Montenegro Chavesta, 2012).

1.5.2. Estructuras hidráulicas existentes

Tabla 7 Medidas de prevención existentes en la cuenca del río Rímac

Fuente:(Corporation et al., 2014)

Sección (tramo del río)	Estado de estructuras hidráulicas		Tamaño	EA
	Ítem			
0 ~ 5km	Barrera de protección (en ambas márgenes)		10,0 km	2
5 ~ 10km	Barrera de protección (en ambas márgenes)		3,8 km	2
10 ~ 15km	Disipador de salto a gran escala		60 m	1
15 ~ 20km	Dique (en ambos márgenes)		10,0 km	2
	Barrera de protección (en el margen derecho)		1,8 km	1
20 ~ 25km	Dique (en ambos márgenes)		2,0 km	2
	Barrera de protección (en la margen izquierda)		4,0k m	1
25 ~ 30km	Compuerta de vertedero en bajada		76,6 m	1
	Dique (en ambos márgenes)		10,0 km	2
30 ~ 35km	Barrera de protección (en la margen izquierda)		5k m	1
	Disipador de salto		53,7 m	1
35 ~ 40km	Dique (en ambos márgenes)		10,0 km	1
	Vertedero de toma		35,9 m	2
40 ~ 45km	Dique (en ambos márgenes)		5,1 km	2
45 ~ 50km	Dique (en la margen izquierda)		5,0 km	1
50 ~ 55km-1	Dique (en ambos márgenes)		2,0 km	5
50 ~ 55km-2	Dique (en ambos márgenes)		2,0 km	2
	Vertedero de toma		28,6 m	1
55 ~ 60km-1	Barrera de protección (en ambas márgenes)		1,5 km	2
55 ~ 60km-2	Barrera de protección (en ambas márgenes)		2,7 km	4
	Barrera de protección (en la margen izquierda)		0,3 km	1

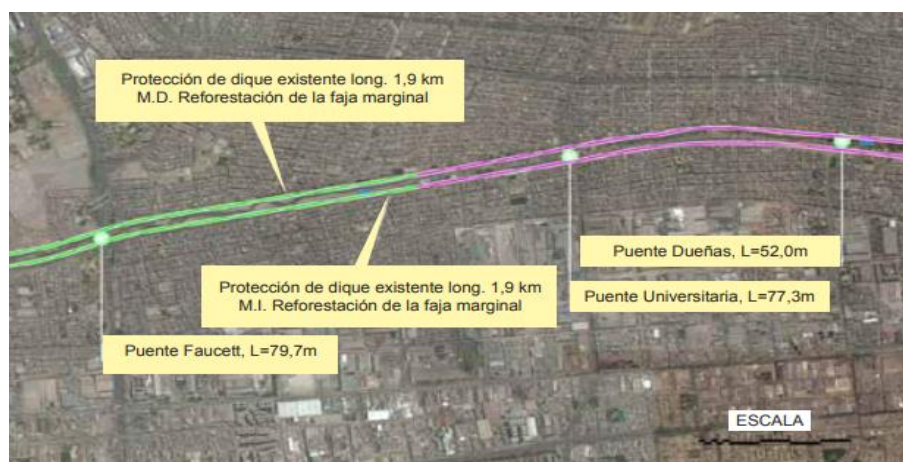


Ilustración 3 Mapa del estado de las estructuras e instalaciones hidráulicas (5~10 km)

Fuente:(Corporation et al., 2014)

CONCLUSIONES

Se identificó las causas, efectos y las medidas de prevención ante desastres ocasionados por las inundaciones en los márgenes del cauce principal del río Rímac. Los datos obtenidos son escasos, incompletos debido al acceso limitado en esta época de pandemia COVID 2019. Sólo se tienen informes de ciertas fechas y años donde se logró estudiar a detalle la inundación que afectó gravemente los centros poblados.

La variabilidad climática y el cambio climático han acelerado las condiciones hidrometeorológicas (Sedano Cruz et al., 2013), implicando en que la gestión de recursos hídricos tradicionales se deban modificar y adaptar a los nuevos cambios climáticos.

El Estado actúa lentamente, al ejecutar medidas de prevención, construcción y rehabilitación de infraestructura afectada (Comeca Chuquipul et al., 2019) en zonas vulnerables a la inundación.

Las acciones del Estado deben evaluarse ordenadamente: antes, durante y después (Comeca Chuquipul et al., 2019) de la inundación.

Se sugiere un mayor control por parte de los Gobiernos Locales supervisando y orientando la no construcción de viviendas e infraestructuras en los márgenes del cauce del río Rímac. Las viviendas que se encuentren en estas zonas vulnerables, deben reubicarse. (Comeca Chuquipul et al., 2019)

Realizar periódicamente simulaciones hidráulicas del río Rímac, para la identificación de las zonas vulnerables a la inundación.

La propuesta estratégica contempla medidas estructurales y no estructurales, y se han planteado bajo el concepto del régimen estable, lo que significa que las zonas vulnerables o puntos críticos no representen riesgos de desbordes y erosión de riberas. (Montenegro Chavesta, 2012)

Se recomienda que los gobiernos locales y regionales prioricen las actividades planteadas en el estudio para garantizar principalmente la seguridad de la población asentada en las riberas del río Rímac

Concientizar a la población sobre los procesos de prevención y planificación para potenciar la capacidad de respuesta ante ocurrencia de desastres y reducir su vulnerabilidad de la población frente a inundaciones.

REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japon. (2017). *Estudio básico de la Demanda de Control de Inundaciones en la República del Perú*. 1–192.
- Amaral, G., Bushee, J., Cordani, U. G., KAWASHITA, K., Reynolds, J. H., ALMEIDA, F. F. M. D. E., de Almeida, F. F. M., Hasui, Y., de Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., Oldenzaal, Z., Guida, A., Tchalenko, J. S., Peacock, D. C. P., Sanderson, D. J., Rotevatn, A., Nixon, C. W., Rotevatn, A., Sanderson, D. J., ... Junho, M. do C. B. (2013). Peligros Geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao. *Journal of Petrology*, 369(1), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ambiente, M. del. (2012). Reporte Técnico Zonificación sísmica geotécnica de la cuenca del río Rímac. *Instituto Geofísico Del Perú*. https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/IGP/703/reporte_tecnico_rimac.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Autoridad Nacional del Agua. (2007). *Inundaciones En El Perú Aspectos Generales*. <http://www.rimd.org/advf/documentos/4962879bcbe32.pdf>
- Comeca Chuquipul, M. Á., Cruz Reyes, F. M., Durand Castro, D. M., Rojas Acosta, T., La Torre Ruiz, F. M., & Comeca Ramírez, L. M. (2019). El Niño Costero y la ocupación del territorio, cuenca del río Rímac. Caso: Chosica. *Investigaciones Sociales*, 22(41), 105–120. <https://doi.org/10.15381/is.v22i41.16769>
- Corporation, K. W. R., Yooshin Engineering Corporation, & Pyunghwa Engineering. (2014). Informe Final - PLAN MAESTRO DEL PROYECTO RESTAURACIÓN DEL RÍO RÍMAC. *Asociación Nacional Del Agua*. www.basel.int
- Del, D. E. S., & León, M. (2016). Modelización de inundaciones fluviales con iber. caso práctico de santiago del molinillo (león). *Revista de Las Ciencias Geomáticas*, 34(October), 7–12. https://www.researchgate.net/profile/Raquel_Martinez_Canto/publication/309611090_MODELIZACION_DE_INUNDACIONES_FLUVIALES_CON_IBER_CASO_PRACTICO_DE_SANTIAGO_DEL_MOLINILLO_LEON/links/5819c81a08aeffb29412dc48/MODELIZACION-DE-INUNDACIONES-FLUVIALES-CON-IBER-CA
- Ferradas Manuci, P. (2013). *Gestión del Riesgo de Desastres en la Cuenca del Río Rímac*. 1–25.
- Ferradas, P. (1994). Callao: Cuando el río habla es porque inundaciones anuncia. *Desastres y Sociedad*, 1(3), 7–19.
- Hernández-Vásquez, A., Arroyo-Hernández, H., Bendezú-Quispe, G., Díaz-Seijas, D., Vilcarromero, S., Rubilar-González, J., & Gutierrez-Lagos, E. (2016). Potential

vulnerability to flooding at public health facilities in four northern regions of Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 33(1), 92–99. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.331.2012>

INDECI. (2011). Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales. *Cuaderno Técnico N° 02*, 85.

Maskrey, A. C. (n.d.). *Huaycos e Inundaciones en el Valle del RIMAC* (p. 11).

Ministerio de Agricultura Perú. (2010). Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac. *Ministerio de Agricultura Perú*, 226.

Ministerio de Energía y Minas. (1997). Descripción De La Cuenca Del Río Rimac. *Minem*, 1–2.
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/evats/rimac/rimac2.pdf>

Montenegro Chavesta, J. L. (2012). *Tratamiento del Cauce del Río Rímac y Principales Quebradas Tributarias para Mitigar Efectos de Eventos Hidrológicos Extremos. I.*

Quincho, G. (2015). Gestión de Inundación por Caudales Máximos en la Subcuenca Baja de la Quebrada del Río Huaycoloro - Río Rímac. *ECIPerú*, 11(2), 95. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Rocha Felices, A. (2015). El impacto del fenómeno de El Niño en zonas urbanas. *Servicio Meteorológico Nacional*.

Sedano Cruz, K., Carvajal Escobar, Y., & Ávila Díaz, Á. J. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Luna Azul*, 37, 219–218.