

## EVALUACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN PLUVIAL EN EL DISTRITO DE LUCRE Y CENTRO POBLADO DE HUACARPAY DE LA PROVINCIA DE QUISPICANCHIS-REGION CUSCO

Autores:

Arq. De La Quintana Solis Jorge Luis  
Ing. Gomez Elorrieta Juan Carlos  
Blgo. Jiménez Villavicencio Gardenia R.  
Ing. Morales Araoz José  
Ing. Quispe Mendoza Ruther

Compiladora de Artículo:

Mgt. Shaili Julie Cavero Pacheco  
[scavero@uandina.edu.pe](mailto:scavero@uandina.edu.pe)

### RESUMEN

La presente investigación determinó los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo, que conlleve a la probabilidad de ocurrencia del fenómeno de inundación a consecuencia de las intensas lluvias de carácter anómalo sobre la micro cuenca del río Lucre y la laguna de Huacarpay, donde se encuentra la población afectada y medios de vida expuestos, ubicados en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchis y departamento del Cusco.

Para su desarrollo se aplicó la metodología del “Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros.

Dentro de este marco, se recurrió a la información existente en las entidades técnicas científicas, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Municipalidad Distrital de Lucre, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), asimismo la información obtenida a través de recopilación de datos por el grupo que realiza el estudio de Evaluación de Riesgos.

Llegando a la conclusión que las zonas urbanas expuestas del centro poblado de Huacarpay en el distrito de Lucre, se encuentran en Zona de ALTO RIESGO ante inundaciones pluviales y los efectos probables del fuerte impacto en las zonas urbanas del Centro Poblado de Huacarpay - Lucre afectadas por inundaciones debido a lluvias intensas.

**Palabras claves:** Peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo, peligro, Huacarpay.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo permite identificar los peligros, las vulnerabilidades y determinar el nivel de riesgo por inundación pluvial en la micro cuenca del río Lucre y Laguna de Huacarpay, analizando el impacto del fenómeno sobre el centro poblado de Huacarpay y distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi y departamento del Cusco, originado por lluvias intensas extraordinarias.

En este sentido, la ocurrencia de este tipo de inundaciones es uno de los factores que puede causar un mayor grado de destrucción a los elementos expuestos, debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad en la zona de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se realizó la caracterización del área por medio de la técnica de revisión documental, para describir la ubicación, accesibilidad de la zona, salud y educación; encuestas para determinar los aspectos sociales, servicios básicos, y económicos. Para los aspectos climatológicos, además, se utilizó el método propuesto por Thornthwaite (1931).

Para la determinación del peligro se recurrió a la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR (versión 2), siendo necesario estimar la peligrosidad (parámetros de evaluación, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes y desencadenantes y los elementos expuestos y susceptibles). En el caso de la vulnerabilidad, también, debiendo determinar los niveles de vulnerabilidad de las zonas afectadas por inundación pluvial en el área urbana del Centro Poblado de Huacarpay, se consideró realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental, utilizando los parámetros de evaluación. La propuesta del CENEPRED para el

cálculo de la vulnerabilidad, contempla un proceso esencial que permitió identificar y valorar el riesgo, además de brindar una visión integral de la exposición al mismo.

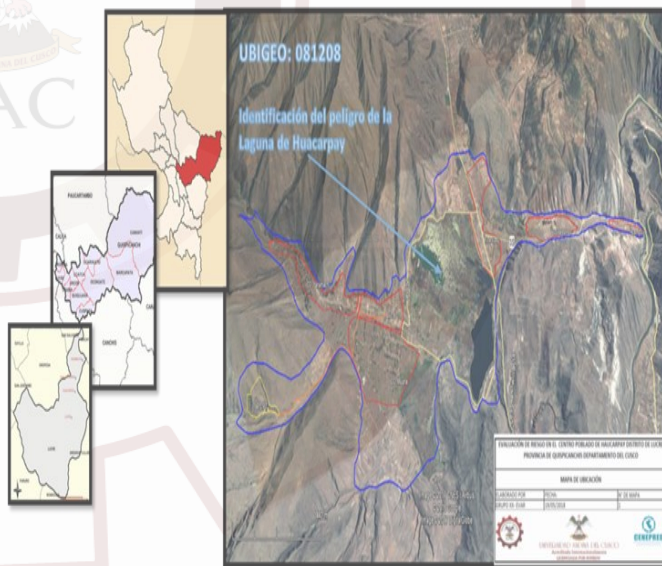
## RESULTADOS

### Características Generales del Área de Estudio

Tabla 1. Área de Estudio

|                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| Departamento    | Cusco                    |
| Provincia       | Quispicanchi             |
| Distrito        | Lucre                    |
| Localidad       | C.P. De Huacarpay        |
| Coordenadas Utm | Longitud Este: 204379.00 |
|                 | Latitud Sur: 8493626.00  |
| Ubigeo          | 081208                   |

FUENTE: Municipalidad Distrital de Lucre.



## Determinación del peligro

### Identificación de Zonas Críticas

Luego del análisis y la evaluación respectiva, se localizaron tres zonas críticas dentro del área de estudio que se describen a continuación:

- Dentro del curso del río Lucre, se produce un embotellamiento por reducción de su cauce y canalización, que origina la elevación de nivel del río comenzando con 8 m y reduciéndose a la mitad en la entrada del pueblo; además, presenta un puente colonial que fácilmente impide el paso de materiales de arrastre, lo que ocasiona la inundación en el mismo distrito de Lucre. Cabe indicar que muy cerca al lugar, se encuentra la ex fábrica textil de Lucre, construido con adobe, en cuyo interior se guarda maquinaria, que fácilmente podría perderse por acción del agua, así mismo, existen viviendas y comercios construidas con adobe que, por acción del agua pueden remojar y colapsar, agravándose esta situación por la fuerte pendiente que tiene este tramo y la fuerza del agua, puesto que agarra rapidez y es más destructiva.
- El segundo sector son las parcelas, que se encuentra principalmente en la margen derecha del río que están a desnivel, que fácilmente pueden ser inundadas como ya ocurrió anteriormente. El agua es buena en los cultivos, pero el exceso trae consecuencias negativas como la proliferación de plagas por el agua estancada y las pérdidas se verían, en plantas de tallo corto y hortalizas. También existen restos arqueológicos de la cultura Wari que se encuentran a desnivel, que podrían ser inundados y deteriorarse por ser de piedra y estar unidos con mortero de barro que podría ocasionar su colapso por el tiempo de exposición.
- El tercer sitio localizado es el C.P. Huacarpay que tiene un desnivel de 1 a 2 m con respecto al río y 1 m con respecto a la laguna que también es inundable, el cual ya

ocurrió en el año 2010, donde colapsaron el 90% de las viviendas de adobe; a pesar de que hoy las viviendas, comercios y locales turísticos son de material noble, el tipo de suelo no es el adecuado y también el tiempo de estancia del agua puede ocasionar licuefacción de suelo y el colapso de la infraestructura.

Es necesario mencionar que el sistema de agua y desagüe colapsaría en una eventual inundación ocasionando el desabastecimiento de agua potable lo que contribuiría a la aparición de brotes de enfermedades gastrointestinales y propios generados por aguas estancadas; el sistema eléctrico, sería afectado también al cortarse de inmediato, para evitar posibles accidentes eléctricos y cortos circuitos; puesto que, algunos postes podrían colapsar por su ubicación cerca al evento, las vías de comunicación terrestre estarían bajo el agua lo que ocasionaría su deterioro fuera cual fuera el material de construcción.

Tabla 2. Niveles de Exposición (Elementos Expuestos)

| Exposición Social | Exposición Económica | Exposición Ambiental |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| 0.464             | 0.510                | 0.464                |
| 0.268             | 0.259                | 0.266                |
| 0.149             | 0.130                | 0.146                |
| 0.075             | 0.066                | 0.078                |
| 0.043             | 0.035                | 0.046                |
| 1.000             | 1.000                | 1.000                |

### Análisis de la vulnerabilidad

Tabla 3. Síntesis Niveles de Vulnerabilidad

| DIMENSION SOCIAL       |                       | DIMENSION ECONOMICA       |                          | DIMENSION AMBIENTAL       |                          | VALOR DE LA VULNERABILIDAD |          |
|------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------|
| VALOR DIMENSION SOCIAL | PESO DIMENSION SOCIAL | VALOR DIMENSION ECONOMICA | PESO DIMENSION ECONOMICA | VALOR DIMENSION AMBIENTAL | PESO DIMENSION AMBIENTAL |                            |          |
| 0.489                  | 0.350                 | 0.492                     | 0.300                    | 0.484                     | 0.350                    | 0.488                      | MUY ALTA |
| 0.257                  | 0.350                 | 0.261                     | 0.300                    | 0.261                     | 0.350                    | 0.260                      | ALTA     |
| 0.138                  | 0.350                 | 0.133                     | 0.300                    | 0.143                     | 0.350                    | 0.138                      | MEDIA    |
| 0.076                  | 0.350                 | 0.078                     | 0.300                    | 0.071                     | 0.350                    | 0.075                      | BAJA     |
| 0.040                  | 0.350                 | 0.036                     | 0.300                    | 0.041                     | 0.350                    | 0.039                      |          |

Tabla 4. Vulnerabilidad

|          | VULNERABILIDAD         |
|----------|------------------------|
| MUY ALTA | $0.260 \leq R < 0.488$ |
| ALTA     | $0.138 \leq R < 0.260$ |
| MEDIA    | $0.075 \leq R < 0.138$ |
| BAJA     | $0.039 \leq R < 0.075$ |

CÁLCULO DE RIESGO

La matriz de riesgo originado por Inundación Pluvial en el Distrito de Lucre y Centro Poblado Huacarpay es la siguiente:

Tabla 5. Matriz de riesgo

|              |       |                |       |       |       |       |
|--------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|
| PELIGROSIDAD | 0.477 | 0.019          | 0.036 | 0.066 | 0.124 | 0.233 |
|              | 0.267 | 0.010          | 0.020 | 0.037 | 0.069 | 0.130 |
|              | 0.142 | 0.006          | 0.011 | 0.020 | 0.037 | 0.069 |
|              | 0.074 | 0.003          | 0.006 | 0.010 | 0.019 | 0.036 |
|              | 0.040 | 0.002          | 0.003 | 0.006 | 0.010 | 0.020 |
|              |       | 0.039          | 0.075 | 0.138 | 0.260 | 0.488 |
|              |       | VULNERABILIDAD |       |       |       |       |

CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del Sector Lucre-Huacarpay, a consecuencia del impacto del peligro por inundación pluvial de precipitaciones anómalas en la zona. A continuación, se muestran los efectos probables de daños y pérdidas económicas, siendo estos de carácter netamente residencial, el monto estimado asciende a : S/. 194,049,490.77 de los cuales S/. 55,873,033.95 corresponde a los daños probables y S/. 138,176,456.82 corresponde a las pérdidas probables.

Tabla 6. Efectos Probables Del área de influencia del Distrito de Lucre y centro poblado de Huacarpay Provincia De Quispicanchis – Cusco

| EFFECTOS PROBABLES   | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD   | COSTO UNITARIO | TOTAL          | Daño PROBABLE | PERDIDAS PROBABLES |
|--|------------------|------------|----------------|----------------|---------------|--------------------|
| CAMINOS RURALES  | ML               | 10,840.000 | 350.00         | 3,794,000.00   | 1,138,200.00  | 2,655,800.00       |
| VIAS URBANAS ASFALTADAS  | KM               | 8.063      | 3,450,000.00   | 27,817,350.00  | 8,345,205.00  | 19,472,145.00      |
| VIAS URBANAS AFIRMADAS   | KM               | 0.999      | 1,480,000.00   | 1,478,520.00   | 443,556.00    | 1,034,964.00       |
| CARRETERAS ASFALTADAS  | KM               | 1.141      | 3,450,000.00   | 3,936,450.00   | 1,180,935.00  | 2,755,515.00       |
| CARRETERAS AFIRMADAS   | KM               | 2.740      | 1,860,000.00   | 5,096,400.00   | 1,528,920.00  | 3,567,480.00       |
| PUENTE VEHICULAR   | UND              | 5.000      | 6,850,000.00   | 34,250,000.00  | 10,275,000.00 | 23,975,000.00      |
| PUENTE PEATONAL  | UND              | 12.000     | 980,000.00     | 11,760,000.00  | 3,528,000.00  | 8,232,000.00       |
| CANAL DE RIEGO   | ML               | 2,430.000  | 450.00         | 1,093,500.00   |               | 1,093,500.00       |
| DEFENSA RIBEREÑA   | ML               | 2,607.000  | 2,250.00       | 5,865,750.00   | 1,759,725.00  | 4,106,025.00       |
| DIQUES   | ML               | -          |                | -              | -             | -                  |
| RESERVORIOS  | M2               | 200.000    | 1,350.00       | 270,000.00     | 81,000.00     | 189,000.00         |
| RED DE AGUA POTABLE  | KM               | 4.400      | 234,710.00     | 1,032,724.00   | 309,817.20    | 722,906.80         |
| RED DE DESAGUE   | KM               | 4.000      | 212,100.00     | 848,400.00     | 254,520.00    | 593,880.00         |
| RED DE ELECTRICIDAD  | KM               | 3.500      | 445,815.00     | 1,560,352.50   | 468,105.75    | 1,092,246.75       |
| SUELO EROSIONADO   | M2               | 2,970.000  |                | -              | -             | -                  |
| DEFORESTACION  | M3               | 2,448.000  |                | -              | -             | -                  |
| ZONA INTANGIBLE  | Ha               | 1,978.000  |                | -              | -             | -                  |
| VIVIENDAS BLOQUETA PROVISIO-<br>NAL                              | N°VIV            | 63.000     | 234,500.00     | 14,773,500.00  | 4,432,050.00  | 10,341,450.00      |
| VIVIENDAS ADOBE  | N°VIV            | 40.000     | 167,500.00     | 6,700,000.00   |               | 6,700,000.00       |
| VIVIENDAS CONCRETO ARMADO  | N°VIV            | 90.000     | 402,000.00     | 36,180,000.00  | 10,854,000.00 | 25,326,000.00      |
| AGRICULTURA  | HA               | 0.105      | 120,000.00     | 12,544.27      |               | 12,544.27          |
| <b>PERDIDAS PROBABLES</b>  |                  |            |                |                |               |                    |
| 3525 HORAS PERDIDAS DE CLASES<br>LECTIVAS (8 DIAS X 235 ALUMNOS) |                  |            |                |                |               |                    |
| CENTRO DE SALUD  | UND              | 1.000      | 11,580,000.00  | 11,580,000.00  | 3,474,000.00  | 8,106,000.00       |
| INSTITUCION EDUCATIVAS   | UND              | 4.000      | 6,500,000.00   | 26,000,000.00  | 7,800,000.00  | 18,200,000.00      |
| COSTO DE ADQUISICION DE CARPAS                                   |                  |            |                | 482,500.00     |               |                    |
| GASTOS DE ATENCION DE EMER-<br>GENCIA                            |                  |            |                | 100,000.00     |               |                    |
| <b>TOTALES</b>   |                  |            |                | 194,049,490.77 | 55,873,033.95 | 138,176,456.8      |



**Control del riesgo**

El Centro poblado de Huacarpay se encuentra en una zona de vulnerabilidad muy alta, relacionado a la ocurrencia de inundaciones, influenciadas de sobre manera por la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, que podrían modificar el comportamiento hidráulico de los ríos Lucre, Huatanay y la laguna de Huacarpay.

**Matriz del nivel de aceptabilidad y/o tolerancia**

Conociendo el nivel de reacción de las personas y conscientes de que no prefieren ser reasentadas, aceptan convivir con el peligro; por lo que es necesario que la Municipalidad Distrital de Lucre, elabore el Plan de Prevención para reducir los efectos del peligro; así mismo, deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.

Tabla 7. Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

|                           |                           |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Riesgo Inaceptable</b> | <b>Riesgo Inaceptable</b> | <b>Riesgo Inadmisible</b> | <b>Riesgo Inadmisible</b> |
| <b>Riesgo Tolerable</b>   | Riesgo Inaceptable        | Riesgo Inaceptable        | Riesgo Inadmisible        |
| <b>Riesgo Tolerable</b>   | Riesgo Tolerable          | Riesgo Inaceptable        | Riesgo Inaceptable        |
| <b>Riesgo Aceptable</b>   | Riesgo Tolerable          | Riesgo Tolerable          | Riesgo Inaceptable        |

Fuente: CENEPRED

**Prioridad de intervención**

Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos. En la tabla, se observa la matriz de aceptabilidad y tolerancia, considerando el riesgo cero o nulo, no existe, se plantea medidas de tipo estructural y no estructural, de acuerdo al nivel de priorización siguiente:

Tabla 8. Matriz de aceptabilidad y tolerancia

| Valor | Descriptor  | Nivel de Priorización |
|-------|-------------|-----------------------|
| 4     | Intolerable | I                     |
| 3     | Inaceptable | II                    |
| 2     | Tolerable   | III                   |
| 1     | Aceptable   | IV                    |

Fuente: CENEPRED

De la tabla anterior, se obtiene que el nivel de priorización es II, el cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o reducción del riesgo de desastres.

**DISCUSIÓN**

En función de todos los hallazgos, se deben tomar acciones de inmediato, entre ellas:

De carácter estructural.

- Ampliar las compuertas de desfogue de la laguna de Huacarpay.
- Construcción de muros de contención de 1 m de altura del circuito vial alrededor de la laguna.
- Reubicación del puente colonial en coordinación con el Ministerio de cultura y la Municipalidad de Lucre para evitar la colmatación y evitar reboces.
- Construcción de un muro pantalla en el tramo de ubicación del mismo poblado de Huacarpay.
- Realizar actividades de manera periódica de limpieza y descolmatación en conjunto con la municipalidad Distrital y los moradores de la zona.

De carácter no estructural

- Programar capacitaciones según la normativa de GRD que debe estar a cargo de la municipalidad de lucre.

- Realizar charlas de sensibilización a los habitantes de la zona de riesgo.
- Se debe considerar un replanteo de lotización de zonas ocupadas con la finalidad de evitar el peligro, mediante la oficina de infraestructura y desarrollo urbano de la Municipalidad Distrital de Lucre.
- Emitir directivas para incrementar medidas de prevención y/o reducción contempladas en las normas técnicas de Habilitación Urbana con la finalidad de incentivar la no ocupación de zonas en peligro.
- La municipalidad Distrital de Lucre debe impulsar y promover la educación formal en búsqueda de una cultura de prevención de riesgos.

## REFERENCIAS

- CENEPRED (2012) Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres, Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM.
- INEI (2017). Censo de Población, Vivienda e infraestructura pública afectada por “El Niño Costero.
- INEI (2016). Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno del Niño y otros Fenómenos Naturales.
- INEI (2009). Perú: Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 200-2015. Lima.
- INDECI (2017). Listado de emergencias según región del SINPAD, 2003 – 2017.
- SIGRID (2017). Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- INGEMMET (2013). Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
- SINAGERD. (2011) Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento