

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7116**

# EVALUACIÓN DE PELIGRO POR INUNDACIÓN PLUVIAL EN EL PREDIO LA DESPENSA

Región Lambayeque  
Provincia Chiclayo  
Distrito Leonardo Ortiz



ENERO  
2021

## **EVALUACIÓN DE PELIGRO POR INUNDACIÓN PLUVIAL EN EL PREDIO LA DESPENSA, DISTRITO DE LEONARDO ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO, REGIÓN LAMBAYEQUE**

Elaborado por la Dirección  
de Geología Ambiental y  
Riesgo Geológico del  
INGEMMET

*Equipo de investigación:*

*Cristhian Anderson Chiroque Herrera*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligro por inundación pluvial en el predio La Despensa. Distrito de Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7116, 37p.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	2
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	3
<b>1.3. Aspectos generales</b> .....	5
1.3.1. UBICACIÓN.....	5
1.3.2. ACCESIBILIDAD .....	6
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	6
<b>2.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	7
2.1.1. DEPÓSITOS ALUVIALES 1 (Q-al1).....	7
2.1.2. DEPÓSITOS ALUVIALES 2 (Q-al2).....	7
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	8
<b>3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)</b> .....	8
<b>3.2. Pendientes del terreno</b> .....	9
<b>3.3. Unidades geomorfológicas</b> .....	10
3.3.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL... 10	
<b>4. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	13
<b>4.1. Escorrentía mixta</b> .....	13
<b>4.2. Análisis de direcciones de flujo</b> .....	14
<b>4.3. Red de drenaje de la zona</b> .....	16
<b>4.4. Puntos críticos por inundación pluvial</b> .....	18
4.4.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	22
4.4.2. FACTORES DESENCADENANTES.....	23
4.4.3. DAÑOS POR PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS .....	24
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	26
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	27
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	28
<b>ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES</b> .....	29
<b>ANEXO 2: GLOSARIO</b> .....	30

**ANEXO 3: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ..... 31**

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligro por inundación pluvial, realizada en el predio denominado La Despensa ubicado en el interior del Mercado La Nueva Despensa, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, región Lambayeque. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

El predio La Despensa, destinado para la construcción de la Comisaría PNP de la Región Policial de Lambayeque, se asienta sobre coberturas aluviales originadas por procesos depositacionales, las cuales han sido modeladas por escorrentía superficial y la acción de vientos provenientes de la franja litoral, las evidencias de estos procesos fueron eliminadas por la actividad antrópica. De igual modo podemos observar al norte depósitos fluviales del río Lambayeque, y depósitos aluviales al sur; mientras que, al oeste se observan depósitos eólicos producto de la dinámica de los vientos costeros.

El peligro geohidrológico identificado en esta zona, corresponde a inundación pluvial que se activa por la escorrentía que fluye por las calles hasta almacenarse en áreas con depresiones topográficas. Se cuenta con registros de daños y ocurrencias durante los años 1998, 2002, 2012 y recientemente durante El Niño Costero 2017 y la temporada de lluvias del año 2019. Estos eventos afectan viviendas y calles con tirantes de agua de hasta 30 cm de inundación que se activan en temporada de lluvias. La llanura o planicie aluvial presenta pendientes llanas a suavemente inclinadas ( $>5^\circ$ ), esta geoforma es el principal factor condicionante para la ocurrencia de inundaciones en este sector. Así también, otros procesos particulares como la erosión por escorrentía han dado origen a depresiones en el relieve en donde se acumula el agua proveniente de las lluvias.

Según el censo nacional 2017, el distrito de José Leonardo Ortiz cuenta con 197, 627 habitantes, el principal material de construcción de viviendas en la zona de estudio es de adobe-quincha y concreto en un porcentaje de 35% a 65% respectivamente. Las viviendas de adobe son las más afectadas en temporadas de lluvias, el agua debilita las bases y paredes haciéndolas colapsar.

Se concluye que, el área de evaluación tiene un Alto Peligro a la ocurrencia de inundaciones pluviales que pueden ser desencadenadas en temporada de lluvias (octubre a marzo) y en eventos anómalos como El Niño y El Niño Costero.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones, como la construcción de drenajes pluviales, estructuras de captación, conducción y almacenamiento; que deben de implementarse en las calles y vías expuestas a inundación, con la finalidad de mitigar los posibles daños y conducir el agua hacia canales principales fuera de la zona evaluada.



## INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico y geohidrológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud del Ministerio del Interior, según Oficio N° 001504-2020/IN-OGIN es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo “inundación”, ocurridos el día jueves, 02 de febrero de 2017 que afectó terrenos de cultivo, calles y viviendas de las Urbanizaciones Indoamérica, Salitral, Mi Perú y al mercado La Nueva Despensa donde se ubica el predio evaluado.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al Ing. Cristhian Chiroque para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros por inundación pluvial que afecten al área urbana y al predio destinado para la construcción de la comisaría del distrito de Leonardo Ortiz.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de Ministerio del Interior y la Municipalidad Distrital de Leonardo Ortiz, Gobierno Regional de Lambayeque, Oficina de INDECI y COER-Lambayeque, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

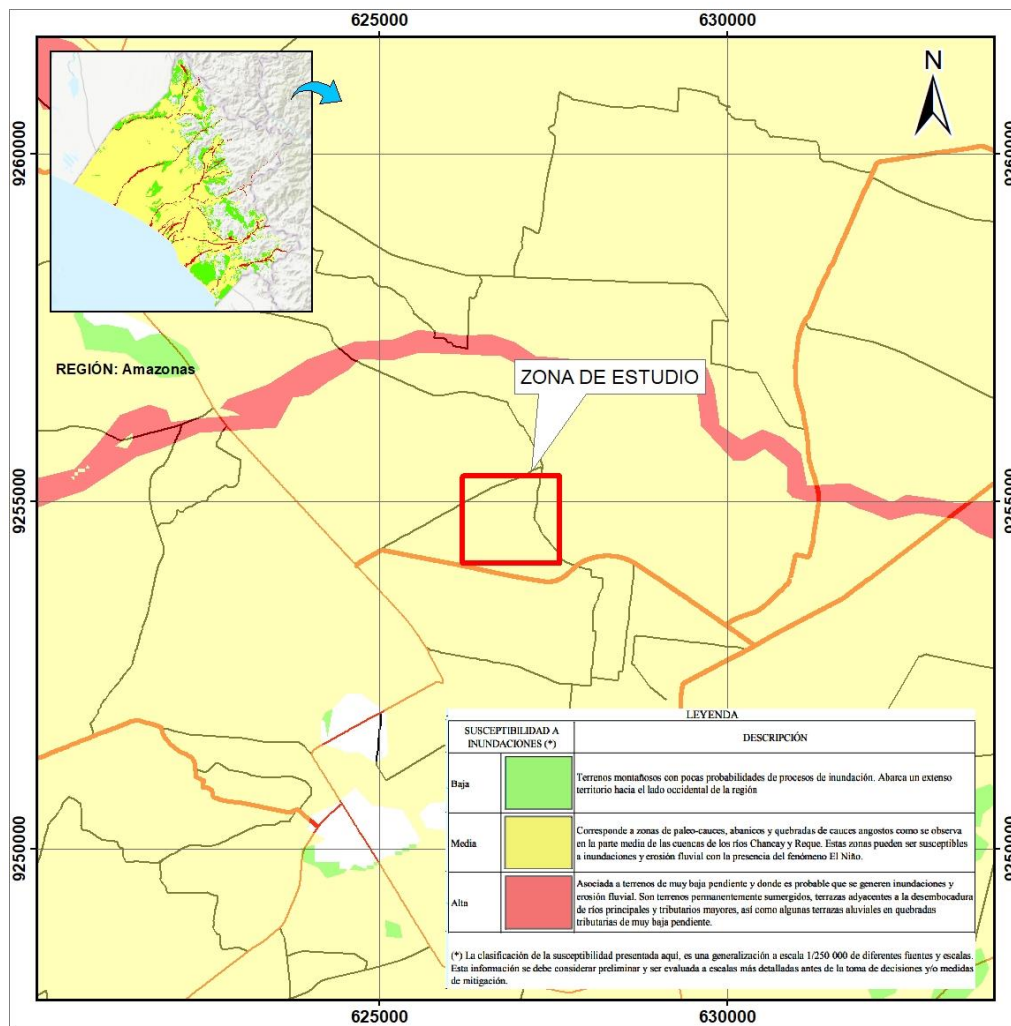
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geohidrológicos por inundación pluvial que se desarrollan en el predio La Despensa, procesos geodinámicos que pueden comprometer la seguridad física de la población, viviendas, vías de comunicación, obras de infraestructura a planificar.
- b) Calcular el patrón de dirección y acumulación de la escorrentía en la zona de estudio, mediante el procesamiento del modelo digital de elevación (MDE).
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geohidrológicos identificados.

## 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGGEMMET relacionados a temas de geología y geodinámica externa de los cuales destacan los siguientes:

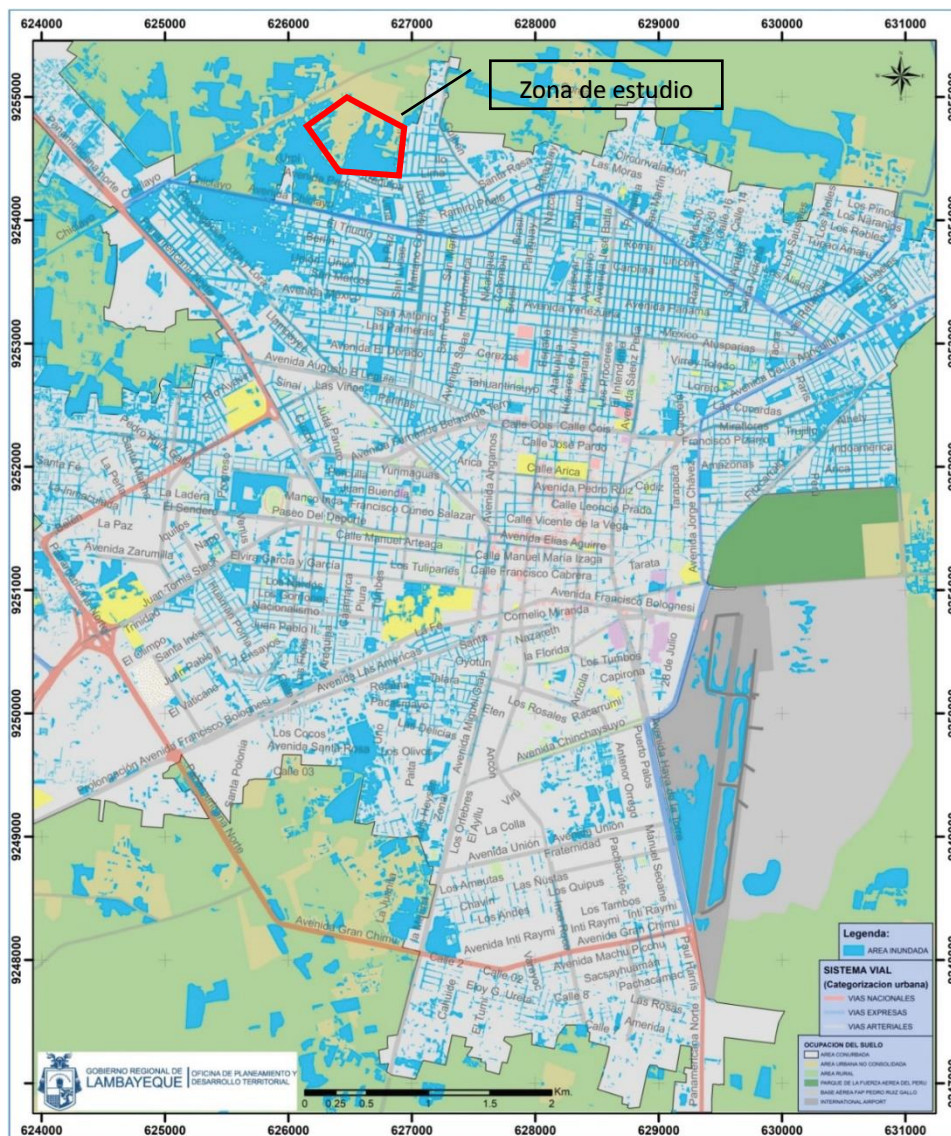
- A. Riesgo Geológico en la Región Lambayeque (Villacorta et al., 2010). El estudio destaca que la zona del predio La Despensa presenta susceptibilidad MEDIA a inundación. Se adjunta un mapa a escala 1: 250 000 de la región Lambayeque, las zonas inundables son afectadas en temporada de lluvias por presencia de El niño o eventos meteorológicos excepcionales como El Niño Costero (figura 01).



**Figura 01.** Mapa de susceptibilidad por inundación fluvial de la región Lambayeque y el área de evaluación (Villacorta et al., 2010).

- B. Boletín Geología de los Cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén, 13d, 13e, 13f, 14d, 14e, 14f, 14g, 15d, 15e – [Boletín A 38] (Wilson et al., 1984) escala 1:100, 000 describe que los materiales y sedimentos de la zona estudio están conformados por una

- secuencia de gravas, arenas y limos. Los clastos son de diferentes tamaños subredondeados, con una matriz limo-arcillosa, intercalados con niveles arenosos.
- C. Cuadrángulo de Chiclayo (14-d) hoja 14-d3 y 14-d4 (Jaimes et al., 2011) a escala 1: 50, 000 donde se describen materiales aluviales, eólicos y fluvio aluviales de la zona de estudio.
  - D. Mapa de Inundaciones, drenaje pluvial, puntos de aforo y cuencas urbanas (Gobierno Regional de Lambayeque, 2018). Este estudio tuvo por objetivo generar un mapa de inundación en base al análisis e interpretación de fotografías aéreas proporcionadas por la Dirección de Vigilancia y Reconocimiento Aéreo del Perú y DIVRA. El mapa se referenció para obtener la zonificación de inundación de la zona de estudio (figura 02).



**Figura 02.** Mapa de inundación de la región Lambayeque (GRL, 2018).



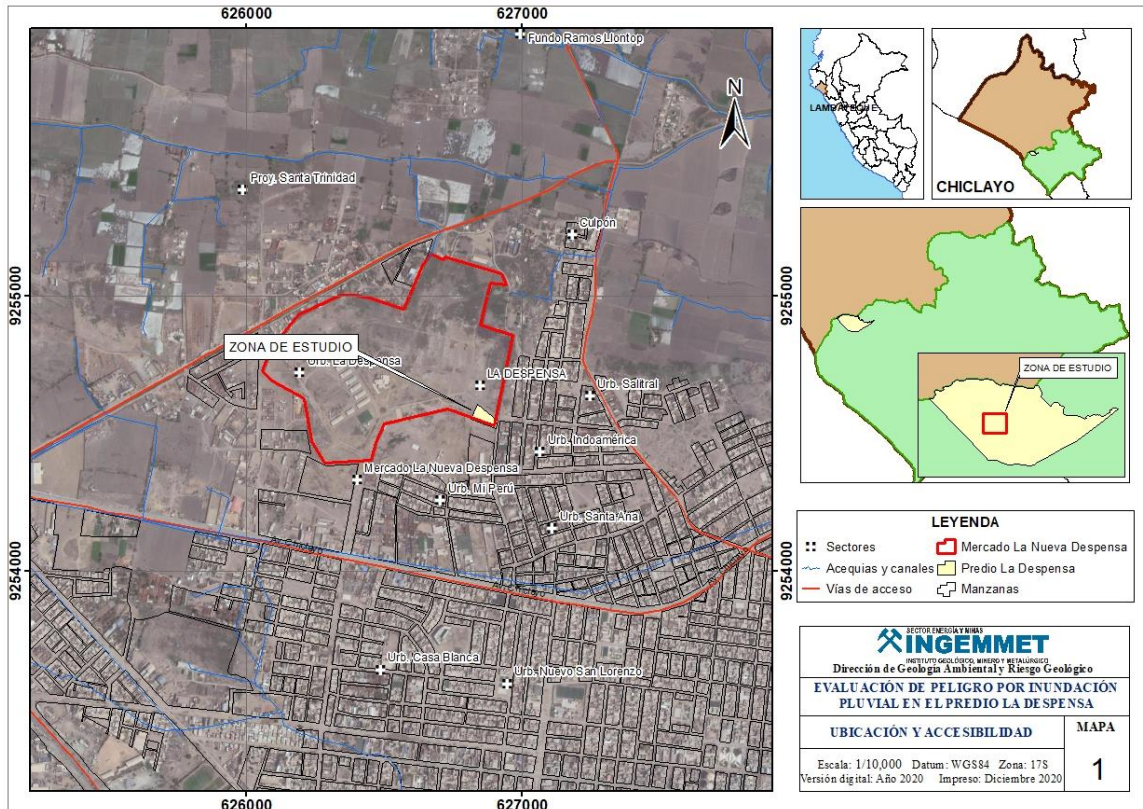
### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. UBICACIÓN

El área de evaluación se enmarca en el predio conocido como La Despensa que se ubica en el distrito de Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, región Lambayeque (figura 03), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) siguientes:

**Cuadro 01.** Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 17L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	626339	9255354	-6.73°	-79.85°
2	627573	9255354	-6.73°	-79.84°
3	627573	9254170	-6.74°	-79.84°
4	626339	9254170	-6.74°	-79.85°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	626830	9254597	-6.74°	-79.85°



**Figura 03.** Mapa de ubicación.

### 1.3.2. ACCESIBILIDAD

El acceso por vía terrestre al predio La Despensa, desde la ciudad de Lima se realizó mediante la siguiente ruta:

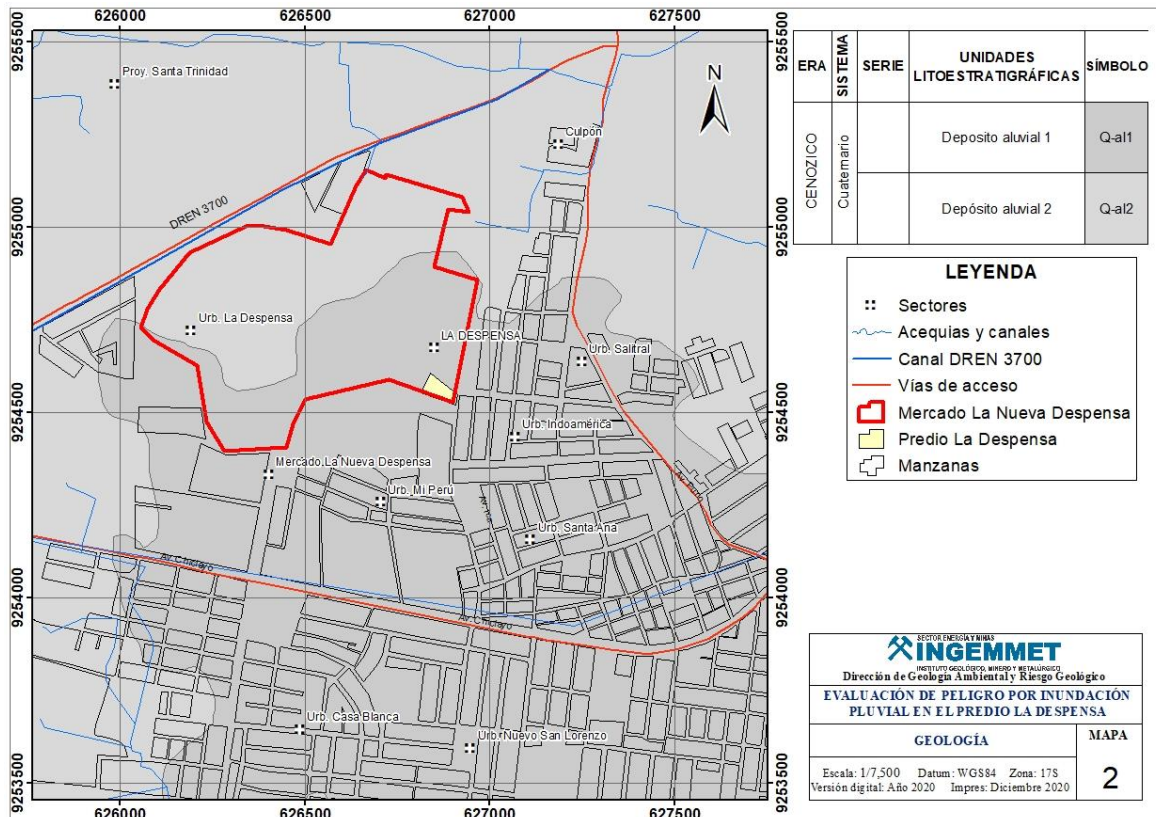
**Cuadro 02.** Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Chiclayo	Asfaltada	770	12 horas 30 minutos
Chiclayo – José Leonardo Ortiz	Asfaltada	4.5	15 minutos

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El contexto litológico que afloran en la zona de estudio, corresponden a la cartografía geológica de los cuadrángulos 14-d3 y 14-d4, escala 1:50 000 (Jaimes et al., 2011). Abarcan el distrito de Leonardo Ortiz, perteneciente a la provincia de Chiclayo, región Lambayeque.

Dicha litología, está conformada principalmente por coberturas Cuaternarias aluviales que abarca el 70% de la zona evaluada. Hacia el sur se ubican depósitos fluvio-aluviales y hacia el oeste se observan coberturas eólicas provenientes de la franja litoral (figura 04).



**Figura 04.** Geología del cuadrángulo de Chiclayo y el predio La Despensa (Jaimes et al., 2011).

## 2.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de los afloramientos en la zona de estudio:

### 2.1.1. DEPÓSITOS ALUVIALES 1 (Q-al1)

Conformados por clastos de gravas, arenas y limos heterométricos, subredondeados, envueltos en una matriz limo-arcillosa o arenosa, intercalados con niveles arenosos. Estos depósitos se encuentran bien compactos y poco deleznable (fotografía 01).



**Fotografía 01.** Vista aérea de la zona de evaluación ubicada sobre depósitos aluviales, foto tomada desde las coordenadas 9254546N, 626844E.

### 2.1.2. DEPÓSITOS ALUVIALES 2 (Q-al2)

Esta unidad aflora al sur y está conformada por secuencia de gravas y gravillas subredondeadas a redondeadas con matriz limo arenosa y presencia de lentes de arenas de grano medio.





**Fotografía 01.** Vista De la zona de evaluación ubicada sobre depósitos aluviales, foto tomada desde las coordenadas 9254546N, 626844E.

### **3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

Para el análisis y descripción de los aspectos geomorfológicos, se realizó el levantamiento fotogramétrico con drones de donde se obtuvo el modelo digital de terreno con una resolución (GSD) de 5 cm por pixel. Esta información se complementó con el análisis de imágenes satelitales y la compilación bibliográfica de aspectos geomorfológicos.

#### **3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)**

El predio La Despensa, se asienta sobre relieves con elevaciones entre 29 m s.n.m y 33 m s.n.m.; los cuales han ido ocupándose desde el año 2000 y 2003 por la población.

Corresponde a planicie con escorrentía dominada por riachuelos o acequias que se fueron modificando a medida que las viviendas e infraestructuras ocupaban la zona. Las máximas elevaciones se ubican al este de la zona, alcanzando los 40 m de altitud dentro del área evaluada y 150 m s.n.m en la naciente de la cuenca. Hacia el oeste se encuentran relieves con elevaciones que descienden hasta 20 m s.n.m formando planicies hasta migrar a la zona costera con elevaciones cerca al nivel de mar (figura 05).



### 3.2. Pendientes del terreno

El área de evaluación tiene un total de 121 ha, de las cuales 85.7 ha (70.8%) tiene pendientes llanas a suavemente inclinadas ( $1^\circ - 5^\circ$ ), sobre las cuales ocurren inundaciones pluviales.

Los relieves con pendientes moderadas alcanzan 32 ha (26%); mientras que, 4 ha (3.3%) tienen pendientes fuertes a muy escarpadas que se distribuyen en el cauce de los canales ubicados a este y norte de la zona de evaluación (figura 06).

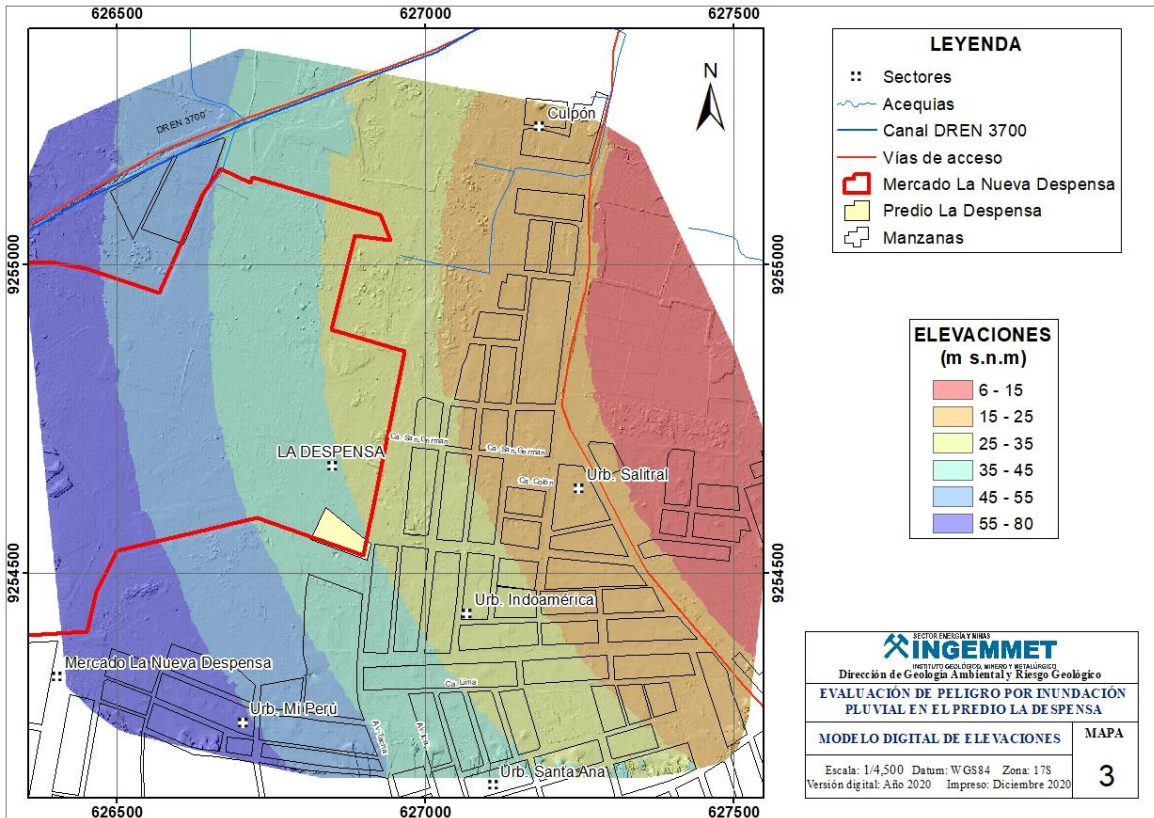
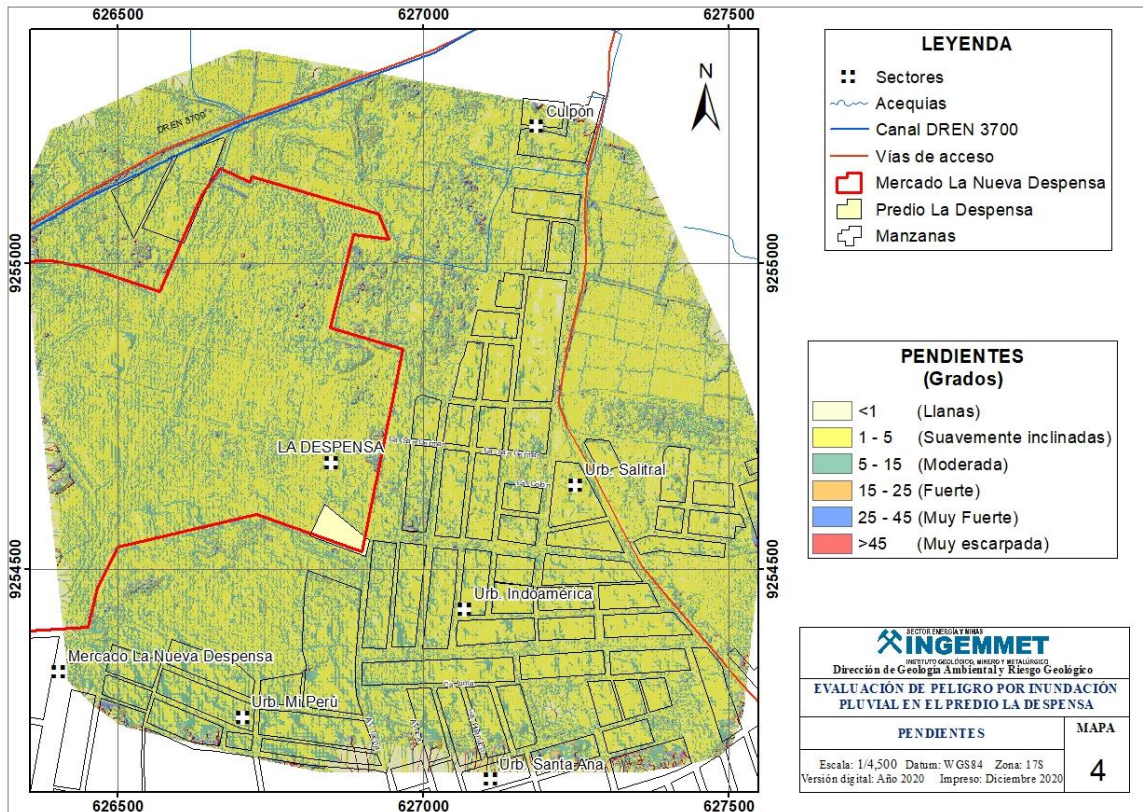


Figura 05. Mapa de elevaciones del predio La Despensa (Elaboración propia).



**Figura 06.** Mapa de pendientes del predio La Despensa (Elaboración propia).

Del mapa de pendientes se concluye que, el 70.8 % de la zona de estudio equivalente a 86 has, caracterizada por pendientes llanas a suavemente inclinadas ( $1^{\circ}$  -  $5^{\circ}$ ), determinando morfologías de planicie.

### 3.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

#### 3.3.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores aquí se tiene:



### 3.3.1.1. Unidad de planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

**Subunidad de llanura o planicie aluvial (PI-al):** Están conformadas por relieves con pendientes llanas a moderadas, sobre las cuales se muestran zonas áridas con coberturas aluviales (fotografía 02).



**Fotografía 02.** Vista aérea de la llanura o planicie aluvial en la zona de estudio, punto de interés tomado desde las coordenadas: 9254628N y 626614E.

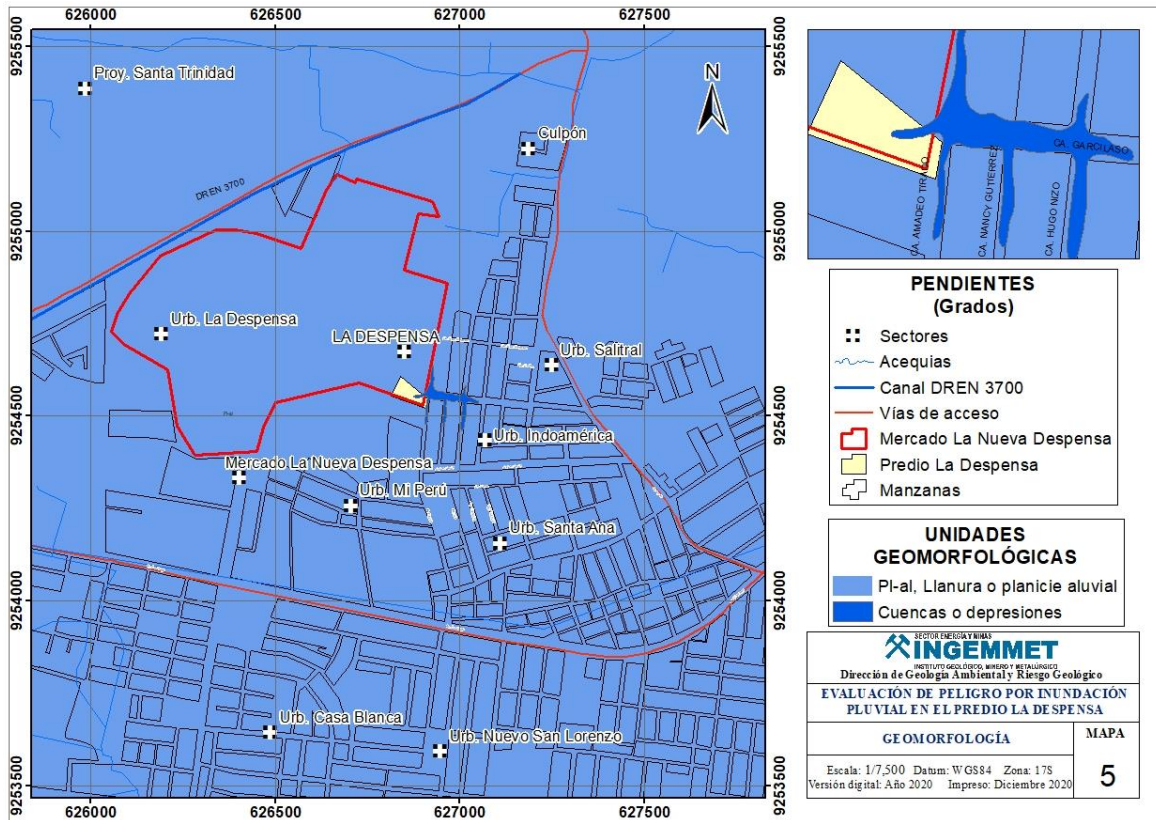


Figura 07. Mapa geomorfológico del predio La Despensa (Villacorta et al., 2010).



#### 4. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geohidrológicos como la inundación de tipo pluvial involucran un proceso denominado como escorrentía, esta ocurre cuando el flujo de agua proveniente de las precipitaciones, nieve u otras fuentes discurren sobre la superficie conformando uno de los componentes del ciclo del agua. El comportamiento de este flujo está relacionado a diversos factores, existiendo varios tipos de escorrentía dependiendo de la procedencia de esta.

##### 4.1. Escorrentía mixta

En la zona de evaluación existe una escorrentía mixta, la primera de tipo subterránea, es la precipitación que se infiltra hasta el nivel freático, cuando las capas de sedimentos se saturan, el agua se acumula en la superficie en pequeñas depresiones o cuencas focalizadas que se drenan lentamente debido a las pendientes del área en gran porcentaje menor a 5°. El segundo tipo de escorrentía es la superficial o directa, es la precipitación que no se infiltra, llegando a la red de drenaje desplazándose sobre el terreno por acción de la gravedad, el flujo no se almacena o estanca en las depresiones del suelo y presenta bajo grado de evapotranspiración.

El proceso de la escorrentía se inicia cuando ocurre una precipitación (aguacero) y dependiendo de las características del terreno se define el comportamiento de la misma.



**Figura 08.** Vista de la zona de evaluación del sector La Despensa.

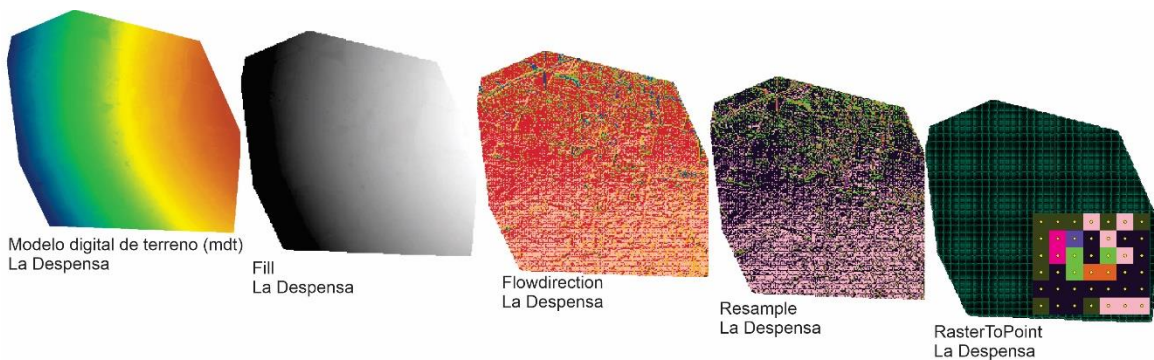
Cuando la capacidad de infiltración es inferior a la intensidad de la lluvia, el agua comenzará a moverse por la superficie del terreno. Se forma, entonces, una capa delgada de agua.

Ésta se mueve por la acción de la gravedad según la pendiente del terreno y es frenada por las irregularidades del suelo y por la presencia de vegetación hasta incorporarse a la red de drenaje, donde se junta con los otros componentes que constituyen la escorrentía total.

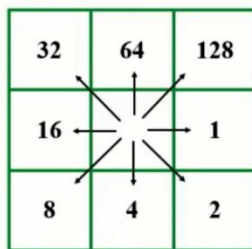
#### 4.2. Análisis de direcciones de flujo

Para estimar la distribución de la escorrentía sobre la superficie se usan los mapas de direcciones de flujo (flow direction maps). Esta herramienta calcula la dirección desde y hacia donde fluirá el agua usando la pendiente del terreno, basado en un modelo digital de terreno (mdt) el área de estudio se divide en celdas, el agua se mueve de una celda a otra celda vecina (figura 09).

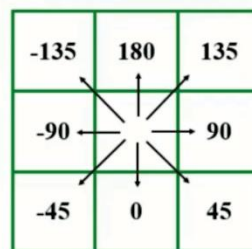
Para el análisis del predio denominado La Despensa se amplió el área de estudio hasta abarcar 121 has en un radio de 750 m para definir la fuente y procedencia de los flujos, los cuales se realizaron mediante levantamiento fotogramétrico con drones para la obtención del modelo digital de superficie, terreno (MDS/MDT) y Ortofoto para su posterior procesamiento mediante software GIS.



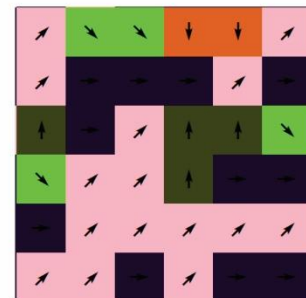
Eight Direction Pour Point Model Eight Direction Pour Point angle



ESRI Direction encoding



ESRI Direction encoding



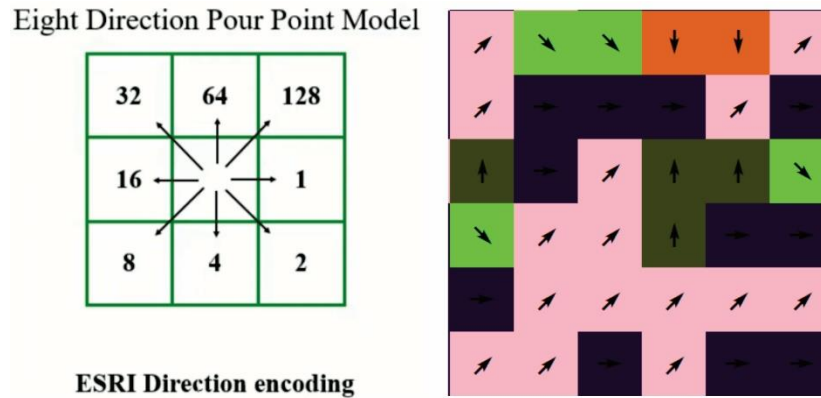
**Figura 09.** Diagrama de flujo en Modelbuilder para la obtención de las direcciones de flujos en Arcmap del área de evaluación.

Basándonos en la dirección del descenso más pronunciado de cada celda, medimos la dirección del flujo, la diferencia del valor z y la pendiente se calculan entre celdas vecinas. En una celda de cuadrícula dada, el agua puede fluir a una o más de sus ocho celdas

adyacentes (figura 10). La pendiente es el último factor de cómo fluye el agua en este modelo.

Utilizamos un modelo de punto de fluidez para mostrar cómo y en qué dirección viaja el agua. Las ocho celdas adyacentes en el modelo de punto de fluidez tienen un valor que expresa la forma en que cae el agua.

Por tanto, cada celda tiene 8 posibles celdas de escurrimiento por donde se determinará la mayor cantidad o porcentaje de escorrentía.



**Figura 10.** Gráficas de direcciones flujos por celdas.

Una vez obtenidos los vectores en base al análisis celda por celda, se depuraron las celdas que representaban área urbana tales como viviendas, locales deportivos, centros de salud, etc.; en donde la representación del punto de fluidez no es concordante con las observaciones, de esta forma se analizaron los puntos o celdas que representaban solo el terreno.

El análisis e interpretación de las direcciones de flujos del predio La Despensa, delimitan zonas de escorrentía y concentración de flujo también cartografiada durante los trabajos de campo. Las calles donde se han identificado zonas de intensa escorrentía y donde la erosión sobre la superficie es fuerte son: Gonzales Prada, Las Palmeras, Los Laureles y San Felipe (figura 11).

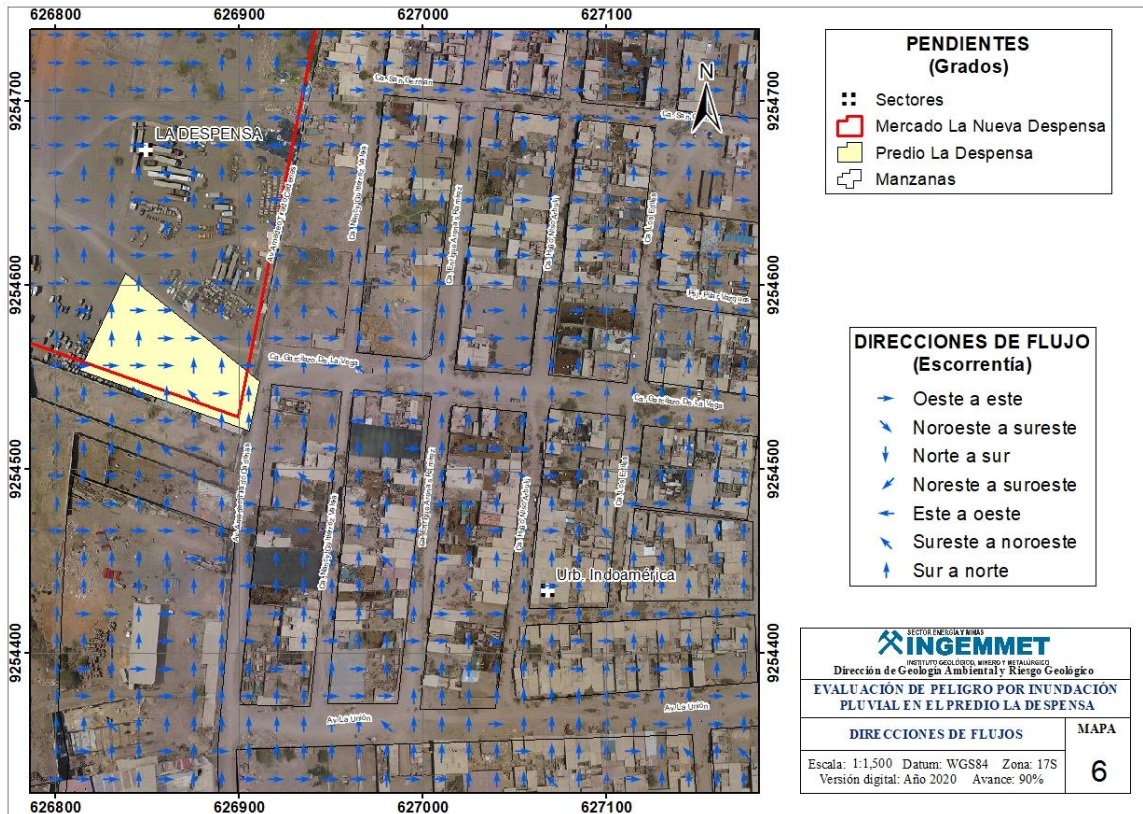


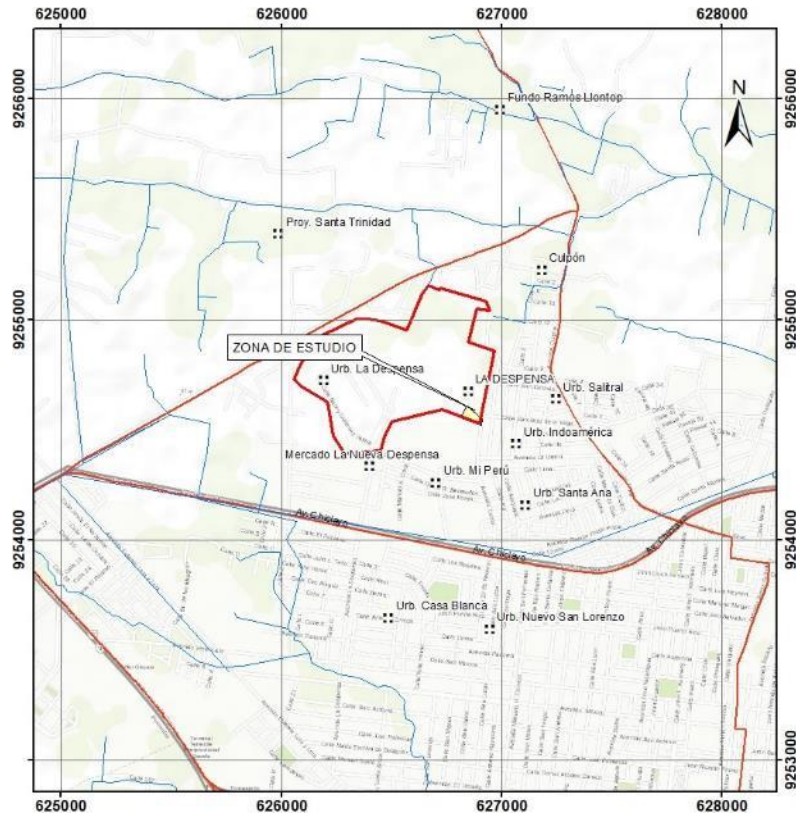
Figura 11. Mapa de direcciones de flujos de la zona de evaluación.

### 4.3. Red de drenaje de la zona

El drenaje es controlado principalmente por la pendiente de la superficie que no supera los 5°, denominada llana a suavemente inclinada. Sobre la cual se asientan viviendas, la cual se intensifica su ocupación desde el 2000; esto ha ido invadiendo cauces y formando canales a través de las calles; así también la escorrentía forma cuencas focalizadas donde el agua se acumula y discurre por relieves con menor pendiente.

Se ha determinado un drenaje de tipo paralelo y rectangular, típico de llanuras de inundación con alta sedimentación, de moderado a bajo caudal. Esta característica se manifiesta en temporada de lluvias dejando cauces y surcos que son limitados al ancho de las calles debido a la presencia de las viviendas (figura 12).





**Figura 12.** Mapa de la red hídrica de la zona de evaluación.

Los principales canalizadores de la escorrentía son las calles Amadeo Tirado Cadenas, Nancy Gutiérrez Valera y Enrique Arenas Ramírez (figura 13).



**Figura 13.** Calle Amadeo Tirado (a la derecha) y Nancy Gutiérrez (a la izquierda).

La inundación pluvial podría ser conducidas por medio de canales o drenes hasta el recolector principal de la zona ubicado a 690 m al noroeste el DREN 3700 (figura 14).



**Figura 14.** Dren 3700 recolector de la zona de estudio.

#### 4.4. Puntos críticos por inundación pluvial

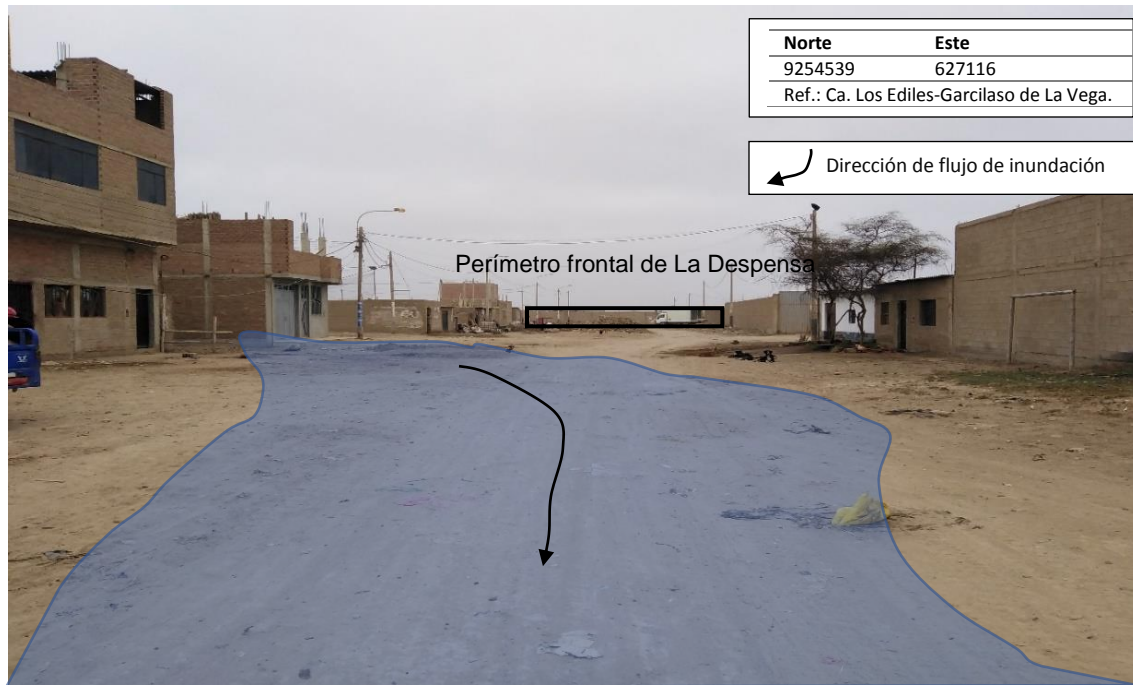
Se define inundación como la sumersión temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en una zona determinada (MJI, 1995).

La inundación pluvial ocurre cuando la escorrentía superficial o directa proveniente de precipitaciones de moderada a fuerte intensidad discurre o se acumula en zonas bajas ocupadas por áreas urbanas mal planificadas y sin un adecuado plan de manejo de cuencas y drenaje.

En el sector La Despensa se identificaron puntos de inundación por escorrentía, considerados críticos y que se describen a continuación. Estos, puntos o sectores se localizan por intermedio de una cartografía levantada con puntos GPS, análisis de imágenes satelitales y registros fotográficos (figuras 15 y 16):

##### A. Calle Garcilaso De La Vega

Por esta calle desciende la escorrentía proveniente de las calles Amadeo Tirado, Nancy Gutiérrez y Enrique Arenas. En algunos sectores se manifiestan acumulaciones de agua de hasta 20 cm de altura.



**Figura 15.** Vista de este a oeste de la calle Garcilaso De La Vega hacia el perímetro La Despensa.



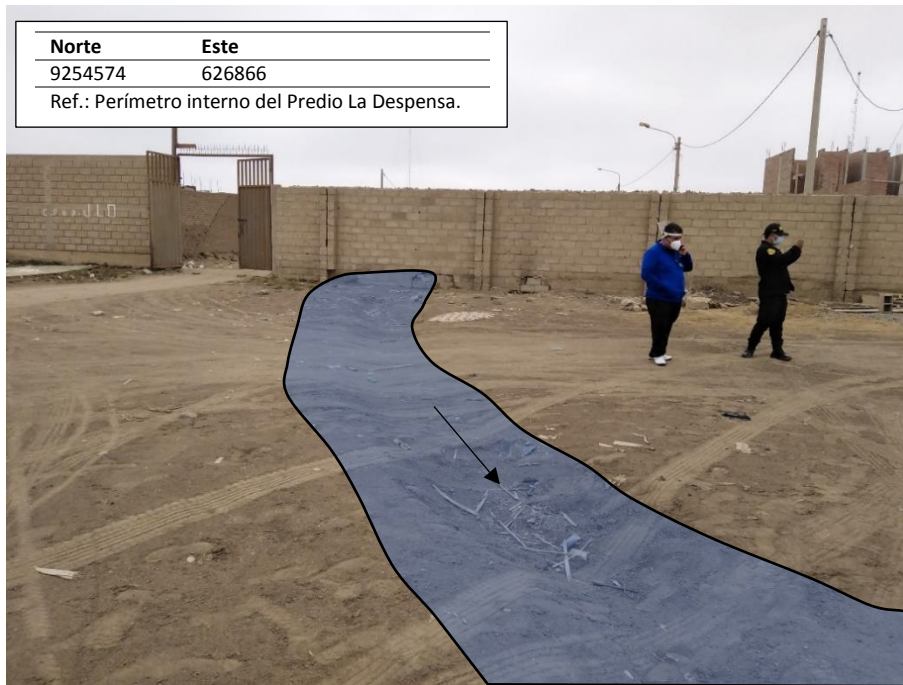
**Figura 16.** Modelo digital de elevaciones y ortofoto que muestra las depresiones en el relieve de La Despensa. Coordenadas ubicadas en: 9254559N y 626927E.

Las flechas en las figuras 15 y 16, indican las direcciones del flujo por inundación pluvial, provenientes principalmente de la Calle Amadeo Tirado hacia Garcilaso de La Vega.

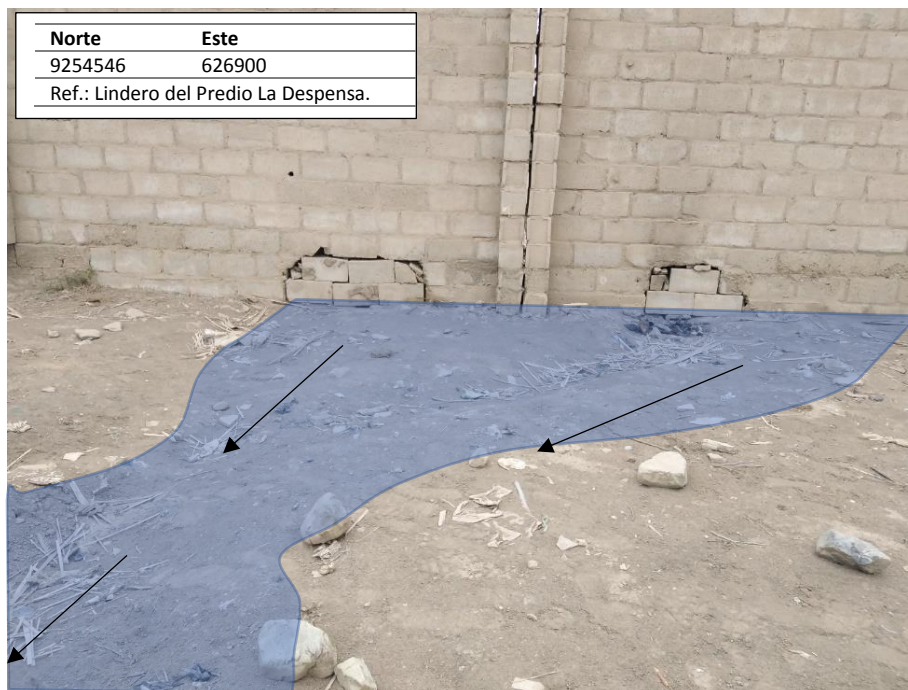
La inundación provocó la acumulación de agua en zonas bajas; para drenar el agua estancada se hicieron dos forados en el muro del perímetro que circunda el terreno de la Despensa.

De igual forma se evidencia la excavación de un canal de 20 cm de profundidad y 1 m de ancho por el área interna del terreno, ya que la baja pendiente no permite un rápido drenaje; conllevando a tener que hacer drenajes de mayor profundidad (figuras 17 y 18).





**Figura 17.** Zanja excavada para drenar el agua de las calles Amadeo Tirado y Garcilaso de la Vega.



**Figura 18.** Perímetro del predio La Despensa que fue abierto para drenar el agua.

En la inundación registrada en el mes de marzo del 2017, las calles Amadeo Tirado y Garcilaso de La Vega formaron una laguna, los pobladores debieron de abrir la pared del perímetro de La Despensa para drenar el agua hacia el campo abierto al interior.

Según los antecedentes y testimonios recopilados en campo, los tirantes de agua alcanzan alturas de entre 20 cm y 30 cm, siendo las alturas mínimas, de hasta 10 cm en relieves regulares y 30 cm en zonas irregulares o depresiones topográficas (figuras 19 y 20).



**Figura 19.** Área inundada con tirantes de hasta 10 cm en el distrito de Leonardo Ortiz (foto referencial Fuente: Agencia Andina).

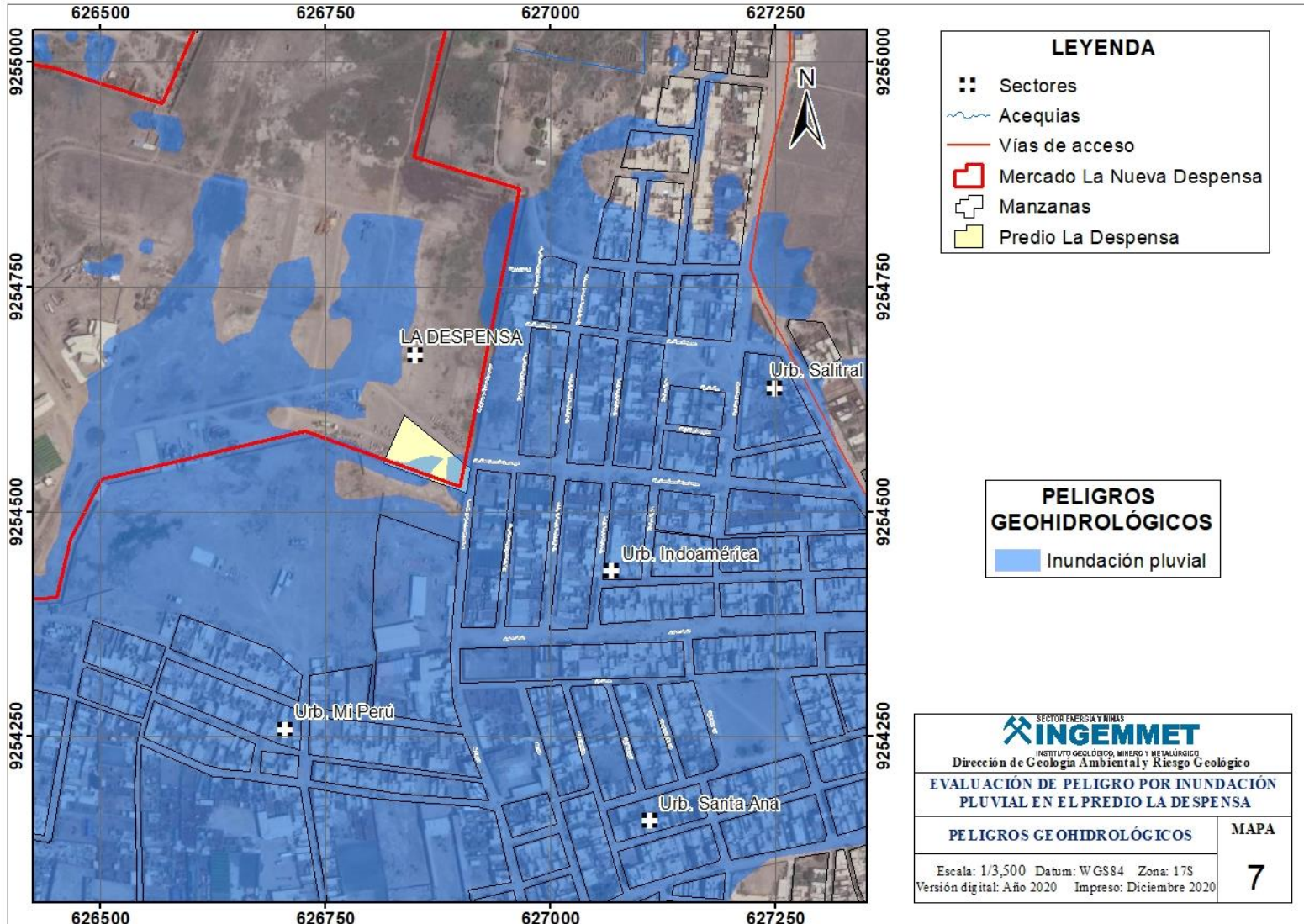


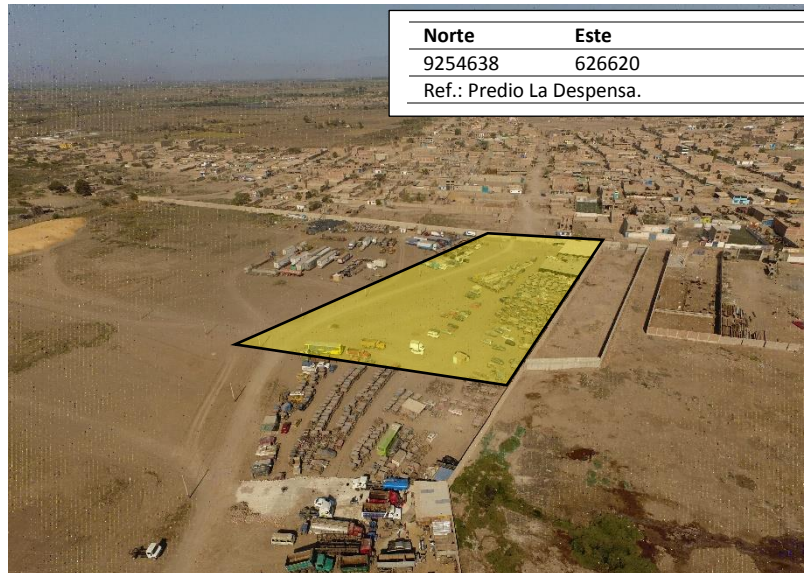
Figura 20. Mapa de peligros geohidrológicos del predio La Despensa (Adaptado del Mapa de inundaciones de la región Lambayeque, 2018).



#### 4.4.1. FACTORES CONDICIONANTES

##### 4.4.1.1. Geomorfología

El tipo de relieve y pendientes que van desde llanas a suavemente inclinadas ( $1^\circ - 5^\circ$ ), controla el drenaje haciendo que se acumule en algunos sectores y produciendo la inundación pluvial en los alrededores (figura 21).



**Figura 21.** Vista panorámica de la zona evaluada y la geomorfología.

Mediante el análisis de imágenes satelitales se delimitaron las cuencas focalizadas o zonas de depresión en la superficie donde el agua se acumula y afecta a viviendas (figura 22, Anexo 01 figura 25).



**Figura 22.** Imagen satelital del mes de marzo del 2017.

#### 4.4.2. FACTORES DESENCADENANTES

Se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Se tomaron los datos de La Estación Meteorológica “Lambayeque” ubicada a 5.6 km al oeste de la zona de estudio.

Durante el mes de febrero del 2017, se registraron lluvias que alcanzaron hasta 35 mm diarios, notándose los dos primeros días del mes un acumulado de 66 mm en sólo 8 horas ininterrumpidas.

Para el mes de marzo, el acumulado mensual llegó a 124 mm con picos máximos de lluvia los días 12, 13 y 18 del mes, llegando a 60 mm el día sábado 18 de marzo (figura 23, cuadro 03 y gráfico 01).

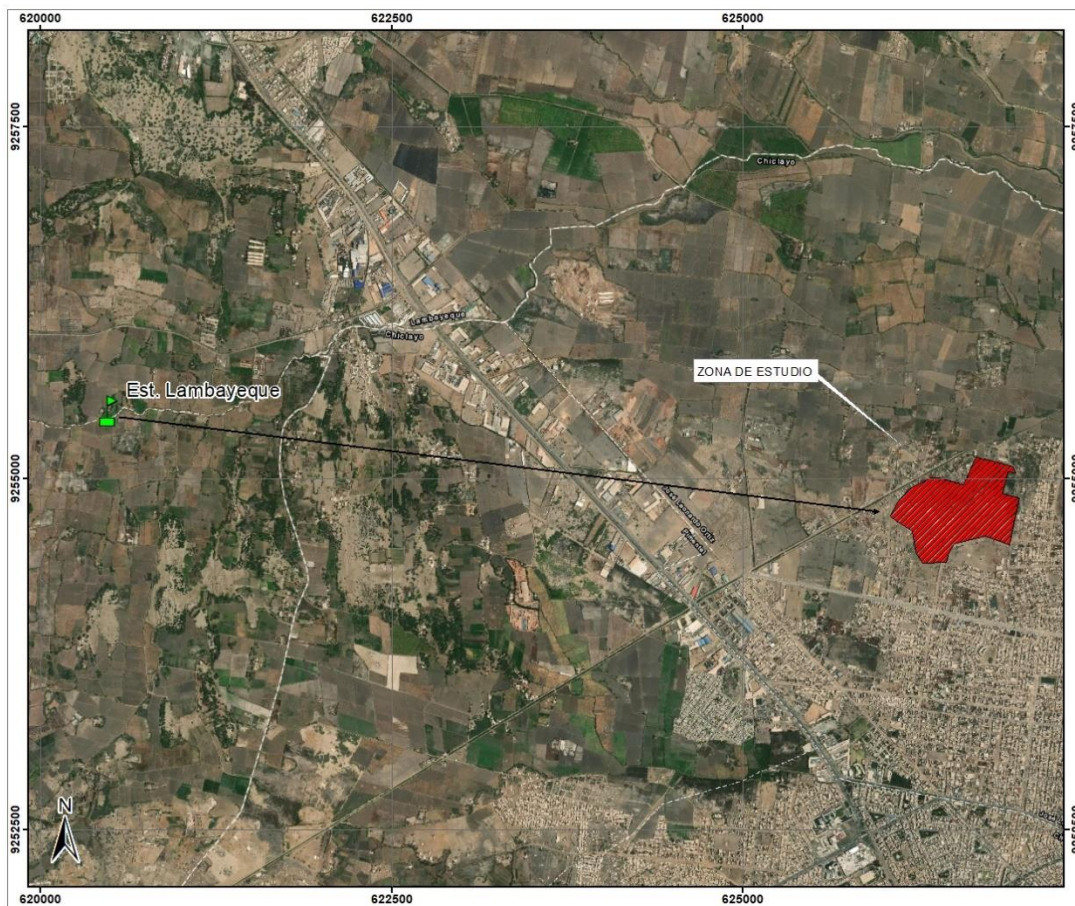
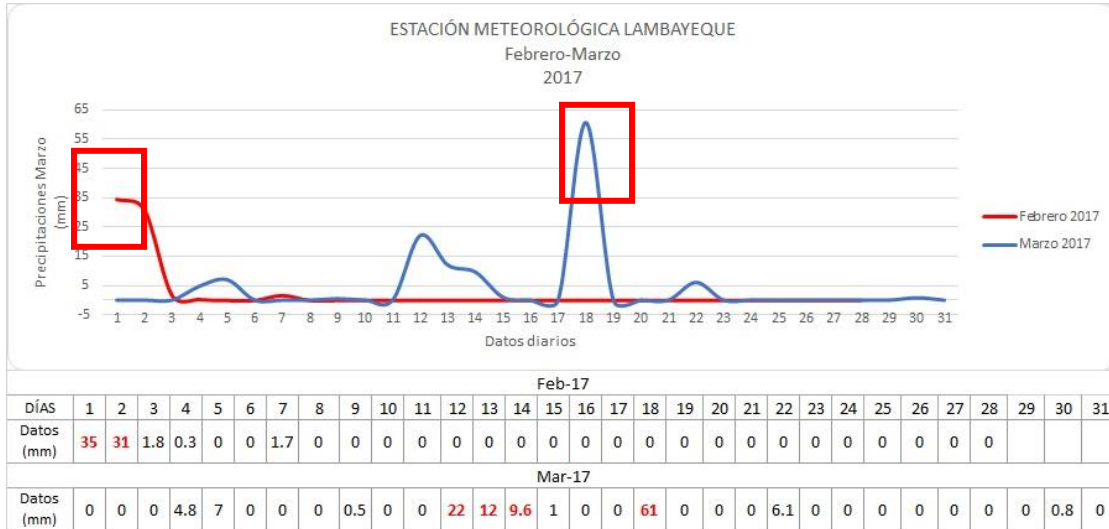


Figura 23. Ubicación de la Estación Meteorológica Lambayeque.



Estación: LAMBAYEQUE					
Departamento :	LAMBAYEQUE	Provincia :	CHICLAYO	Distrito :	J.LEONARDO O.
Latitud :	6°44'3.75" S	Longitud :	79°54'35.94' W	Altitud :	18 m s.n.m.
Tipo :	Convencional - Meteorológica		Codigo:	106108	

**Cuadro 03.** Ubicación de la estación meteorológica Lambayeque.



**Gráfico 01.** Parámetros de lluvias registrados en el mes de febrero del 2017.

#### 4.4.3. DAÑOS POR PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

Se detalla los daños ocurridos por eventos de inundación pluvial, con referencias de registros y datos proporcionados por INDECI, entre otros.

##### 4.4.3.1. Viviendas

Según datos de INDECI, en el distrito de Leonardo Ortiz colapsaron 32 viviendas, la mayoría de ellas de adobe y quincha. Se presentaron precipitaciones y acumulación de agua con tirantes de hasta 30 cm, que afectaron las bases y paredes de las viviendas (figura 24).





**Figura 24.** Vivienda afectadas por la escorrentía.

## 5. CONCLUSIONES

- a) El predio La Despensa se ubica sobre una llanura o planicie aluvial, de pendientes llanas a suavemente inclinadas, las cuales se distribuyen de este a oeste hacia la línea costera. Este sector se muestra muy susceptible a la ocurrencia de inundación de tipo pluvial por la escorrentía superficial que pone en peligro a las viviendas e infraestructura existente sobre esta superficie.
- b) La zona evaluada presenta registros históricos de ocurrencia de inundación pluvial con antecedentes desde el año 1998; sin embargo, la ocupación urbana sin una planificación adecuada y la falta de drenajes han condicionado zonas inundables denominadas como cuencas o depresiones topográficas en donde se acumula el agua en temporada de lluvias.
- c) En el mes de febrero del 2017 durante El Niño Costero, las precipitaciones con máximos de 35 mm diarios ocasionaron una inundación con tirantes de 20 cm, acumuladas y anegadas en las intercepciones de las calles Nancy Gutiérrez, Enrique Arenas y Hugo Niso con la calle Garcilaso de la Vega.
- d) El predio La Despensa está expuesto a inundación de tipo pluvial con tirantes de agua de 10 cm localizados en zonas con depresiones topográficas; las cuales se activan en temporada de lluvias con parámetros normales; sin embargo, en presencia de eventos meteorológicos extremos como El Niño Costero, la acumulación de agua en la zona puede llegar a tirantes máximos de 20 cm en algunos puntos.

## 6. RECOMENDACIONES

- A) Para asegurar una expansión urbana segura y adecuada de La Despensa y zonas aledañas, es necesario tener en cuenta la delimitación del peligro por inundación pluvial, así como la localización de las geofomas con morfometrías susceptibles a inundación, incidiendo en el control y manejo del crecimiento indiscriminado y no planificado de la población.
- B) Con la finalidad de asegurar la seguridad física de la infraestructura a construir en el predio La Despensa, es necesario elevar el nivel de la estructura sobre 20 o 30 cm por encima del nivel de la superficie, acompañado de drenajes en los alrededores para conducir el agua fuera del área urbana.
- C) Los futuros proyectos de pavimentación del área urbana de la Despensa y alrededores, deben de contemplar la construcción de muros elevados para proteger a las viviendas de futuras inundaciones. Además, se pueden planificar zonas de vertido de escorrentía para el almacenamiento y posterior uso en el riego de cultivos.
- D) Realizar el control y manejo de la escorrentía superficial con el objetivo de conducir adecuadamente el agua proveniente de los alrededores y que afectan directamente al predio La Despensa y las viviendas. Realizar el mantenimiento y limpieza periódica de las acequias y canales que conducen el drenaje superficial en la zona.
- E) Las autoridades locales y entidades gestoras del riesgo, deben desarrollar talleres o charlas a la población, a fin de sensibilizarla sobre el peligro a los que se encuentran expuestos y los riesgos que exponen sus viviendas o infraestructuras, en zonas inundables.
- F) Se recomienda realizar los estudios geotécnicos correspondientes para garantizar la seguridad física de la infraestructura a construir en el predio La Despensa.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Boletín Geología de los Cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén, 13d, 13e, 13f, 14d, 14e, 14f, 14g, 15d, 15e – [Boletín A 38] (Wilson et al., 1984).

CONAGUA (2011). Comisión Nacional del Agua: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento – Drenaje pluvial urbano.

Gobierno Regional de Lambayeque (2018). Mapa de Inundaciones, drenaje pluvial, puntos de aforo y cuencas urbanas.

Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). NORMA OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano. Recuperado de <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/22%20OS.060%20DRENAJE%20PLUVIAL%20URBANO.pdf>

Jaimes, F; Navarro, J. & Santos, A. (2011). Geología de los cuadrángulos de Chiclayo (11-d4 y 11-d3). INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional.

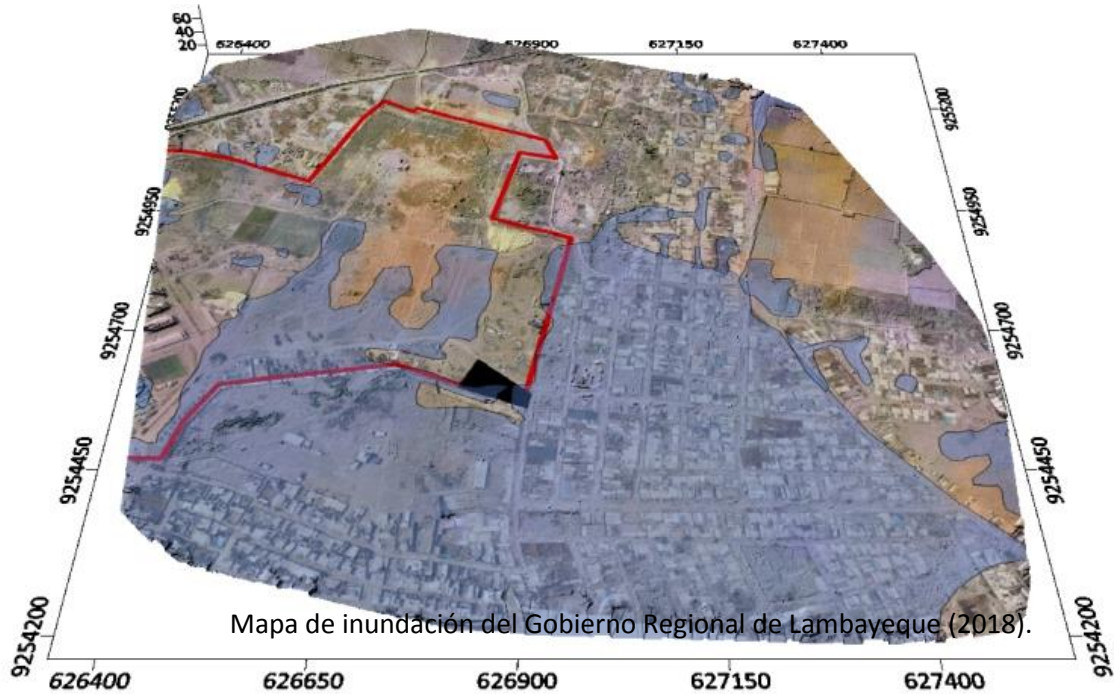
MEJI (1995). Directriz básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones. Resol. 1 enero. BOE, 38.

Tucci, C (2007). Gestión de Inundaciones urbanas.

Villacorta, S. Núñez, S. Ochoa, M. Pari, Walter. (2010) Riesgo Geológico en la Región Lambayeque.

Vílchez, M. & Ochoa, M. (2019). Estudio de zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET.

## ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES



**Figura 25.** Mapa de inundación pluvial y depresiones topográficas identificadas en el área de estudio.

Las flechas indican la dirección del flujo que se activa por la escorrentía debido a las lluvias, este flujo ocasiona la inundación que lleva el agua hacia el perímetro la despensa y anegando la calle Garcilaso de La Vega.

## ANEXO 2: GLOSARIO

### **Inundaciones por escurrimiento pluvial**

El escurrimiento pluvial puede producir inundaciones e impactos en áreas urbanas debido a dos procesos, que ocurren aisladamente o combinados (Tucci, 2007):

- Inundaciones de áreas ribereñas:

Son inundaciones naturales que ocurren en el lecho mayor de los ríos debido a la variabilidad temporal y espacial de la precipitación y del escurrimiento en la cuenca hidrográfica.

- Inundaciones debido a la urbanización:

Son las inundaciones que ocurren en el drenaje urbano debido al efecto de la impermeabilización del suelo, canalización del escurrimiento u obstrucciones al escurrimiento.

### **Inundaciones debido a la urbanización:**

Las inundaciones aumentan su frecuencia y magnitud debido a la impermeabilización del suelo y la construcción de redes de conductos pluviales. El desarrollo urbano puede también producir obstrucciones al escurrimiento, como rellenos sanitarios, puentes, drenajes inadecuados, obstrucciones al escurrimiento junto a conductos y colmatación (Tucci, 2007).

Generalmente estas inundaciones son vistas como locales porque involucran cuencas pequeñas (< 100 km<sup>2</sup>, y muy frecuentemente cuencas (< 10 km<sup>2</sup>).

A medida que la ciudad se urbaniza, en general, ocurren los siguientes impactos:

- Aumento de los caudales máximos (hasta 7 veces) y de su frecuencia debido al aumento de la capacidad de escurrimiento a través de conductos y canales e impermeabilización de las superficies.
- Aumento de la producción de sedimentos debido a falta de protección de las superficies y la producción de residuos sólidos (basura).
- Deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, debido al lavado de las calles, transporte de material sólido y de las ligaciones clandestinas de flujos cloacales y pluviales.
- Desorganización del implemento de la infraestructura urbana, tales como: (a) puentes y taludes de calles que obstruyen el escurrimiento; (b) reducción de sección del escurrimiento por rellenos en los puentes y para construcciones en general; (c) deposición y obstrucción de ríos; canales y conductos por basuras y sedimentos; (d) proyectos y obras de drenaje inadecuados, con diámetros que disminuyen hacia aguas abajo, drenaje sin escurrimiento, entre otros.



## ANEXO 3: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

### Alcantarillado pluvial

Conjunto de alcantarillas que transportan aguas de lluvias. La norma especifica que, un drenaje urbano mayor debe de contar con un sistema de drenaje pluvial que evacue caudales que se presenten con poca frecuencia y que además de utilizar el sistema de drenaje menor (alcantarillado pluvial), utiliza las pistas delimitadas por los sardineles de las veredas como canales de evacuación (Norma OS.060). Así, un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, se integra de las siguientes partes:

#### A. Estructuras de captación

Tienen la función de recolectar las aguas superficiales, entre ellos tenemos: los sumideros, bocas de tormenta, alcantarillas, etc. (figura 26).



Figura 26. Sumideros y bocas de tormenta. Fuente: Norma O.S. 060 (2006).

#### B. Estructuras de disposición final

Las lagunas de retención, son un sistema alternativo que consiste en una laguna diseñada para recibir el escurrimiento producido por una tormenta, y luego ser vaciada de forma gradual. La factibilidad de una laguna de retención está determinada por el área tributaria, las condiciones morfológicas de la cuenca y espacio disponible (figura 27).

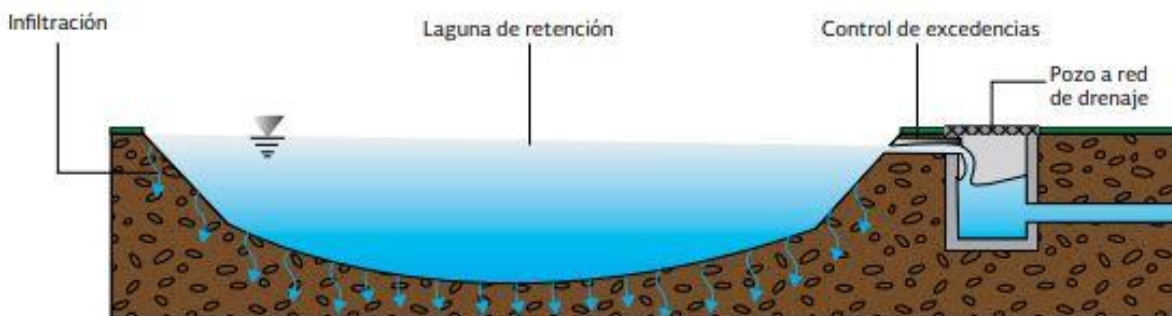


Figura 27. Lagunas de almacenamiento para vertido de inundaciones. Fuente: Conagua (2011).