

14V91

**“ESTUDIO DE EVALUACION DEL RIESGO DE  
DESASTRES POR INUNDACIONES PARA LA  
PARCELA C2B DE LA QUEBRADA LOS  
CONDORES – CHACLACAYO”**

PREPARADO PARA:

**INMOBILIARIA DANES**

ELABORADO POR:



PROYECTOS, ASESORIA Y GESTION ESPECIALIZADA  
[www.prages.net](http://www.prages.net)

- Ing. Maria del Rosario Guevara Salas
- MSc. Ing. Jorge Medina Rosell
- Ing. Rodrigo Calderón Cusimayta
- Top. Alexander Ubaldo Lozano

Octubre de 2018

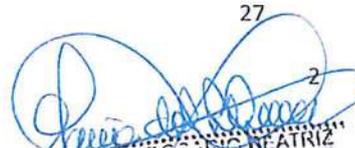
## INDICE

	INTRODUCCIÓN	4
1.	<b>CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES</b>	5
1.1.	OBJETIVO GENERAL	5
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3.	JUSTIFICACIÓN	5
1.4.	ANTECEDENTES	5
1.5.	MARCO NORMATIVO	5
2.	<b>CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>	7
2.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	7
2.2.	VÍAS DE ACCESO	7
2.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR	8
2.4.	CONDICIONES FÍSICAS	9
2.5.	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	19
3.	<b>CAPÍTULO III DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD</b>	20
3.1.	FLUJOGRAMA PARA DETERMINAR EL PELIGRO	20
3.2.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	20
3.3.	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	20
3.4.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	25
3.5.	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	28
3.6.	DEFINICION DE ESCENARIOS	30
3.7.	FACTORES CONDICIONANTES	30
3.8.	FACTORES DESENCADENANTES	31
3.9.	NIVELES DE PELIGROSIDAD	32
3.10.	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO	32
4.	<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD</b>	35
4.1.	VULNERABILIDAD	35
4.2.	FACTORES DE VULNERABILIDAD	38
4.3.	ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS SUCEPTIBLES A INUNDACION	35
4.4.	ESTRATIFICACION DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD	36
5.	<b>CAPÍTULO V CONTROL DE RIESGOS</b>	38
5.1.	ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA AL RIESGO	38
6.	<b>CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	40
6.1.	CONCLUSIONES	40
6.2.	RECOMENDACIONES	41
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	43
8.	<b>ANEXOS</b>	44
	ESTUDIO HIDROLÓGICO CON FINES DE PRONÓSTICO DE MÁXIMAS AVENIDAS QUEBRADA LOS CÓNDORES 2018 –MSC. JORGE MEDINA PANEL FOTOGRAFICO	
	RESOLUCION DE ACREDITACION DE PROFESIONAL ING MARIA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS	80

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP Nº 57221



CUADROS	
Cuadro N° 01 Coordenadas de la Quebrada Los Cóndores	7
Cuadro N° 02 Total de la población del Distrito de Chaclacayo	8
Cuadro N° 03 Población de la Quebrada Los Cóndores	8
Cuadro N° 04 Población según grupos de edades	9
Cuadro N° 05 Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Precipitación	21
Cuadro N° 06 Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación	21
Cuadro N° 07 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación	21
Cuadro N° 08 Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente	22
Cuadro N° 09 Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente	22
Cuadro N° 10 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente	22
Cuadro N° 11 Matriz de comparación de pares del parámetro Geología	22
Cuadro N° 12 Matriz de normalización de pares del parámetro Geología	23
Cuadro N° 13 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geología	23
Cuadro N° 14 Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología	23
Cuadro N° 15 Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología	24
Cuadro N° 16 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geomorfología	24
Cuadro N° 17 Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes	24
Cuadro N° 18 Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes	24
Cuadro N° 19 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes	24
Cuadro N° 20 Parámetro de Evaluación	25
Cuadro N° 21 Matriz de comparación de pares del parámetro Intensidad del Caudal	25
Cuadro N° 22 Matriz de normalización de pares del parámetro Intensidad del Caudal	25
Cuadro N° 23 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Intensidad del caudal	25
Cuadro N° 24 Matriz de comparación de pares del parámetro de curva de duración de caudales	26
Cuadro N° 25. Matriz de normalización de pares del parámetro de curva de duración de caudales	26
Cuadro N° 26 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro curva de duración de caudales	26
Cuadro N° 27 Matriz de comparación de pares del parámetro de periodo de Retorno	26
Cuadro N° 28 Matriz de normalización de pares del parámetro periodo de Retorno	27
Cuadro N° 29 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de periodo de retorno	27
Cuadro N° 30 Matriz de comparación de pares	27
Cuadro N° 31 Matriz de normalización de pares	27
Cuadro N° 32 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico	27

  
 .....  
 MARÍA D. ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 REG. CIP. N° 57221



Cuadro N° 33 Total de Población de Chaclacayo	28
Cuadro N° 34 Población según grupos de edades	28
Cuadro N° 35 Servicios susceptibles al fenómeno de inundación	29
Cuadro N° 36 Vías de Comunicación susceptibles al fenómeno de inundación	29
Cuadro N° 37 Infraestructura susceptibles al fenómeno de inundación	29
Cuadro N° 38 viviendas susceptibles al fenómeno de inundación	29
Cuadro N° 39 Pendiente rangos	30
Cuadro N° 40 Unidades geomorfológicas, determinación de susceptibilidades	31
Cuadro N° 41 Rangos de Unidades de Precipitación	32
Cuadro N° 42 Niveles de peligro	32
Cuadro N° 43 Matriz de Peligro	33
Cuadro N° 44 Población según grupos de edades	36
Cuadro N° 45 Material predominante en las paredes	36
Cuadro N° 46 Cuadro de nivel de Vulnerabilidad	36
Cuadro N° 47 Valoración de consecuencias	38
Cuadro N° 48 Valoración de la frecuencia de ocurrencia	38
Cuadro N° 49 Nivel de consecuencia y daños	38
Cuadro N° 50 Aceptabilidad y/o Tolerancia	39
Cuadro N° 51 Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia	39
Cuadro N° 52 Prioridad de Intervención	39
MAPAS	
Mapa N° 01 Ubicación de la Quebrada Los Cóndores	7
Mapa N° 02 Vial de la Ruta Lima – Chaclacayo	8
Mapa N° 03 Geología de la Quebrada Los Cóndores	12
Mapa N° 04 Mapa Geomorfológico de la Quebrada Los Cóndores	13
Mapa N° 05 Mapa de Pendientes de la Quebrada Los Cóndores	14
Mapa N° 06 Relieve de la Cuenca Los Cóndores	16
Mapa N° 07 Mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica – Tipo de Suelos	18
Mapa N° 08 Mapa de Peligros de la Quebrada Los Cóndores.	34
Mapa N° 09 Planteamiento esquemático del proyecto de habilitación urbana.	37
TABLAS	
Tabla N° 01 Caracterización de extremos de precipitación	19
Tabla N° 02 Parámetros que considerar en la evaluación de la susceptibilidad	21
GRAFICOS	
Gráfico N° 01 Metodología general para determinar el nivel de peligro	20
Gráfico N° 02 Esquema de determinación de elementos expuestos	35

  
 MARÍA D. S. ROSARIO PATRICIA  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática nos muestra años con periodos de lluvias que sobrepasan los valores normales como otros años donde las lluvias totalizan cantidades menores a lo esperado. Dentro de este contexto, en los meses (de enero a marzo) que llueve más, uno de los peligros latentes y/o potencialmente dañino son las lluvias intensas cuando se dan en corto tiempo, estas generan otros peligros como son las inundaciones del tipo pluvial y fluvial, y movimiento en masa.

Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) manifiesta que, en Lima, existen 107 zonas muy vulnerables que no resistirían las consecuencias de las lluvias intensas, además, indicó que, 86 de estas tienen la característica de poseer quebradas y laderas inestables y se encuentran en 13 distritos. Así mismo, indican que los distritos vulnerables son: Independencia, San Martín de Porres, Comas, Carabayllo, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Pachacámac, Ate, Chosica, Chaclacayo, Cieneguilla, San Juan de Lurigancho y el Rímac.

La exposición a las lluvias intensas es alta en la cuenca del río Rímac, lo que incrementa los niveles de vulnerabilidad en función del tiempo, tomando en cuenta el incremento de su población y los asentamientos en zonas de alta exposición a inundaciones, deslizamientos y eventos extremos

La EVAR está enfocado a la Quebrada Los Cóndores, donde se localiza la Asociación de Propietarios de la Quebrada Los Cóndores, comprende desde los ingresos, hasta el límite con el distrito de Cieneguilla, ocupando un área aproximada de 626 hectáreas.

  
MARÍA D. I. ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221



## 1. CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgo de desastre ante el peligro por lluvias intensas que presenta la habilitación urbana proyectada en el lote C2B, que conforma la zona de estudio en la Quebrada Los Cóndores.

Identificar zonas susceptibles a ser afectadas por flujos de lodo y/o inundaciones.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y establecer los niveles de peligro existentes en el lote C2B de la Quebrada Los Cóndores y elaborar el Mapa de Peligros.
- Recomendar medidas estructurales y no estructurales que coadyuven en la reducción del riesgo en la zona del proyecto de habilitación urbana.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con las estadísticas las inundaciones presentadas en las zonas de estudio son ocasionadas por ocurrencia de lluvias intensas, principalmente en los meses de enero, febrero y marzo, que es el periodo de lluvias en la sierra. La mayor parte de estas inundaciones, potencialmente afectan una franja cuyo ancho oscila entre 10 y 15 m., adyacente al cauce principal, dentro de la cuenca de la Quebrada Los Cóndores, lugar donde se va a desarrollar un proyecto urbanístico en el que se requiere asegurar su sostenibilidad a fin no ocurran desbordes o inundaciones en un futuro cercano.

### 1.4. ANTECEDENTES

Según el Informe de emergencia N° 719 18/08/2017/ COEN – INDECI (Informe N° 34), señala que el distrito de Chaclacayo se registró 27 personas damnificada, 720 personas afectadas, y 04 personas heridas, asimismo se registraron 4 viviendas colapsadas, 9

  
MARIANA D. ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221



viviendas inhabitables y 213 afectadas. Por otro lado, también se registraron 2 instituciones educativas afectadas, 12.12 km de carreteras afectadas.

#### 1.5. MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048 2011 PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Decreto Supremo N° 115 2013 PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126 2013 PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334 2012 PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222 2013 PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220 2013 PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Resolución Ministerial N°147 2016 PCM, de fecha 18 julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción".

6

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

## 2. CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El ámbito de evaluación es la parcela C2B, que forma parte de la Asociación de Propietarios Garcilaso de la Vega, la misma que se localiza en la quebrada los Cóndores, distrito de Chaclacayo; provincia y región Lima. Geográficamente se emplaza entre la zona media y baja de la quebrada Los Cóndores, por debajo de los 950 msnm. Para evaluar la situación de riesgo de la asociación se requiere de la evaluación de todo el ámbito de la microcuenca; esta tiene un área estimada de 997. Hectáreas, con un perímetro estimado de 13.54 km. y se localiza aprox. entre las coordenadas que se podrán apreciar en el Mapa N° 01 Ubicación de la Quebrada Los Cóndores

Cuadro N° 01 Coordenadas de la Quebrada Los Cóndores

X	Y	X	Y
76.7300	11.9990	76.7158	11.9922
76.7223	11.9846	76.7348	12.0000
76.7304	11.9756	76.7503	11.9942
76.7508	11.9778	76.7430	12.0041

Mapa N° 01 Ubicación de la Quebrada Los Cóndores



Elaboración propia

### 2.2. VÍAS DE ACCESO

La principal vía de acceso es la Av. Nicolás Ayllón o Carretera Central, en dirección Lima – Chosica, a la altura el km 24, se gira a la derecha siguiendo la Av. Los Laureles hasta llegar al acceso al Club Los Cóndores, donde se sigue por la Av. Los Tucanes hasta llegar

7  
  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

a la Av. Los Incas desde donde se prosigue hasta llegar a su fin, el cual será el inicio de la microcuenca.

Mapa N° 02 Vial de la Ruta Lima – Chaclacayo



Elaboración propia, Fuente WEB

### 2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR

#### 2.3.1. Descripción de la Población

La población total del Distrito de Chaclacayo proyectada al 2015 es de 41,110 habitantes de los cuales el 2.43% representa a la población del área de estudio.

Cuadro N° 02 Total de la población del Distrito de Chaclacayo

Total de la población de Chaclacayo	Urbana	Rural	%
Chaclacayo	41,110.00		100
Hombres	19,826.00		48.23
Mujeres	21,284.00		51.77

Censo INEI 2007

#### a) Población de la Quebrada Los Cóndores

La población permanente que se proyecta para la zona de estudio es de 330 habitantes permanente lo que corresponde el 33% y una población temporal de 670 lo que hace el 67%; la zona es netamente urbana.

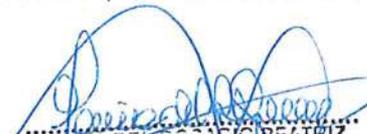
Cuadro N° 03 Población de la Quebrada Los Cóndores

Total de la población de Chaclacayo	Urbana	Rural	%
Quebrada Los Cóndores (permanente)	330		33
Quebrada Los Cóndores (temporal)	670		67
Total	1000		100

Elaboración propia

#### b) Población según grupo de edades

En el cuadro 03, se puede observar la distribución de la población por grupo etario de la Quebrada Los Cóndores, el cual se caracterizará por tener una población medianamente joven debido a que el 40% de la población es menor de 44 años

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



haciendo un total de 600 habitantes que se convierte en una posibilidad de desarrollo para la zona de estudio.

Asimismo, 200 habitantes corresponden a la población adulta que oscilan entre las edades de 45 a 64 años (20%), y el restante de la población corresponde a las personas que se encuentran entre las edades 65 años a más que corresponden al 20%.

Cuadro 04 Población según grupos de edades

GRUPO DE EDADES	CANTIDAD	%
De 01 a 17 años	200	20
De 18 a 44 años	400	40
De 45 a 64 años	200	20
De 65 a más años	200	20
<b>Total, de población</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>

Fuente: Información entregada por los propietarios

#### 2.4. CONDICIONES FÍSICAS

Si bien el presente informe de evaluación de riesgos está centrado en el análisis de una posible inundación producida por lluvias intensas, es necesario hacer una referencia a los otros peligros que también pueden afectar la zona de estudio como es el caso de los sismos; de acuerdo con la historia sísmica de Perú, la región central ha sido afectada en varias oportunidades por eventos sísmicos de variada magnitud que han generado altos niveles de intensidad, puesta en evidencia con los daños observados post sismo en cada área urbana (Silgado, 1978). Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que, en el futuro, las mismas áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos con la misma o mayor intensidad. Entonces, no es tan importante el tamaño del sismo, sino la intensidad del sacudimiento del suelo, la educación de la población y la calidad de las construcciones presentes en cada área urbana.

De acuerdo con el estudio de Zonificación sísmica – geotécnica del área urbana de Chacacayo elaborado por el Instituto Geofísico del Perú, se concluye que en los aspectos sismológicos y de peligro sísmico que la actividad sísmica regional se registra con magnitudes menores a 4.7ML las que han producido en el distrito de Chacacayo aceleraciones de hasta 13cm/seg<sup>2</sup>, equivalentes a intensidades de III (MM), lo que produjo que cayeran, de las zonas altas, piedras de menor tamaño.

El mencionado estudio de peligro sísmico permitió estimar para un periodo de retorno de 50 años con el 10% de excedencia, aceleraciones de 365 a 370 cm/seg<sup>2</sup>. Estos valores son equivalentes a intensidades de VI VII (MM); es decir, suficientes como para producir daños estructurales y deslizamientos en las zonas de pendiente alta.

En esta sección, se describe las características físicas de la zona de estudio, para esto, se utilizó como información base la dispuesta por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), tales como la Geología y la geomorfología del cuadrángulo 24 j a escala 1/100,000, así mismo, dicha información fue homogenizada a una

9

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

escalada adecuada (1/5,000), con apoyo de imágenes satelitales y contrastada en campo. Este mismo procedimiento fue aplicado para las curvas de nivel, las cuales luego de un procesamiento (Reclasificación), nos permitió obtener las pendientes del terreno de la zona de estudio.

### Geología

De acuerdo con los estudios de geología regional realizados por el INGEMMET, plasmados en el Cuadrángulo de Chosica, Boletín N°43, Hoja 24 j, elaborado a escala 1/100 000, el área de estudio se encuentra formada por afloramientos de rocas ígneas plutónicas pertenecientes al Batolito de la Costa, y que muestran composiciones que varían desde granodioritas a diorita/tonalitas, las cuales a su vez se encuentran cortadas por diques de naturaleza andesítica.

Los depósitos aluviales se encuentran distribuidos en gran dimensión a lo largo de la quebrada, dentro de las principales unidades litológicas que se identifican en el sector y áreas contiguas se detallan en el Mapa N° 03 Geología de la Quebrada Los Cóndores y la descripción líneas abajo.

#### a. Super Unidad Santa Rosa, Tonalita – Granodiorita (Ks-sr/tdi)

Se caracterizan por su marcada coloración gris clara, que la diferencia de los cuerpos tonalítico diorítico más oscuros y a los que casi bordean; siendo sus contactos en parte transicional, pasando de una leucotonalita clara con abundante cuarzo (Santa Rosa claro) como se puede ver en Cieneguilla, a diorita cuarcífera (Santa Rosa oscuro) en la parte alta del cerro Huaycán, constituyendo entonces los cuerpos claros las partes marginales. Las tonalitas por la dureza del cuarzo presentan una topografía aguda, con estructuras tabulares debido al diaclasamiento, cuyo rumbo general es Norte Sur, variando en parte la Noroeste o al Sureste.

#### b. Super Unidad Santa Rosa Tonalita – diorita (Ks – sr/tdg)

Estos cuerpos se presentan constituyendo la parte central de esta super familia, con un marcado color oscuro. Constituyen el Plutón principal en los cerros que bordean Manchay, La Molina y el valle del Rimac desde Vitarte hasta Chosica; continuando hasta el valle del Chillón a la altura de Yangas, cubriendo de esta manera una gran extensión. Las rocas presentan en muestra de mano un color gris oscuro, textura holocristalina de grano medio variando a grueso y destacando las plagioclasas blancas dentro de una masa oscura.

#### c. Depósitos aluviales (Qh-al)

Corresponden a depósitos que están principalmente asociados a transporte de grandes volúmenes de sedimentos producto de intensas precipitaciones, como es el caso de la Quebrada Los Cóndores y las quebradas adyacentes, que desembocan en el río Rimac. En la zona de estudio, estos depósitos aluviales se evidencian a lo largo de los cauces, en algunos sectores alcanza hasta 15 metros de alto, formados por bloques hasta de 5 metros, detritos y suelos finos.

10

  
 .....  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



**d. Unidad de Patap (ks-d-pt / Ks-gbd-pt).-**

Constituida por cuerpos de dioritas a gabrodioritas del Cretácico superior que corresponden a las rocas más antiguas del batolito de la Costa, emplazados al lado occidental del mismo con intervalos de tiempo que pudieron variar entre los 84 y 102 m.a. La textura de la roca varía de grano medio a grueso, alteradas forman suelos detríticos que se encuentran colgando en las laderas a manera de depósitos coluviales y bloques sueltos.

**Geomorfología**

A continuación, se describe cada una de las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio, las cuales se describen y detallan en el Mapa N° 04 Mapa Geomorfológico de la Quebrada Los Cóndores

**a) Montaña en Roca Intrusiva (RM -ri)**

Se distribuye en forma discontinua y principalmente en el lado occidental, ocupando el 13.48 % del área total de la región. Se dispone como stock o batolitos de formas irregulares a alargadas.

Por su naturaleza litológica, se originan geoformas con laderas subredondeadas a cóncavas hasta escarpadas por erosión pluvial.

**b) Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P - at)**

Es una planicie inclinada extendida al pie de las estribaciones andinas o los sistemas montañosos. Está conformado por acumulaciones de corrientes de aguas estacionales, de carácter excepcional, asociados usualmente al fenómeno El Niño.

**c) Terraza Indiferenciada (Ti)**

Consiste en valles tributarios de cauce angosto, no diferenciable a la escala de trabajo. Presenta terrazas adyacentes discontinuas encima de la llanura de inundación fluvial. Está asociado a erosión fluvial y derrumbes en las márgenes activas

**d) Montaña en roca Volcano – sedimentaria (RM - rvs)**

El paisaje muestra acumulaciones de materiales volcánicos del tipo de derrames lávicos, piroclásticos o intercalaciones de ambos.

La morfología más característica está representada por superficies planas y onduladas que forman altiplanos volcánicos amplios, con frentes escarpados a abruptos.

Los movimientos en masa asociados son derrumbes, deslizamiento, caída de rocas y erosión de laderas.

**Pendientes**

En el ámbito de la quebrada Los Cóndores el relieve del territorio está dominado por laderas de pendiente moderada, con pendientes que varían entre 20° y 30°, calificada como "Moderadas pendientes": 35 20° tienen influencia media en la

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. SIP N° 37261



susceptibilidad. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas. (Villacorta, Núñez, & Huarez, 2015).

#### Pendientes

En el ámbito de la quebrada Los Cóndores el relieve del territorio está dominado por laderas de pendiente moderada, con pendientes que varían entre 20° y 30°, calificada como "Moderadas pendientes": 35 20° tienen influencia media en la susceptibilidad. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas. (Villacorta, Núñez, & Huarez, 2015).

En el análisis de la distribución de la pendiente en el espacio de la cuenca se han establecido los siguientes rangos, los mismos que se detallan a continuación y se observan en el Mapa N° 05 Mapa de Pendientes de la Quebrada Los Cóndores.

- Muy bajas pendientes: menores a 10°, es el área donde se exponen los sedimentos arrastrados, muy baja influencia en la susceptibilidad, generalmente son los conos de deyección de quebradas.
- Bajas pendientes: entre 20 y 10°, representan una influencia baja en la susceptibilidad, se representa en el fondo de valle y los taludes detríticos.
- Moderadas pendientes: 35 20° tienen influencia media en la susceptibilidad. Se representan en el terreno en laderas y piedemonte cercanas al cauce de las quebradas.
- Altas pendientes: de 45 35° tienen influencia alta en la susceptibilidad, representando en el terreno laderas escarpadas de las montañas y colinas.
- Muy altas pendientes: de 45° a más, indican escarpes muy fuertes en las laderas y tienen una influencia muy alta para la susceptibilidad.

#### Hidrología <sup>1</sup>

La microcuenca Los Cóndores, políticamente se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de Chaclacayo; la entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca el río Rímac, es la Administración Local de Agua Chillón Rímac Lurín, que depende de la Autoridad Nacional del Agua ANA, adscrita al Ministerio de Agricultura.

La microcuenca Los Cóndores, tiene un área de 6.52 km<sup>2</sup>, con un perímetro de cuenca igual 10.88 km. Está comprendida entre los 925 msnm y los 1275 msnm, siendo su longitud máxima de 3.35 km. Es de segundo orden.

La longitud del cauce principal es de 3.12 km, siendo su cauce secundario de 1.64 km. Presenta una densidad de drenaje de 0.73 y una densidad de corriente de 0.25 lo cual

<sup>1</sup> Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018  
-MSc. Jorge Medina

  
MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

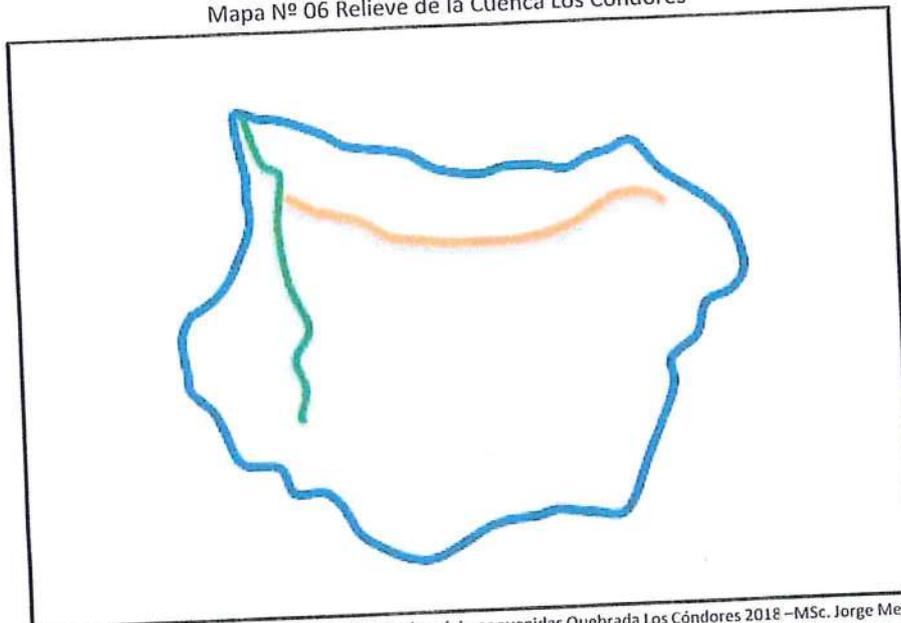


nos indica que se trata de un régimen pluvial de poco valor o resistencia litológica de gran magnitud.

Presenta un coeficiente de compacidad de 1.20 y una relación de circularidad de 0.70 que indicaría que la cuenca tiende a ser cuadrada. La relación de elongación es de 0.86 que muestra que la microcuenca tiene un relieve moderado. En el mapa N° 06, se muestra la microcuenca.

La pendiente del cauce principal es de 10.24%, siendo la altitud media de la cuenca de 1100 msnm.

Mapa N° 06 Relieve de la Cuenca Los Cóndores



Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 – MSc. Jorge Medina

Esta microcuenca es parte de la subcuenca Jicamarca Santa Eulalia (Unidad hidrográfica 7) que pertenece a la cuenca del río Rímac (Unidad Geográfica 6). La subcuenca Jicamarca Santa Eulalia políticamente se encuentra ubicada en los distritos de: Ate Vitarte, Chaclacayo y Chosica; hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Rímac, ocupa una superficie de 267.60 km<sup>2</sup> y representa el 7.64% del área total de la cuenca del río Rímac. Cuya longitud de cauce principal es de 34.81 km.

#### Tipo de Suelos

La clasificación SUCS fue propuesta por Arturo Casagrande (1942), siendo actualmente la más utilizada a nivel mundial para la clasificación de suelos desde un punto de vista geotécnico; datos que se detallan a continuación y se grafican en el Mapa N° 07 Mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica – Tipo de Suelos

La SUCS divide los suelos en:

*[Firma manuscrita]*  
 MARIA D. ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



Suelos de grano grueso

Suelos de grano fino

Suelos orgánicos

Los suelos de grano grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas de este son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz. Los suelos se designan por símbolos de grupo, los mismos que constan de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas); mientras que, los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos:

G = Grava

S = Arena

M = Limo

C = Arcilla

O = Limo o arcillas Orgánicas

H = Alta plasticidad

L = Baja plasticidad

W = Bien graduado

P = Mal graduado

Zona I. Suelos con afloramientos rocosos, estratos de grava coluvial aluvial a los pies de las laderas y a nivel superficial o cubiertos por estratos de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie se considera un factor de amplificación sísmica de  $S=1.0$  y un periodo natural de  $T_s=0.4$  s, correspondiendo a un suelo Tipo 1 de la Norma E030.

Zona II. Suelos con afloramientos rocosos, estratos de grava coluvial aluvial a los pies de las laderas y a nivel superficial o cubiertos por estratos de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural que varían entre 0.1 y 0.3 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie se considera un factor de amplificación sísmica de  $S=1.0$  y un periodo natural de  $T_s=0.4$  s, correspondiendo a un suelo Tipo 1 de la Norma E030.

Zona III. Conformada, en su mayor parte, por los depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor en estado suelto. Los periodos predominantes varían entre 0.5 y 0.7 s con un factor de amplificación sísmica de  $S=1.4$  y periodo natural de  $T_s=0.9$ , correspondiendo a un suelo Tipo 3 de la Norma E030.

Zona IV. Conformada por depósitos de arena eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos fluviales, depósitos marinos y suelos pantanosos. Los periodos predominantes del terreno son mayores que 0.7 s con un factor de amplificación sísmica de  $S=1.6$  para un periodo natural de  $T_s=1.2$  s, correspondiente a un suelo Tipo 4 de la Norma E030.

17



MARIA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

Zona V. Conformada por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con potencias entre 5 y 15 m. Se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y en la actualidad han sido urbanizados. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requiere un estudio específico.

## 2.5. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

### Clima

La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima semicálido y húmedo, con lluvia deficiente en gran parte del año.

### Temperatura

La temperatura promedio anual registrada es de 19.90 °C, siendo la temperatura máxima media mensual de 28.00°C en el mes de marzo y la mínima media mensual de 10.90°C en el mes de julio.

### Comportamiento de las lluvias

Respecto al comportamiento de las lluvias, los acumulados de las lluvias promedio no son significativos en gran parte del año, sin embargo, suele presentarse incrementos entre los meses de diciembre a febrero. Para los meses de verano las lluvias totalizan aproximadamente 1,0 mm.

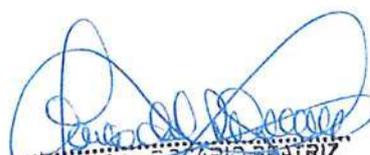
En el verano 2017, se presentaron condiciones oceano atmosféricas anómalas, que establecieron la presencia del "Niño Costero 2017", situación que favoreció una alta concentración de humedad atmosférica, propiciando un anómalo comportamiento de las lluvias, afectando éstas gran parte de la franja costera del Perú.

En la región de Lima, en el distrito Chaclacayo y la parte media de la cuenca de la vertiente occidental se presentaron lluvias intensas, catalogadas como "Extremadamente Lluvioso" y superando en frecuencia e intensidad las lluvias registradas en los años "Niño 1982 83" y "Niño 1997 98". El evento de "El Niño Costero 2017", por sus impactos asociados a las lluvias se puede considerar como el tercer "Fenómeno El Niño más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú.

Tabla 01 Caracterización de extremos de precipitación

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	UMBRALES DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA PARA LA ESTACIÓN DE CHOSICA	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS EXTREMAS
RR/día > 99p	RR > 18,3 mm	Extremadamente Lluvioso
95p < RR/día 99p	6,0 mm < RR ≤ 18,3 mm	Muy Lluvioso
90p < RR/día 95p	5,0 mm < RR ≤ 6,0 mm	Lluvioso
75p < RR/día 90p	2,5 mm < RR ≤ 5,0 mm	Moderadamente Lluvioso

Fuente: Umbrales y Precipitaciones absolutas – Sub Dirección de Predicción Climática SENAMHI



MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

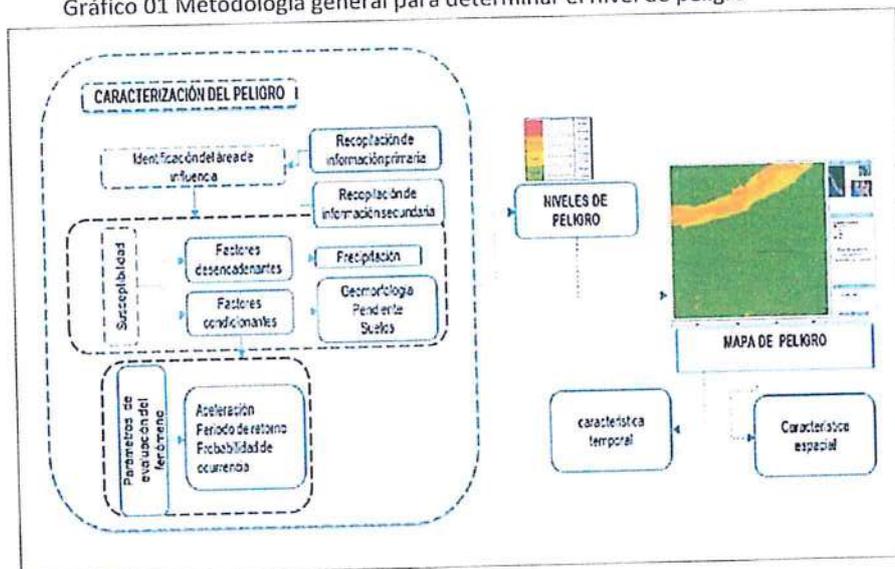
### 3. CAPÍTULO III DETERMINACIÓN DE NIVELES DE PELIGROSIDAD

Considerando el fenómeno de inundación se identifican las áreas que presentan niveles de peligrosidad, los que pueden ser: "muy alto, alto, medio y bajo". Esto se inicia con la recopilación de información para la identificación de los parámetros de evaluación y la susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y factores desencadenantes), lo cual ayudará a cuantificar los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación.

#### 3.1. FLUJOGRAMA PARA DETERMINAR EL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligros por el fenómeno de Inundación Fluvial, se utilizó la siguiente metodología para la generación del nivel de peligro, como se detalla en el siguiente gráfico.

Gráfico 01 Metodología general para determinar el nivel de peligro



Elaboración Propia, Fuente CENEPRED

#### 3.2. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha considerado la información generada por las entidades técnico científicas, la configuración actual del ámbito de estudio, post emergencia.

#### 3.3. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre el área de estudio.

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio correspondiente a la Parcela C2B de la quebrada Los Cóndores, se consideraron los siguientes factores o parámetros indicados en la tabla 02:

*Maria del Rosario Beatriz Guevara Salas*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Tabla 02 Parámetros que considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Precipitación	Pendiente
	Unidades geomorfológicas
	Unidades Geológicas

Elaboración Propia

## a) Análisis factores desencadenantes

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes.

*Parámetro: Precipitación*

Cuadro N° 05 Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Precipitación

PRECIPITACION	Mayor a P99	P95 - P99	P90 - P95	P75 - P90	Menor a P75
Mayor a P99	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
P95 - P99	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
P90 - P95	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
P75 - P90	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
Menor a P75	0.17	0.25	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.58	11.33	18.00
1/SUMA	0.44	0.25	0.15	0.09	0.06

Elaboración Propia

Cuadro N° 06 Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación

PRECIPITACION	Mayor a P99	P95 - P99	P90 - P95	P75 - P90	Menor a P75	Mayor Normalización
Mayor a P99	0.444	0.490	0.456	0.353	0.333	0.415
P95 - P99	0.222	0.245	0.304	0.267	0.222	0.252
P90 - P95	0.147	0.123	0.152	0.265	0.222	0.182
P75 - P90	0.111	0.081	0.051	0.088	0.167	0.100
Menor a P75	0.076	0.061	0.038	0.029	0.056	0.052

Elaboración Propia

Cuadro N° 07 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación

IC	0.045
RC	0.040

Elaboración Propia

*Maria del Rosario Beatriz Guevara Salas*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## b) Análisis de Factores Condicionantes

## Parámetro Pendiente

Cuadro Nº 08 Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente

PENDIENTES	S < 5%	5% < S < 10%	10% < S < 20%	20% < S < 45%	S > 45%
S < 5%	1.00	2.00	3.03	5.00	7.14
5% < S < 10%	0.50	1.00	2.00	3.03	5.00
10% < S < 20%	0.33	0.50	1.00	2.00	3.03
20% < S < 45%	0.20	0.33	0.50	1.00	3.03
S > 45%	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.17	4.03	6.86	11.36	19.20
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro Nº 09 Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente

PENDIENTES	S < 5%	5% < S < 10%	10% < S < 20%	20% < S < 45%	S > 45%	Vector Priorización
S < 5%	0.461	0.496	0.442	0.440	0.372	0.442
5% < S < 10%	0.230	0.248	0.292	0.267	0.260	0.259
10% < S < 20%	0.152	0.124	0.146	0.176	0.158	0.151
20% < S < 45%	0.092	0.082	0.073	0.088	0.158	0.099
S > 45%	0.065	0.050	0.048	0.029	0.052	0.049

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro Nº 10 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente

IC	0.019
RC	0.017

## Parámetro Geología

Cuadro Nº 11 Matriz de comparación de pares del parámetro Geología

GEOLÓGICA	Deposito fluvial (Q-fl)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Depósitos coluviales - deluviales (Qp-al)	Unidad de Patap (ks-d-pt / ks-gbd-pt)	Unidad Santa Rosa (ks-td-sr)
Deposito fluvial (Q-fl)	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósitos coluviales - deluviales (Qp-al)	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Unidad de Patap (ks-d-pt / ks-gbd-pt)	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Unidad Santa Rosa (ks-td-sr)	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.17	3.67	7.53	14.33	23.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

  
 MARÍA DULCE GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP Nº 57221

Cuadro N° 12 Matriz de normalización de pares del parámetro Geología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Deposito o fluvial (Q-f)	Depósitos aluviales (Qh-al)	Depósitos coluviales deluviales (Qp-al)	Unidad de Patap (ks-d-pt / ks-gbd-pt)	Unidad Santa Rosa (ks-td-sr)	Valor
Deposito fluvial (Q-f)	0.46	0.54	0.40	0.35	0.30	0.411
Depósitos aluviales (Qh-al)	0.23	0.27	0.40	0.35	0.30	0.311
Depósitos coluviales deluviales (Qp-al)	0.15	0.09	0.13	0.21	0.22	0.160
Unidad de Patap (ks-d-pt / ks-gbd-pt)	0.09	0.05	0.04	0.07	0.13	0.078
Unidad Santa Rosa (ks-td-sr)	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.039

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 13 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geología

IC	0.045
RC	0.041

Fuente: Elaboración propia

Parámetro: Geomorfología

Cuadro 14 Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Montaña en Roca Intrusiva (RM - ri)	Vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P - at)	Terraza Indiferenciada (Ti)	Montaña en roca Volcano sedimentaria (RM - rvs)	Terraza aluvial (T-al)
Montaña en Roca Intrusiva (RM - ri)	1.00	2.00	3.00	7.00	9.09
Vertiente o piedemonte aluvio - torrencial (P - at)	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza Indiferenciada (Ti)	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Montaña en roca Volcano - sedimentaria (RM - rvs)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Terraza aluvial (T-al)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.08	3.67	7.53	16.33	25.09
1/SUMA	0.48	0.27	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



Cuadro 15 Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología

Condicionante	Montaña en Roca Intrusiva (RM -ri)	Vertiente o piedemonte aluvio - torrencial (P - at)	Terraza Indiferenciada (Ti)	Montaña en roca Volcano sedimentaria (RM - rvs)	Terraza aluvial (T-al)	Relación de Consistencia (RC)
Montaña en Roca Intrusiva (RM -ri)	0.48	0.54	0.40	0.43	0.36	0.443
Vertiente o piedemonte aluvio - torrencial (P - at)	0.24	0.27	0.40	0.31	0.28	0.299
Terraza Indiferenciada (Ti)	0.16	0.09	0.13	0.18	0.20	0.153
Montaña en roca Volcano - sedimentaria (RM - rvs)	0.07	0.05	0.04	0.06	0.12	0.070
Terraza aluvial (T-al)	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.036

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geomorfología

IC	0.035
RC	0.031

Fuente: Elaboración propia

c) Análisis de los parámetros de los factores condicionantes:

Cuadro Nº 17 Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

Factores condicionantes	Pedimento	Geomorfología	Geología
Pedimento	1.00	2.00	3.00
Geomorfología	0.50	1.00	2.00
Geología	0.33	0.50	1.00
CIJWA	1.83	3.50	6.00
T/CIJWA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 18 – Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

Pedimento	Geomorfología	Geología	Valor de Normalización
0.546	0.571	0.500	0.539
0.273	0.286	0.333	0.297
0.180	0.143	0.167	0.163

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 19 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes

IC	0.002
RC	0.002

Fuente: Elaboración propia

*Maria del Rosario Beatriz Guevara Solas*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SOLAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP Nº 57221



### 3.4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para el presente caso, se ha considerado los siguientes parámetros de evaluación para el fenómeno "Inundación Fluvial".

Cuadro N° 20 Parámetro de Evaluación

Parámetros de Evaluación		
Intensidad del Caudal	Período de Duración	Período de Retorno

Fuente: Elaboración propia

#### a) Parámetro de Evaluación: Intensidad del caudal

Cuadro 21 Matriz de comparación de pares del parámetro Intensidad del caudal

Intensidad de Q	7.33	6.17	6.33	6.57	7.52
7.33	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
6.17	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
6.33	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
6.57	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
7.52	0.13	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.21	4.03	6.53	12.33	21.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro 22 Matriz de normalización de pares del parámetro Intensidad del caudal

Intensidad de Q	7.33	6.17	6.33	6.57	7.52
7.33	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
6.17	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
6.33	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
6.57	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
7.52	0.13	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.21	4.03	6.53	12.33	21.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro 23 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Intensidad del caudal

IC	0.039
RC	0.035

Fuente: Elaboración propia

25

MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

## b) Parámetro de Evaluación: Curva de Duración de caudales

Cuadro 24 Matriz de comparación de pares del parámetro de curva de duración de caudales

Duración de Q	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00
40.00	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
30.00	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
20.00	0.33	0.50	1.00	3.00	5.00
10.00	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
0.00	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.17	4.03	6.53	12.33	21.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro 25. Matriz de normalización de pares del parámetro de curva de duración de caudales

Intensidad de Q	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00	Vector Priorización
40.00	0.461	0.496	0.459	0.406	0.333	0.431
30.00	0.230	0.248	0.306	0.243	0.238	0.253
20.00	0.152	0.124	0.153	0.243	0.238	0.182
10.00	0.092	0.082	0.051	0.081	0.143	0.090
0.00	0.065	0.050	0.031	0.027	0.048	0.044

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

## Cuadro 26 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro curva de duración de caudales

IC	0.032
RC	0.029

Fuente: Elaboración propia

## c) Parámetro de Evaluación: Periodo de retorno

Cuadro 27 Matriz de comparación de pares del parámetro de periodo de retorno

Periodo de Retorno	50.00	20.00	10.00	5.00	2.00
50.00	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
20.00	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
10.00	0.33	0.33	1.00	2.00	3.00
5.00	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
2.00	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.17	3.78	7.83	12.33	19.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

26  
  
 MARIANA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



Cuadro 28 Matriz de normalización de pares del parámetro periodo de retorno

Periodo de Retorno	50.00	20.00	10.00	5.00	2.00	Vector Priorización
50.00	0.461	0.529	0.383	0.406	0.368	0.429
20.00	0.230	0.265	0.383	0.324	0.263	0.293
10.00	0.152	0.087	0.128	0.000	0.158	0.105
5.00	0.092	0.066	0.064	0.081	0.158	0.092
2.00	0.065	0.053	0.042	0.027	0.053	0.048

Fuente: Elaboración Propia Fuente Estudio Hidrológico con fines de pronóstico de máximas avenidas Quebrada Los Cóndores 2018 –MSc. Jorge Medina

Cuadro 29 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro de periodo de retorno

IC	0.046
RC	0.041

Fuente: Elaboración propia

## d) Ponderación del parámetro de Evaluación del Fenómeno

Cuadro Nº 30 Matriz de comparación de pares

Parámetro de Evaluación	Intensidad del caudal	Periodo de duración	Periodo de retorno
Intensidad del caudal	1.00	3.03	5.00
Periodo de duración	0.33	1.00	3.00
Periodo de retorno	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.36	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 31 Matriz de normalización de pares

Parámetro de Evaluación	Intensidad del caudal	Periodo de duración	Periodo de retorno	Vector Priorización
Intensidad del caudal	0.654	0.695	0.556	0.635
Periodo de duración	0.216	0.229	0.333	0.259
Periodo de retorno	0.131	0.076	0.111	0.106

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 32 Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico

IC	0.019
RC	0.036

27  
  
 MARIA D.L. ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP Nº 57221

### 3.5. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

#### 3.5.1. Dimensión Social

Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación

La población estimada para la Quebrada Los Cóndores es de 1000 personas que incluye la población permanente y la temporal, representando el 2.14% de la totalidad del distrito.

Cuadro Nº 33 Total de Población de Chaclacayo

Total, de la población de Chaclacayo	Urbana	Rural	%
Quebrada Los Cóndores (permanente)	330		33
Quebrada Los Cóndores (temporal)	670		67
Total	1000		100

Elaboración Propia

#### a) Población según grupo de edades

En el Cuadro Nº 32, se puede observar la distribución de la población por grupo etario de la Quebrada Los Cóndores, el cual se caracteriza por tener una población medianamente joven debido a que el 40% de la población es menor de 44 años haciendo un total de 600 habitantes que se convierte en una posibilidad de desarrollo para la zona de estudio.

Asimismo, 200 habitantes corresponden a la población adulta que oscilan entre las edades de 45 a 64 años (20%), y el restante de la población corresponde a las personas que se encuentran entre las edades 65 años a más que corresponden al 20%.

Cuadro Nº 34 Población según grupos de edades

GRUPO DE EDADES	CANTIDAD	%
De 01 a 17 años	200	20
De 18 a 44 años	400	40
De 45 a 64 años	200	20
De 65 a más años	200	20
Total, de población	1000	100

Información entregada por los propietarios

#### b) Elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación

En este caso no se hace un análisis de elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación debido a que en el área de estudio no existen Instituciones Educativas, Centros de Salud y en el proyecto urbanístico no se ha identificado este tipo de instituciones.

#### c) Dimensión Económica

En este ítem se hace un análisis de los elementos expuestos susceptibles al fenómeno de inundación como son viviendas, infraestructura pública, entre

28

*Maria del Rosario Beatriz Guevara Salas*

MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP Nº 57221



otros, al momento de elaborar el presente documento todo lo expuesto en el siguiente cuadro se encuentra en el diseño del proyecto urbanístico.

Cuadro N° 35 Servicios susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro Poblado	% de red susceptible al peligro	Longitud (ml)	Tipo de material
Chaclacayo	Quebrada Los Cóndores	Red de Electricidad	2300	Postes y red de baja tensión
		Red de agua potable	2000	pvc
		Red de desagüe	2000	pvc
		red de alcantarillado	1300	Mampostería de piedra

Fuente Información entregada por los propietarios

En la Quebrada los Cóndores se ha previsto construir 1700 m. de vías pavimentadas, 30 ml de puentes vehiculares y 45 ml de puentes peatonales, como se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 36 Vías de Comunicación susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro Poblado	Vías de Comunicación	Longitud (ml)
Chaclacayo	Quebrada Los Cóndores	Vía Asfaltada	1700
		Puentes vehiculares	30
		Puentes peatonales	45

Fuente Información entregada por los propietarios

En cuanto a la infraestructura que pudiera ser susceptible a ser afectada ante una inundación se cuenta con 600 m. de ductos de regadío cuyo material es de PVC; así mismo se ha considerado la construcción de 1 reservorio de concreto armado para el almacenamiento de agua

Cuadro N° 37 Infraestructura susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro Poblado	Infraestructura	Longitud (ml)	Cantidad	Tipo de material
Chaclacayo	Quebrada Los Cóndores	Ductos de regadío	6000	1	Pvc
		Reservorios de agua		1	Concreto armado

Fuente Información entregada por los propietarios

Asimismo, en el proyecto de habilitación urbana se ha previsto la construcción de 30 viviendas para el mismo número de familias en la parcela C2B de la quebrada Los Cóndores.

Cuadro N° 38 viviendas susceptibles al fenómeno de inundación

Distrito	Centro Poblado	Número de viviendas	Número de familias
Chaclacayo	Quebrada Los Cóndores	30	30

Fuente Información entregada por los propietarios

29  
  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

### 3.6. DEFINICION DE ESCENARIOS

Se ha considerado el escenario más alto: "Con una precipitación muy intensa, el terreno presenta una geomorfología de llanura aluvial con pendientes entre 5° a 25°, con geología de depósitos fluviales, con intensidades de caudal cauce de la quebrada los Cóndores mayor a 7.33 m<sup>3</sup>/s, y con periodos de retornos de 50 años, se producirían eventos de desbordes en la quebrada Loas Cóndores del distrito de Chaclacayo, los daños pueden reducirse con la ejecución de las obras de encauzamiento para reducir el riesgo aunque el caudal es relativamente bajo".

### 3.7. FACTORES CONDICIONANTES

De acuerdo con el Manual de procedimientos técnicos para la evaluación de riesgos por inundaciones por efecto desencadenante de lluvias intensas se ha considerado los factores condicionantes la pendiente (características topográficas) y la geomorfología de la zona de estudios.

- a) La pendiente, se constituye un factor condicionante muy importante a fin de evitar inundaciones en la zona del proyecto si se tiene terrenos de pendientes suaves < 5%, de ahí que estos terrenos se consideren altamente susceptibles a estos procesos. El INGEMMET en base a trabajos anteriores han adoptado los siguientes rangos:

Cuadro N° 39 Pendiente rangos

RANGO DE PENDIENTE	CLASE	COMENTARIOS	VALOR	GRADO
0 - 1°	Terrenos llanos	Áreas muy susceptibles a inundaciones	5	Muy Alta
1° - 5°	Pendiente suave	Áreas medianamente susceptibles inundaciones	3	Alta
5° - 15°	Pendiente moderada	Áreas donde no se presentan inundaciones	1	Muy Baja
15° - 25°	Pendiente fuerte		1	Muy Baja
25° - 45°	Pendiente escarpada		1	Muy Baja
> 45°	Terrenos muy escarpados		1	Muy Baja

Elaboración Propia, Fuente INGEMMET

#### b) Geomorfología

Las unidades geomorfológicas se han evaluado de acuerdo con su altura relativa, pendiente y asociación morfogenética que determinan la susceptibilidad a un evento de inundación:

30

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SMLAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



Cuadro N° 40 Unidades geomorfológicas, determinación de susceptibilidades

GEOFORMA	UNIDAD	SUBUNIDAD	VALOR
De carácter tectónico-degradacional y erosional	Montañas	Relieve montañoso en rocas intrusivas	1
		Relieve montañoso en rocas volcánicas	1
		Relieve montañoso en rocas volcánico sedimentarias	1
		Relieve montañoso en rocas metamórficas	1
		Relieve montañoso en rocas sedimentarias	1
		Montaña estructural	1
	Colinas	Relieve de colinas y lomadas en rocas intrusivas	1
		Relieve de colinas y lomadas en rocas volcánicas	1
		Relieve de colinas y lomadas en rocas volcánico sedimentarias	1
		Relieve de colinas y lomadas en rocas metamórficas	1
		Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias	1
		Colinas estructurales	1
	Planicies y Depresiones	Montes isla	1
		Relieve depresionado	5
De carácter deposicional y agradacional	Piedemontes	Altiplanicie o meseta andina	4
		Piedemonte coluvio deluvial	1
		Piedemonte aluvio torrencial	2
		Piedemonte aluvial	3
	Planicies y depresiones	Abanicos de piedemonte	2
		Vertiente de detritos	1
		Morrenas	1
		Valle fluvial y terrazas indiferenciadas	5
		Llanura aluvial o cauce inundable	5
		Terrazas aluviales	4
Cuerpos de agua	Islas	5	
	Mantos de arena	1	
	Cordón de dunas	1	
	Llanura o planicie costera	3	
	Llanura disectada	3	
	Faja litoral	1	
	Estuario	3	
	Lagunas, embalses de agua y cuerpos de agua	3	

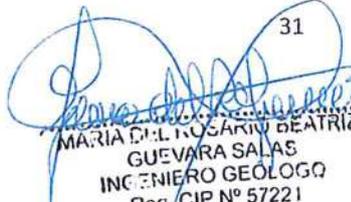
Elaboración Propia, Fuente INGEMMET

### 3.8. FACTORES DESENCADENANTES

Las precipitaciones son un factor determinante para la generación de inundaciones y otros procesos como los movimientos en masa. Estas se generan en una cuenca en función del área de captación de la cuenca, alturas, pendientes y cobertura vegetal (Faustino, 2006); la respuesta del evento de escorrentía se producirá de forma inmediata o tardará un tiempo hasta alcanzar el cauce del río a través del desplazamiento del flujo por sus afluentes.

A nivel internacional se ha extendido el uso de tres grandes periodos de retorno de lluvias máximas: 500, 100 y 10 años (Diez et al, 2011).

31

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



a) Valoración de los rangos de precipitación

Cuadro Nº 41 Rangos de Unidades de Precipitación

Unidades de Precipitación (UP)	Rango de Precipitación (mm)
1	20 - 60
2	61 - 150
3	151 - 260

Elaboración Propia

Para el caso de la quebrada Los Cóndores el rango de precipitación es no mayor a 13.0 mm

3.9. NIVELES DE PELIGROSIDAD

Retomando el escenario de riesgos indicado líneas arriba en el que se ha considerado el escenario más alto: "Con una precipitación muy intensa, el terreno presenta una geomorfología de llanura aluvial con pendientes entre 5° a 25°, con geología de depósitos fluviales, con intensidades de caudal en el cauce de la quebrada los Cóndores mayor a 7.33 m<sup>3</sup>/s, y con periodos de retornos de 50 años; se producirían eventos de desbordes en la quebrada Los Cóndores del distrito de Chacacayo, los daños pueden reducirse con la ejecución de las obras de encauzamiento para reducir el riesgo aunque el caudal es relativamente bajo".

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro Nº 42 Niveles de peligro

NIVEL PELIGRO	RANGO
Muy Alto	1.04 R > 1.04
Alto	0.402 R < 1.04
Medio	0.136 R < 0.402
Bajo	0.035 R < 0.136

Fuente: CENEPRED

3.10. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO:

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenido:

32

*Maria del Rosario Guevara Salas*

MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP Nº 57221

Cuadro Nº 43 Matriz de Peligro

NIVEL PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
Muy Alto	<p>Son terrenos llanos y áreas con pendiente entre 0° a 1°, muy susceptibles a inundaciones.</p> <p>La zona presenta 10° azas que consisten en valles de cauces angostos, asociados a orografía fluvial y tectónicas en las cuencas activas.</p> <p>Las Precipitaciones que se presentan en la zona son superiores al percentil 99</p>	1.00 R < 2.945
Alto	<p>Son terrenos llanos, con pendiente entre 1° a 5°, Áreas medianamente susceptibles a inundaciones.</p> <p>Son planicies inclinadas extendidas al pie de las estribaciones andinas o los sistemas montañosos. Está conformado por acumulaciones de corrientes de aguas estacionales, de carácter excepcional, asociados usualmente al fenómeno El Niño.</p> <p>Moderada presencia de materiales Inconsolidados. Zonas de planicies y planicies disectadas.</p> <p>Las Precipitaciones que se presentan en la zona son entre el percentil 90 y el percentil 99</p>	0.402 R < 1.04
Medio	<p>Relieves muy escarpados, con pendientes mayores a 45°, áreas con baja o nula susceptibilidad a inundaciones.</p> <p>Por su naturaleza litológica, se originan geoformas con laderas subredondeadas a cóncavas hasta escarpadas por erosión pluvial, produciéndose desprendimiento de material como se ha observado al pie de los cerros, los movimientos en masa asociados son derrumbes, caída de rocas y erosión de laderas.</p> <p>Las Precipitaciones que se presentan en la zona son inferiores al percentil 75</p>	0.136 R < 0.402
Bajo	<p>Son terrenos llanos, con pendientes entre 5° a 25°, Áreas donde no se presentan inundaciones, por presentar pendientes moderadas.</p> <p>La morfología más característica está representada por superficies planas y onduladas que forman altiplanos amplios, con frentes escarpados o abruptos.</p> <p>Las Precipitaciones que se presentan en la zona se encuentran entre el percentil 75 y el percentil 95</p>	0.035 R < 0.136

33

MARIA C. L. ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP Nº 57221



#### 4. CAPITULO IV ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

##### 4.1. Vulnerabilidad

En el marco de la Ley 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (Decreto Supremo N° 048 2011 PCM) se define a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o la actividad socioeconómica, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

##### 4.2. Factores de Vulnerabilidad

Los factores de Vulnerabilidad están definidos por la exposición, fragilidad y resiliencia La Exposición del proceso urbanístico de la Parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores a los desastres ocasionados por las lluvias intensas, se encuentra bien manejado como se muestra en el proyecto urbanístico de la zona, reduciendo la vulnerabilidad.

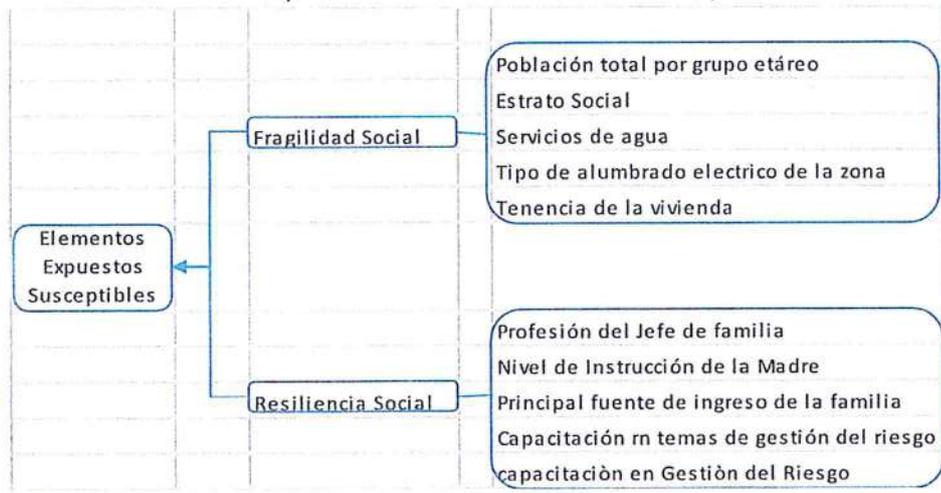
En cuanto a la fragilidad esta se encuentra en un nivel bajo debido a que el diseño urbanístico demuestra que se seguirá la normatividad vigente y el uso de los materiales de construcción serán adecuados para una vivienda segura.

En cuanto a la resiliencia al ser una zona con un número reducido de lotes la organización y coordinación de la población va a ser inmediata, así como la recuperación de los desastres que pudieran ocurrir.

##### 4.3. Análisis de los elementos expuestos susceptibles a inundación

Se han definido los siguientes parámetros y descriptores susceptibles a inundaciones

Gráfico N° 02 Esquema de determinación de elementos expuestos



Fuente Elaboración Propia

##### Fragilidad Social

De acuerdo con lo coordinado con los propietarios la población total será de 1000 pobladores distribuido de acuerdo con el cuadro siguiente:

35

*[Handwritten Signature]*

MIRIAM ROSARIO BEATRIZ  
**GUEVARA SALAS**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Cuadro N° 44 Población según grupos de edades

GRUPO DE EDADES	CANTIDAD	%
De 01 a 17 años	200	20
De 18 a 44 años	400	40
De 45 a 64 años	200	20
De 65 a más años	200	20
Total, de población	1000	100

Información entregada por los propietarios

El estrato social de los futuros habitantes de la parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores es muy alto, en el proyecto se ha considerado el servicio de agua domiciliario, así como el alumbrado público domiciliario y los servicios de agua, hay que tener en consideración que la tenencia de los lotes es de propietario.

Cuadro N° 45 Material predominante en las paredes

Material Predominante en las Paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	20	66.67
Otro material	10	33.33
Total, de viviendas	30	100

Información entregada por los propietarios

#### Resiliencia Social

Debido a que el nivel de económico de los propietarios hay que resaltar que la mayoría de los jefes de familia son profesionales, así como la madre de familia; la principal fuente de ingreso de la familia son los servicios;

#### 4.4. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Cuadro N° 46 Cuadro de nivel de Vulnerabilidad

Nivel Vulnerabilidad	DESCRIPCIÓN
Muy Alto	Del análisis general efectuado se considera que la zona se encuentra en un nivel muy alto debido a que no hay drenajes expuestos y solo se encuentra a nivel de delimitación urbanística
Alto	Las 330 personas que viviría en la parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores corresponden al 33% del total de pobladores, y como la residencia es permanente se encuentran muy expuestos a las inundaciones Entre ellos 200 adultos mayores que corresponden al 20% de la población futura se encuentran expuestas a las inundaciones.
Medio	El 67% de las personas, 670 personas que trabajan en la Parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores se consideran flotantes debido a que no tienen residencia permanente 200 menores de 1 año a 17 que corresponden al 20% de la población futura se encuentran expuestas a las inundaciones
Bajo	200 adultos entre los 45 y 64 años corresponden al 20% de la población; los jóvenes entre los 18 a los 44 años, que hacen un total de 400 personas y corresponden al 40% se considerarían que su exposición a las inundaciones es media

36

*Maria del Rosario Beatriz Guevara Salas*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## 5. CAPÍTULO V CONTROL DE RIESGOS

### 5.1. Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo

#### a) Valoración de consecuencias

Cuadro N° 47 Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad, es decir, posee el nivel 1 – Baja.

#### b) Valoración de frecuencia

Cuadro N° 48 Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de desborde del cauce de la Quebrada Los Cóndores con la inundación fluvial de la parcela C2B, éste puede ocurrir en periodos de tiempo largos, (entre 200 a 500 años), es decir, posee el nivel 2 – Medio.

#### c) Nivel de consecuencia y daños

Cuadro N° 49 – Nivel de consecuencia y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
		Alta	Alta	Alta	Alta
Muy alta	4	Alta	Muy Alta	Alta	Muy Alta
Alta	3	Alta	Alta	Alta	Alta
Media	2	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Baja	1	Baja	Media	Alta	Muy Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia

*Maria del Rosario Guevara Salas*  
 MARIA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 1 – Medio.

d) Aceptabilidad / tolerancia

Cuadro N° 50 Aceptabilidad y/o Tolerancia

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del Riesgo por inundación en la Parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores del distrito de Chaclacayo es de nivel 2 – Tolerable.

Cuadro N° 51 Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Según análisis el nivel de consecuencia y daños es MEDIO, por lo que en este caso el riesgo se constituye en un riesgo tolerable

e) Prioridad de Intervención

Cuadro N° 52 – Prioridad de Intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED

De acuerdo con el nivel de priorización, a través de la matriz de aceptabilidad y/o tolerancia el riesgo en un nivel III tolerable, es aceptable para el desarrollo de la vida social y normal de los futuros pobladores de la parcela C2B de la Quebrada Los Cóndores

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## 6. CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

#### Respecto del territorio o zona del proyecto

1. El riesgo más relevante en la zona de la parcela C2B es el correspondiente a la inundación por lluvias anómalas, no obstante prevalece el peligro sísmico inherente a la localización cercana a la costa del Perú.
2. El ámbito de estudio se encuentra en zona de un nivel de riesgo bajo del distrito de Chaclacayo ante una inundación fluvial.
3. El nivel de Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo se deduce a partir de que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son de fácil gestión por observar un nivel de riesgo Bajo.
4. Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural, en este caso de lluvias en la parcela C2B de la quebrada de Los Cóndores se pueden gestionar sin dificultad.
5. Del análisis efectuado se puede concluir que las inundaciones por lluvias pueden ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
6. La aceptabilidad y/o tolerancia del Riesgo por inundación en la Quebrada Los Cóndores del distrito de Chaclacayo es de un nivel tolerable.
7. El nivel de consecuencia y daños e intervención presenta un nivel tolerable.

#### Respecto de las intervenciones realizadas o por realizar en la parcela C2B

- a) La habilitación de plataformas o nivelación del terreno presenta notables diferencias en los espacios de corte y relleno respecto de su compacidad o consistencia superficial debido a la gradación no controlada de los rellenos, ello repercute directamente en el comportamiento del suelo de cimentación frente a movimientos sísmicos.
- b) La habilitación de canales o estructuras de conducción de eventuales avenidas extraordinarias, constituyen elementos de reducción de riesgo importante, no obstante su efectividad y eficiencia son temporales y condicionadas a la ocurrencia de anomalías, debido a sus características hidráulicas y constructivas.
- c) Se verifica que las transiciones de las estructuras hidráulicas aguas arriba de la parcela C2B son rudimentarias y que requieren atención de modo que se garantice la estabilidad y eficiencia de los canales ante la eventualidad de que sean requeridos.
- d) Los canales construidos dentro de la parcela C2B aun teniendo dimensiones importantes carecen de condiciones hidráulicas optimas, presentan encuentros a 90° en planta, inclinación exagerada de los taludes, irregularidad de la caja hidráulica, puntos débiles en los encuentros de base y paredes, taludes que

40

  
 .....  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



funcionan a gravedad, entre otros; no obstante son tolerables en tanto la utilidad del canal es eventual y no permanente considerando además que pueden ser mejorados en el futuro.

- e) El desarrollo de las obras de habilitación y concretamente de las medidas de reducción del riesgo dentro de la parcela C2B tienen relación directa con el cauce aguas abajo de la misma, situación que amerita un tratamiento e incorporación de medidas estructurales de reducción de riesgos para la zona actualmente ya ocupada de la quebrada Los Cóndores.
- f) El tratamiento de taludes y pendientes producto del movimiento de tierras realizado ha podido alterar la estabilidad de suelos o rocas en la parte alta del perímetro de la parcela C2B, situación que amerita un tratamiento complementario, tanto por la eventualidad de movimientos sísmicos como por la ocurrencia de precipitaciones anómalas.

#### 6.2. Recomendaciones

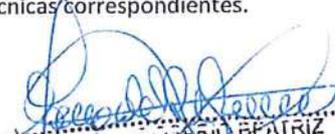
Se recomienda la evaluación e implementación de las siguientes medidas estructurales y no estructurales:

##### a) Medidas Estructurales:

1. Limpieza permanente del cauce de la quebrada los Cóndores, se debe programar actividades periódicas que no estén sujetas ni condicionadas a la ocurrencia o no de descargas o precipitaciones anómalas.
2. Ejecutar obras de transición aguas arriba de la parcela C2B a efectos de proteger las estructuras hidráulicas existentes y conducir adecuadamente los flujos que pudieran generarse en la parte alta de la cuenca.
3. Ejecutar obras de conducción y reducción de riesgo en el cauce aguas abajo de la parcela C2B, de modo que la habilitación y obras proyectadas no afecten negativamente los asentamientos y construcciones ya existentes.
4. Realizar el mantenimiento y mejoramiento de las estructuras hidráulicas de contención y conducción de flujos (canales y diques), es preciso que las obras sean adecuadamente diseñadas y calculadas a efectos de lograr eficiencia en la inversión y efectividad con la implementación de las mismas.
5. Realizar trabajos de control de erosión y mantenimiento de taludes a efectos de evitar la caída y desplazamiento violento de bloques líticos de gran dimensión.
6. Efectuar trabajos de reforestación de las riberas y cerros aledaños.

##### b) Medidas No Estructurales

1. Instalar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) por inundación, a fin de que la población pueda conocer anticipadamente en que tiempo podría suscitarse un probable evento adverso.
2. Identificar y señalar rutas de evacuación y zonas seguras ante inundación.
3. Establecer en el planeamiento las condiciones de diseño de cimentaciones en plataformas obtenidas mediante relleno a efectos de considerar adecuadamente las características geotécnicas correspondientes.

  
 MARÍA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



4. Establecer en el planeamiento las medidas para fortalecer las capacidades de la población en materia de inundación, contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras ante inundaciones.
5. En coordinación con el Distrito de Chaclacayo elaborar el Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres, en el marco de la normatividad vigente.

  
MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
(Reg. CIP N° 57221)

42



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Propuesta de Metodología para Evaluar el Riesgo a Inundaciones (Determinación del nivel de peligro), CENEPRED INGEMMET

Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2016. Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales.

Municipalidad Distrital de Chaclacayo (2016) Plan Local de Seguridad Ciudadana.

Ministerio del Ambiente (2012) Zonas Geográficas con Gestión de Información Sísmica Generación de Estudios Territoriales de Peligro Sísmico – Zonificación Sísmica – Geotécnica del área urbana de Chaclacayo.

SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.

MINAGRI SENAMHI, 2013. Normales Decadales de temperatura y precipitación y calendario de siembras y cosechas. Lima, Perú. 439 pp.

SENAMHI, 2014. Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos, 11pp.

Díaz, A, Villegas, E., Alfaro, L., Avalos, G. 2014. El fenómeno El Niño en el Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI eds. Dossier informativo. Dirección General de Meteorología Dirección de Climatología. 36 pág.

  
 MARÍA C. L. GUEVARA BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## 8. ANEXOS

  
MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

44



# ESTUDIO HIDROLÓGICO CON FINES DE PRONÓSTICO DE MÁXIMAS AVENIDAS EN LA QUEBRADA LOS CÓNDORES 2018

## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Introducción

El presente informe tiene por finalidad realizar el análisis de eventos extremos el cual sera empleada para el análisis de riesgos y posterior diseño y dimensionamiento de obras hidráulicas para mitigar los mismos.

### 1.2 Justificación

El análisis de eventos extremos es parte integral del análisis de riesgos el cual es una herramienta de gestion que servira para la habilitacion urbana.

### 1.3 Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la micro cuenca Los Condores y realizar el análisis de eventos extremos (maximas avenidas) cuyos resultados constituiran una herramienta de planificación y gestión de riesgos.

### 1.4 Metodología de Trabajo

El trabajo comienza con la recoleccion de informacion existente, en este caso el "Estudio Hidrologico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrometricas en la Cuenca del Rii Rimac", información digital e impresa de cartas nacionales, informackon tematica de suelos, geologia, climatologia, cobertura vegetal, etc.

En una segunda etapa, se realizó la visita de campo y reconocimiento de la cuenca contando para ello con las cartas nacionales, movilidad.

La ultima etapa es el trabajo de gabinete en el cual se procesa la información recopilada y se realizan los análisis correspñondientes.

## 2. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA

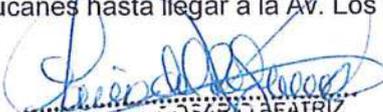
### 2.1 Ubicación

La microcuenca Los Condores, politicamente se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de Chaclacayo.

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca el río Rímac, es la Administración Local de Agua Chillón-Rímac-Lurín, que depende de la Autoridad Nacional del Agua-ANA, adscrita al Ministerio de Agricultura.

### 2.2 Accesibilidad

La via de acceso principal es la Av. Nicolas Ayllon. En direccion Lima – Chosica, a la altura el km 24, se gira a la derecho siguiendo la Av. Los Laurales hasta llegar al Club Los Condores, donde se sigue por la Av. Los Tucanes hasta llegar a la Av. Los Inkas

  
MARIA C. L. ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

donde se continua hasta llegar a su fin, el cual sera el inicio de la microcuenca. (Figura N° 01)

Figura N° 01



Fuente: Google Earth

### 2.3 Delimitación de la Cuenca

La microcuenca Los Condores, tiene un area de 6.52 km<sup>2</sup>, con un perimetro de cuenca igual 10.88 km. Esta comprendida entre los 925 msnm y los 1275 msnm, siendo su longitud maxima de 3.35 km. Es de segundo orden.

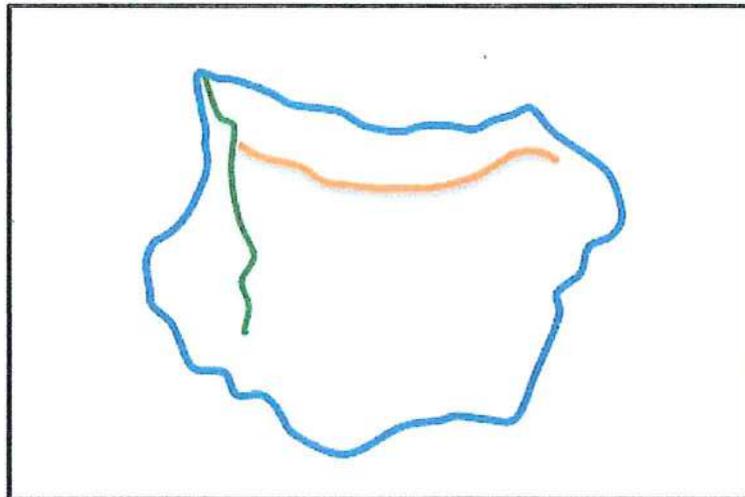
La longitud del cauce principal es de 3.12 km, siendo su cauce secundario de 1.64 km. Presenta una densidad de drenaje de 0.73 y una densidad de corriente de 0.25 lo cual nos indica que se trata de un regimen pluvial de poco valor o residencia litologica de gran magnitud.

Presenta un coeficiente de compacidad de 1.20 y una relacion de circularidad de 0.70 que indicaria que la cuenca tiende a ser cuadrada. La relacion de elongación es de 0.86 que muestra que la microcuenca tiene un relieve moderado. En la Figura N° 02, se muestra la microcuenca.

La pendiente del cauce principal es de 10.24%, siendo la altitud media de la cuenca de 1100 msnm

*Beatriz Guevara Salas*  
 BEATRIZ GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

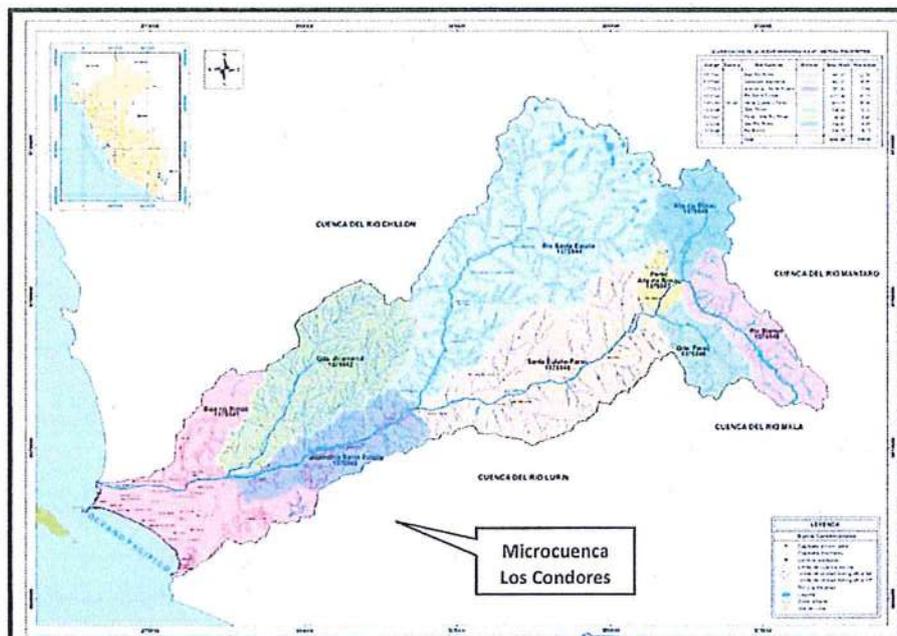
Figura N° 02



Fuente: Elaboracion propia

Esta microcuena es parte de la sub cuena Jicamarca-Santa Eulalia (Unidad hidrografica 7) que pertenece a la cuena del río Rimac (Unidad Geografica 6). La subcuena Jicamarca-Santa Eulalia políticamente se encuentra ubicada en los distritos de: Ate Vitarte, Chaclacayo y Chosica; hidrográficamente se localiza en la parte baja del río Rimac, ocupa una superficie de 267.60 km<sup>2</sup> y representa el 7.64% del área total de la cuena del río Rimac. Cuya longitud de cauce principal es de 34.81 km. (Figura N° 03)

Figura N° 03



Fuente: ANA

*[Handwritten Signature]*  
**MARGARITA ROSARIO BEATRIZ GUEVARA SALAS**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

**2.4 Ecología**

La microcuenca tiene la característica ecologica Desierto per árido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS) la cual se extiende desde los 1000 a 1500 msnm. El clima es per árido templado cálido, con temperatura media anual entre 15° y 13°C y una precipitación promedio anual de 50 mm. La vegetación es escasa, pero durante la época de lluvias veraniegas emergen hierbas efimeras que se asocian con la vegetación arbustiva y algunas cactáceas que sí existen permanentemente

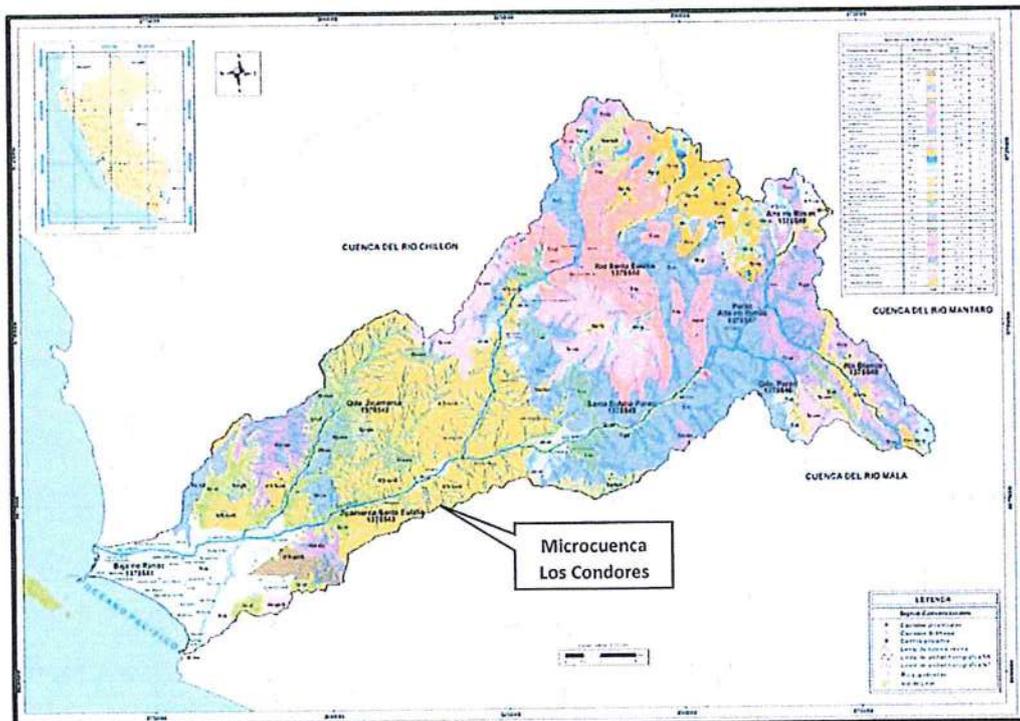
**2.5 Geología**

A continuación se presenta una clasificación de estabilidad de las asociaciones litológicas tomando en cuenta sus características físicas como el ambiente morfo climático donde se ubican.

Rocas intrusivas mayormente ácidas: Diorita, Granodiorita, Tonalita

Rocas plutónicas bastante competentes en condiciones frescas. En la parte baja de la cuenca se encuentran formando laderas empinadas con escarpas verticales. Su índice climático de meteorización (ICM) para esta zona es de 38.7 lo cual indica un moderado intemperismo físico hacia bloques, gravas y arenas. En la parte media de la cuenca, el ICM (8.8) muestra una desintegración predominante, con posible inicio de una alteración química, según el porcentaje de minerales secundarios. Estas características determinan un moderado grado de estabilidad.

**Figura N° 04**



Fuente: ANA

*[Handwritten Signature]*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



### 3. CLIMATOLOGIA

Los principales parámetros climáticos que definen o caracterizan el clima son: precipitación, temperatura, humedad relativa, evaporación, horas de sol y viento; quienes son los de mayor importancia en cuanto a la tipificación o caracterización de la climatología de la micro cuenca. Estos parámetros provienen de los registros de la estación meteorológica CO Chosica. A continuación se muestra la descripción de los parámetros climatológicos.

#### 3.1 Precipitacion

La información pluviométrica en la cuenca proviene de los registros de la estación CO Chosica la cual presenta una precipitación total anual de 23.30 mm.

El período de lluvias de mayor magnitud comienza a partir del mes de diciembre y se prolonga hasta marzo, el período seco (invierno), comprende los meses de mayo a setiembre, siendo los meses transitorios aquellos que corresponden a los meses de abril, octubre y noviembre.

#### 3.2 Temperatura

La temperatura promedio anual registrada es de 19.90 °C , siendo la temperatura maxima media mensual de 28.00°C en el mes de marzo y la mínima media mensual de 10.90°C en el mes de julio.

#### 3.3 Humedad Relativa

La estación CO Chosica, no cuenta con información de humedad relativa por lo que fue necesario interpolar este valor de acuerdo a la inofrmacion de estaciones vecinas ubicadas en la misma cuenca, para lo cual se empleo la siguiente ecuación:

$$HR = -0.00091 \text{ Altitud} + 83.13626$$

Sustitutendo la altitud de la estación encontramos una humedad relativa del 82.36%.

#### 3.4 Evaporacion

La evaporación total anual ha sido estimada en 706.50 mm y corresponde a la estacion La Cantuta de igual altitud que la estación Chosica.

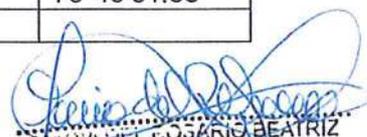
### 4. ANALISIS DE EVENTOS EXTREMOS

#### 4.1 Generalidades

El análisis de la precipitacion pluvial, se da en el contexto del estudio hidrológico para el drenaje pluvial urbano/rural de la micro cuenca Los Condores, ubicada en el distrito de Chaclacayo, provincia de Lima, departamento de Lima. La ubicación geográfica en el sistema geográfico se muestra en el Cuadro N° 01.

**Cuadro N° 01**

Latitud (S)	11°59'22.36"	12°00'42.02"
Longitud (O)	76°44'39.72"	76°43'31.36"
Altitud (msnm)	1195.46	

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

## 4.2 Información Existente

De la revisión de la información existente, se observa que en ámbito de estudio existen diversas estaciones meteorológicas; sin embargo, solo la estación Chosica presenta características similares a la micro cuenca en estudio. En el Cuadro N° 02, se muestra los datos de la estación CO Chosica, completados y extendidos por la ANA desde 1964 hasta 2009.

## 4.3 Análisis de Precipitación Máxima en 24 Horas

### 4.3.1 Análisis de Frecuencia de la Precipitación Máxima en 24 Hr

Con los datos de precipitación máxima en 24 Hr obtenida para cada año, procedemos a realizar el análisis de frecuencias a fin de obtener precipitaciones máximas en 24 hr para diferentes períodos de retorno.

Para el análisis de frecuencias, emplearemos las siguientes distribuciones:

#### 1. Distribución Normal.

Donde la función de densidad y la función de distribución de probabilidad se encuentra definida matemáticamente por las siguientes ecuaciones:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta_2^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\theta_1}{\theta_2}\right)^2\right] \text{ para } -\infty < x < \infty$$

$$F_x(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta_2^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\theta_1}{\theta_2}\right)^2\right] dx$$

Donde los parámetros estadísticos están dados por:

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \mu \text{ (media)} \\ \theta_2 &= \sigma \text{ (desviación estándar)} \end{aligned}$$

#### 2. Distribución LogNormal de 2 parámetros.

Donde la función de densidad se encuentra definida matemáticamente por la siguiente ecuación:

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



**Cuadro N° 02**

ESTACION Chosica ALTITUD 850.00 msnm DPTO Lima  
 CUENCA Rimac LONGITUD 76°44'00" PROVINCIA Lima  
 PROPIEDAD SENAMHI/151209/PLU LATITUD 11°56'00" DISTRITO Lurigancho

**PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm) - REGISTRO COMPLETADO Y EXTENDIDO**

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Dic.	Máximo
1964	4.40	3.80	1.50	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60
1965	0.90	1.50	7.20	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	7.20
1966	13.80	0.20	8.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	3.60	13.80
1967	1.90	6.90	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	2.40	6.90
1968	0.20	0.40	3.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	3.20
1969	2.00	6.80	1.20	0.00	0.40	0.00	0.30	0.10	0.00	0.00	0.70	0.00	6.80
1970	11.90	4.30	3.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.10	0.70	0.00	11.90
1971	15.10	8.80	8.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	15.10
1972	0.10	9.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50
1973	6.90	0.50	3.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.40	3.70	0.60	6.90
1974	1.60	1.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60
1975	10.80	4.70	7.60	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.80	10.80
1976	0.90	11.90	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	11.90
1977	4.30	1.60	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	6.50
1978	1.40	0.70	1.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60
1979	1.20	0.20	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
1980	8.70	0.10	8.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70
1981	4.20	5.70	3.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70
1982	8.40	14.00	4.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	14.00
1983	0.20	3.70	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	7.20
1984	3.10	5.40	0.10	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40
1985	10.50	0.10	0.80	2.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	10.50
1986	7.30	0.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	7.30
1987	0.30	16.10	0.00	0.10	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	13.00	16.10
1988	2.90	1.40	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	2.90
1989	5.20	3.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20
1990	2.80	0.00	2.20	0.00	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.20	1.00	3.20	3.20
1991	0.20	2.00	3.70	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50	3.70
1992	0.30	2.30	0.60	0.30	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	2.30
1993	0.00	0.80	1.80	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	1.20	1.20	2.40
1994	16.00	2.50	3.00	1.80	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.40	1.50	16.00
1995	3.00	0.50	2.50	1.20	2.20	0.00	0.00	0.00	0.50	0.30	1.40	0.00	3.00
1996	5.00	5.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	5.80
1997	0.50	2.80	0.20	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	2.80
1998	13.20	6.50	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.20
1999	3.50	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50
2000	6.00	4.50	3.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00
2001	5.20	5.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	5.20
2002	1.00	30.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	30.70
2003	1.50	2.50	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	2.80
2004	0.80	0.50	0.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60
2005	1.20	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.20
2006	5.60	4.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	5.60
2007	2.20	3.00	1.80	7.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70
2008	3.60	4.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
2009	3.00	6.60	8.00	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
MAX	16.00	30.70	8.70	10.60	2.20	0.10	0.60	0.40	1.10	1.00	3.70	13.00	30.70

Fuente: ANA y SENANHI

*Beatriz Guevara Salas*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

$$f(X) = \frac{1}{(X - X_0) \sqrt{2\pi} \sigma_y} e^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(X - X_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2}$$

Donde:

Los parámetros estadísticos de la función de densidad Log Normal son:

La media  $\mu_X = E(X) = X_0 + e^{(\mu_y + \frac{1}{2} \sigma_y^2)}$

La varianza  $\sigma_X^2 = Var(X) = (e^{\sigma_y^2} - 1) e^{(2\mu_y + \sigma_y^2)}$

El coeficiente de asimetría  $Y = 3v' + 3v'^3$

Donde  $v' = \left( \sqrt{\left(\frac{Y}{2}\right)^2 + 1} + \frac{Y}{2} \right)^{1/3} + \left( -\sqrt{\left(\frac{Y}{2}\right)^2 + 1} + \frac{Y}{2} \right)^{1/3}$

$v'' = \sigma / (\mu - X_0)$

### 3. Distribución Gamma

Se dice que una variable aleatoria cualquiera tiene una función de densidad Gamma si:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot (x - \delta)^{\alpha-1} \cdot e^{\left\{ -\frac{x-\delta}{\beta} \right\}}$$

Donde:

$\alpha, \beta, \delta$  parámetros de la función.

$X$  Variable aleatoria.

$\Gamma(\alpha)$  Función matemática Gamma, definida por:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} \cdot e^{-x} dx$$

Los parámetros estadísticos de la función de densidad Pearson Tipo III están dados por:

Media	$\mu$	=	$\alpha \beta + \delta$
Varianza	$\sigma^2$	=	$\alpha \beta^2$
Coefficiente de Asimetría	$Y$	=	$(2/\alpha)^{1/2}$

### 4. Distribución LogPearson Tipo III.

Donde la función de densidad y la función de distribución de probabilidad para la distribución Pearson Tipo II, se encuentra definida matemáticamente por las siguientes ecuaciones:

*[Firma]*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEYARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left[ \frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right]^{\beta_1 - 1} e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}}$$

$$F(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \int_0^x e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}} \left( \frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1 - 1} dx$$

Los parámetros estadísticos de la función de densidad Gamma están dados por:

$$\bar{x} = \alpha_1 \beta_1 + \delta_1$$

$$S^2 = \alpha_1^2 \beta_1$$

$$\gamma = \frac{2}{\beta_1}$$

$$\gamma = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3 / n}{S^3}$$

Donde:

$\bar{x}$	Media de datos
$S^2$	Variancia de los datos
$\gamma$	Coficiente de sesgo

Para el caso de la distribución Log Pearson Tipo III, solo se toman logaritmos en la variable aleatoria y el proceso de solución es el mismo.

## 5. Distribución Gumbel

Entre las diversas distribuciones de valores extremos, la Distribución de Gumbel es la que actualmente tiene mayor utilidad.

La Distribución Gumbel es usada frecuentemente para el estudio de magnitud-duración y frecuencias de lluvias y como la distribución de valores máximos de caudales anuales de un río. Esta distribución se expresa con la siguiente ecuación:

$$f(X) = \frac{1}{\alpha} e^{\left[ \pm \frac{X - \beta}{\alpha} - e^{\pm \frac{X - \beta}{\alpha}} \right]} \quad \text{para: } -\infty < X < \infty; \quad -\infty < \beta < \infty; \quad \alpha > 0$$

Los parámetros estadísticos de la función de densidad Gumbel están dados por:

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Media:	$E(X) = \mu = \beta + 0.577\alpha$	para valores máximos
	$E(X) = \mu = \beta - 0.577\alpha$	para valores mínimos
Variancia:	$\sigma^2 = 1.645\alpha^2$	para ambos
Coeficiente de asimetría:	$g = 1.1396$	para valores máximos
	$g = -1.1396$	para valores mínimos

Empleando el software HIDROESTA VS 2, se calcularon los parámetros de las diferentes distribuciones, cuyos resultado se muestran en el Cuadro N° 03.

Cuadro N° 03

## Parámetros Estadísticos para Distribuciones

DISTRIBUCION	PARAMETROS			
	Escala	Forma	Localización	Posición
Normal	5.3901	7.5326		
Log Normal de 2 Parámetros	1.7854		0.717	
Gamma de 2 Parámetros	3.2879	2.291		
Log Pearson Tipo III				
Gumbel	4.2026			5.1068

Fuente: Elaboración Propia

Con los parámetros estadísticos calculados, se procedió a calcular las Precipitaciones Máximas Probables para diferentes períodos de retorno. (Cuadro N° 04)

Cuadro N° 04

## Precipitaciones Máximas para Diferentes Períodos de Retorno

Periodo Retorno	PRECIPITACION (mm)				
	Años	D. Normal	D. Log Normal 2 parametros	Gumbel	Log Pearson Tipo III
2	7.5300	5.9600	6.6500		6.4700
5	12.0700	10.9000	11.4100		11.1000
10	14.4400	14.9500	14.5600		14.1900
25	16.9700	20.9200	18.5500		18.0400
50	18.6000	26.0000	21.5100		20.8400
100	20.0700	31.6200	24.4400		23.5600
500	23.0500	46.9600	31.2200		29.6500

Fuente: Elaboración Propia

  
 MARIANA L. F. OSORIO BEATRIZ  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

#### 4.3.2 Prueba de Bondad de Ajuste

Esta prueba consisten en verificar estadísticamente si la frecuencia empírica de la serie analizada, se ajusta o es representada de una determinada función de probabilidades teórica, cuyos parámetros son estimados a partir de los valores muestrales.

Para nuestro caso, la prueba de ajuste seleccionada fue la de Smirnov kolmogorov la cual consiste en comparar las diferencias entre la probabilidad de los datos agrupados y la probabilidad ajustada, tomando la distancia más grande entre el valor observado y la recta del modelo, vale decir:

$$\Delta = \text{máx} | F(x) - P(x) |$$

Donde:

$\Delta$  Es el estadístico de Smirnov-Kolmogorov, cuyo valor es igual a la diferencia máxima existente entre la probabilidad ajustada y la probabilidad empírica.

$F(x)$  probabilidad de la distribución de ajuste.

$P(x)$  probabilidad de los datos no agrupados. (Frecuencia acumulada)

Procedimiento:

- Obtener la desviación máxima entre la probabilidad de la distribución empírica  $P(x)$  y de la distribución ajustada.
- Obtener el valor crítico del estadístico  $\Delta$ , el cual se encuentra tabulado en la tabla adjunta para diferentes valores del error tipo 1,  $\alpha$  y varios valores de N. (Tamaño muestral)
- Comparar el valor del estadístico  $\Delta$  con el valor crítico  $\Delta$  Tabular de las tablas, con los siguientes criterios de decisión:

Si  $\Delta < \Delta$  Tabular El ajuste es bueno.

Si  $\Delta \geq \Delta$  Tabular El ajuste es malo.

El nivel de significación seleccionado es de 0.05 y para el numero de datos de la muestra, se tiene un  $\Delta$  Tabular de 0.2267.

Los resultados obtenidos se muestran en resumen en el Cuadro N° 05 y los análisis en detalle en el Cuadros N° 06, 07, 08 y 09.

**Cuadro N° 05**  
**Resultados del Test de Smirnov Kolmogorov**

DISTRIBUCION	Nivel de Significacion 0.05	
	$\Delta$ Tabular	$\Delta$ Teórico
Normal	0.2005	0.1472
Log Normal de 2 Parámetros	0.2005	0.1052
Gamma de 2 Parámetros	0.2005	0.0714
Log Pearson Tipo III (*)	0.2005	
Gumbel	0.2005	0.0766

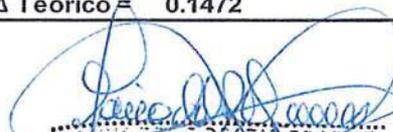
Fuente: Elaboración Propia

*[Firma]*  
MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221

**Cuadro N° 06**  
**Test de Smirnov Kolmogorov – Distribución Normal**

N°	Año	Precipit. (mm)		Distribucion normal		
		xi	P(x)	F(z) Ordinario	F(z) Mom. Lineal	Delta
1	1964	10.60	0.0213	0.1200	0.0981	0.0987
2	1965	30.70	0.0426	0.1355	0.1129	0.0930
3	1966	16.10	0.0638	0.1355	0.1129	0.0717
4	1967	16.00	0.0851	0.1355	0.1129	0.0504
5	1968	15.10	0.1064	0.1658	0.1427	0.0594
6	1969	14.00	0.1277	0.1705	0.1474	0.0428
7	1970	13.80	0.1489	0.1900	0.1670	0.0410
8	1971	13.20	0.1702	0.1900	0.1670	0.0198
9	1972	11.90	0.1915	0.1950	0.1722	0.0036
10	1973	11.90	0.2128	0.2002	0.1774	0.0126
11	1974	10.80	0.2340	0.2108	0.1882	0.0233
12	1975	10.50	0.2553	0.2108	0.1882	0.0446
13	1976	9.50	0.2766	0.2385	0.2170	0.0381
14	1977	8.70	0.2979	0.2561	0.2354	0.0418
15	1978	8.00	0.3191	0.3326	0.3170	0.0134
16	1979	7.70	0.3404	0.3326	0.3170	0.0078
17	1980	7.50	0.3617	0.3462	0.3317	0.0155
18	1981	7.30	0.3830	0.3600	0.3466	0.0230
19	1982	7.20	0.4043	0.3669	0.3542	0.0373
20	1983	7.20	0.4255	0.3739	0.3618	0.0516
21	1984	6.90	0.4468	0.3881	0.3772	0.0587
22	1985	6.90	0.4681	0.4240	0.4165	0.0440
23	1986	6.80	0.4894	0.4240	0.4165	0.0653
24	1987	6.50	0.5106	0.4459	0.4406	0.0647
25	1988	6.50	0.5319	0.4533	0.4486	0.0786
26	1989	6.00	0.5532	0.4533	0.4486	0.0999
27	1990	5.80	0.5745	0.4754	0.4729	0.0991
28	1991	5.70	0.5957	0.4754	0.4729	0.1203
29	1992	5.60	0.6170	0.4828	0.4811	0.1342
30	1993	5.40	0.6383	0.4976	0.4973	0.1407
31	1994	5.20	0.6596	0.5124	0.5136	0.1472
32	1995	5.20	0.6809	0.5346	0.5380	0.1463
33	1996	4.00	0.7021	0.5857	0.5942	0.1164
34	1997	3.70	0.7234	0.6424	0.6560	0.0810
35	1998	3.20	0.7447	0.7090	0.7277	0.0357
36	1999	3.20	0.7660	0.7153	0.7344	0.0506
37	2000	3.00	0.7872	0.7278	0.7476	0.0594
38	2001	2.90	0.8085	0.7911	0.8137	0.0174
39	2002	2.80	0.8298	0.7911	0.8137	0.0387
40	2003	2.80	0.8511	0.8535	0.8763	0.0024
41	2004	2.40	0.8723	0.8775	0.8996	0.0052
42	2005	2.30	0.8936	0.8849	0.9066	0.0087
43	2006	1.60	0.9149	0.9198	0.9388	0.0049
44	2007	1.60	0.9362	0.9419	0.9580	0.0057
45	2008	1.60	0.9574	0.9440	0.9598	0.0134
46	2009	1.20	0.9787	1.0000	1.0000	0.0213
46		<b>346.5</b>		<b>Δ Teorico =</b>	<b>0.1472</b>	

Fuente: Elaboración Propia

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

**Cuadro N° 07**  
**Test de Smirnov Kolmogorov – Distribución Log Normal de 2 Parámetros**

N°	Año	Precipit. (mm)		Distribucion LogNormal 2 parametros		
		$x_i$	P(x)	F(z) Ordinario	F(z) Mom. Lineal	Delta
1	1964	10.60	0.0213	0.0127	0.0132	0.0086
2	1965	30.70	0.0426	0.0333	0.0343	0.0093
3	1966	16.10	0.0638	0.0333	0.0343	0.0306
4	1967	16.00	0.0851	0.0333	0.0343	0.0518
5	1968	15.10	0.1064	0.092	0.0936	0.0144
6	1969	14.00	0.1277	0.1022	0.1039	0.0255
7	1970	13.80	0.1489	0.1459	0.1477	0.003
8	1971	13.20	0.1702	0.1459	0.1477	0.0243
9	1972	11.90	0.1915	0.1574	0.1592	0.0341
10	1973	11.90	0.2128	0.169	0.1708	0.0437
11	1974	10.80	0.2340	0.1927	0.1945	0.0413
12	1975	10.50	0.2553	0.1927	0.1945	0.0626
13	1976	9.50	0.2766	0.2529	0.2544	0.0237
14	1977	8.70	0.2979	0.2889	0.2903	0.009
15	1978	8.00	0.3191	0.4244	0.4249	0.1052
16	1979	7.70	0.3404	0.4244	0.4249	0.0839
17	1980	7.50	0.3617	0.4451	0.4455	0.0834
18	1981	7.30	0.3830	0.4652	0.4654	0.0822
19	1982	7.20	0.4043	0.475	0.4752	0.0707
20	1983	7.20	0.4255	0.4847	0.4848	0.0591
21	1984	6.90	0.4468	0.5035	0.5035	0.0567
22	1985	6.90	0.4681	0.5479	0.5476	0.0799
23	1986	6.80	0.4894	0.5479	0.5476	0.0586
24	1987	6.50	0.5106	0.5728	0.5722	0.0621
25	1988	6.50	0.5319	0.5807	0.5801	0.0488
26	1989	6.00	0.5532	0.5807	0.5801	0.0275
27	1990	5.80	0.5745	0.6038	0.603	0.0293
28	1991	5.70	0.5957	0.6038	0.603	0.008
29	1992	5.60	0.6170	0.6112	0.6104	0.0059
30	1993	5.40	0.6383	0.6255	0.6247	0.0128
31	1994	5.20	0.6596	0.6394	0.6384	0.0202
32	1995	5.20	0.6809	0.6591	0.658	0.0217
33	1996	4.00	0.7021	0.7009	0.6996	0.0012
34	1997	3.70	0.7234	0.7421	0.7405	0.0187
35	1998	3.20	0.7447	0.7851	0.7834	0.0404
36	1999	3.20	0.7660	0.7889	0.7872	0.0229
37	2000	3.00	0.7872	0.7964	0.7946	0.0091
38	2001	2.90	0.8085	0.8325	0.8307	0.024
39	2002	2.80	0.8298	0.8325	0.8307	0.0027
40	2003	2.80	0.8511	0.8662	0.8644	0.0151
41	2004	2.40	0.8723	0.8791	0.8774	0.0068
42	2005	2.30	0.8936	0.8831	0.8814	0.0105
43	2006	1.60	0.9149	0.9025	0.9009	0.0124
44	2007	1.60	0.9362	0.9157	0.9142	0.0204
45	2008	1.60	0.9574	0.9171	0.9155	0.0404
46	2009	1.20	0.9787	0.9889	0.9884	0.0101
46		<b>346.5</b>		<b>Δ Teorico =</b>	<b>0.1052</b>	

Fuente: Elaboración Propia

  
 MARÍA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

**Cuadro N° 08**  
**Test de Smirnov Kolmogorov – Distribución Gamma**

N°	Año	Precipit. (mm)		Distribucion Gamma 2 parametros		
		xi	P(x)	G(y) Ordinario	G(y) Mom. Lineal	Delta
1	1964	10.60	0.0213	0.0291	0.1547	0.0078
2	1965	30.70	0.0426	0.0518	0.1993	0.0092
3	1966	16.10	0.0638	0.0518	0.1993	0.012
4	1967	16.00	0.0851	0.0518	0.1993	0.0333
5	1968	15.10	0.1064	0.1032	0.2711	0.0032
6	1969	14.00	0.1277	0.1115	0.2808	0.0161
7	1970	13.80	0.1489	0.1466	0.3182	0.0023
8	1971	13.20	0.1702	0.1466	0.3182	0.0236
9	1972	11.90	0.1915	0.1558	0.3272	0.0357
10	1973	11.90	0.2128	0.165	0.3361	0.0477
11	1974	10.80	0.2340	0.184	0.3535	0.0501
12	1975	10.50	0.2553	0.184	0.3535	0.0714
13	1976	9.50	0.2766	0.2327	0.395	0.0438
14	1977	8.70	0.2979	0.2626	0.4185	0.0352
15	1978	8.00	0.3191	0.3819	0.5036	0.0628
16	1979	7.70	0.3404	0.3819	0.5036	0.0415
17	1980	7.50	0.3617	0.4013	0.5165	0.0396
18	1981	7.30	0.3830	0.4204	0.5291	0.0375
19	1982	7.20	0.4043	0.4299	0.5352	0.0256
20	1983	7.20	0.4255	0.4393	0.5413	0.0137
21	1984	6.90	0.4468	0.4578	0.5532	0.011
22	1985	6.90	0.4681	0.5027	0.5815	0.0346
23	1986	6.80	0.4894	0.5027	0.5815	0.0133
24	1987	6.50	0.5106	0.5285	0.5977	0.0179
25	1988	6.50	0.5319	0.5369	0.6029	0.005
26	1989	6.00	0.5532	0.5369	0.6029	0.0163
27	1990	5.80	0.5745	0.5616	0.6182	0.0129
28	1991	5.70	0.5957	0.5616	0.6182	0.0342
29	1992	5.60	0.6170	0.5696	0.6232	0.0474
30	1993	5.40	0.6383	0.5853	0.6329	0.053
31	1994	5.20	0.6596	0.6007	0.6424	0.0589
32	1995	5.20	0.6809	0.6229	0.6561	0.058
33	1996	4.00	0.7021	0.6711	0.6862	0.031
34	1997	3.70	0.7234	0.7201	0.7173	0.0033
35	1998	3.20	0.7447	0.7728	0.7518	0.0281
36	1999	3.20	0.7660	0.7776	0.755	0.0116
37	2000	3.00	0.7872	0.7868	0.7613	0.0004
38	2001	2.90	0.8085	0.8321	0.7932	0.0236
39	2002	2.80	0.8298	0.8321	0.7932	0.0023
40	2003	2.80	0.8511	0.8744	0.8253	0.0234
41	2004	2.40	0.8723	0.8905	0.8384	0.0182
42	2005	2.30	0.8936	0.8954	0.8426	0.0018
43	2006	1.60	0.9149	0.919	0.8635	0.0041
44	2007	1.60	0.9362	0.9345	0.8785	0.0017
45	2008	1.60	0.9574	0.9361	0.8801	0.0214
46	2009	1.20	0.9787	0.9984	0.9818	0.0197
46		<b>346.5</b>		<b>Δ Teorico = 0.0714</b>		

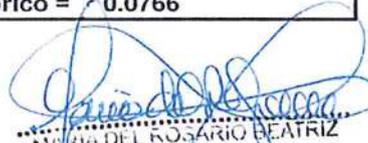
Fuente: Elaboración Propia

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ 58  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

**Cuadro N° 09**  
**Test de Smirnov Kolmogorov – Distribución Gumbel**

N°	Año	Precipit. (mm)		Distribucion Gumbel		
		xi	P(x)	G(y) Ordinario	G(y) Mom. Lineal	Delta
1	1964	10.60	0.0213	0.0794	0.0640	0.0581
2	1965	30.70	0.0426	0.0999	0.0832	0.0574
3	1966	16.10	0.0638	0.0999	0.0832	0.0361
4	1967	16.00	0.0851	0.0999	0.0832	0.0148
5	1968	15.10	0.1064	0.1423	0.1242	0.0359
6	1969	14.00	0.1277	0.1489	0.1308	0.0213
7	1970	13.80	0.1489	0.1770	0.1588	0.0281
8	1971	13.20	0.1702	0.1770	0.1588	0.0068
9	1972	11.90	0.1915	0.1844	0.1662	0.0071
10	1973	11.90	0.2128	0.1919	0.1738	0.0209
11	1974	10.80	0.2340	0.2072	0.1893	0.0269
12	1975	10.50	0.2553	0.2072	0.1893	0.0481
13	1976	9.50	0.2766	0.2472	0.2304	0.0294
14	1977	8.70	0.2979	0.2722	0.2562	0.0257
15	1978	8.00	0.3191	0.3760	0.3650	0.0569
16	1979	7.70	0.3404	0.3760	0.3650	0.0356
17	1980	7.50	0.3617	0.3935	0.3835	0.0318
18	1981	7.30	0.3830	0.4110	0.4019	0.0280
19	1982	7.20	0.4043	0.4196	0.4110	0.0154
20	1983	7.20	0.4255	0.4283	0.4202	0.0028
21	1984	6.90	0.4468	0.4455	0.4384	0.0013
22	1985	6.90	0.4681	0.4878	0.4832	0.0197
23	1986	6.80	0.4894	0.4878	0.4832	0.0016
24	1987	6.50	0.5106	0.5125	0.5093	0.0019
25	1988	6.50	0.5319	0.5207	0.5179	0.0113
26	1989	6.00	0.5532	0.5207	0.5179	0.0325
27	1990	5.80	0.5745	0.5446	0.5432	0.0299
28	1991	5.70	0.5957	0.5446	0.5432	0.0511
29	1992	5.60	0.6170	0.5524	0.5515	0.0646
30	1993	5.40	0.6383	0.5679	0.5678	0.0704
31	1994	5.20	0.6596	0.5830	0.5837	0.0766
32	1995	5.20	0.6809	0.6051	0.6069	0.0758
33	1996	4.00	0.7021	0.6536	0.6577	0.0485
34	1997	3.70	0.7234	0.7036	0.7098	0.0198
35	1998	3.20	0.7447	0.7580	0.7659	0.0133
36	1999	3.20	0.7660	0.7629	0.7709	0.0030
37	2000	3.00	0.7872	0.7726	0.7808	0.0147
38	2001	2.90	0.8085	0.8199	0.8288	0.0114
39	2002	2.80	0.8298	0.8199	0.8288	0.0099
40	2003	2.80	0.8511	0.8644	0.8733	0.0133
41	2004	2.40	0.8723	0.8813	0.8899	0.0089
42	2005	2.30	0.8936	0.8865	0.8950	0.0071
43	2006	1.60	0.9149	0.9114	0.9193	0.0035
44	2007	1.60	0.9362	0.9279	0.9351	0.0083
45	2008	1.60	0.9574	0.9295	0.9366	0.0279
46	2009	1.20	0.9787	0.9977	0.9983	0.0190
46		<b>346.5</b>		<b>Δ Teorico =</b>	<b>0.0766</b>	

Fuente: Elaboración Propia

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

### 4.3.3 Precipitación Máxima en Periodos de Tiempo Menores a 24 Horas

En el drenaje urbano se tiene mayormente áreas pequeñas, con tiempos de concentración menores a 24 horas, para la cual se requiere también de precipitaciones menores a las 24 horas.

En el texto "Manual on Estimation of Probable Maximum Precipitation (PMP)", Hershfield refiere que la precipitación máxima de tipo convencional puede descomponerse en tiempos de duración menores a 24 horas en base a factores de duración y de área.

En este sentido existen patrones de tormenta que intentan simular o reproducir la forma en que se produce una tormenta de 24 horas.

En nuestro caso, el patron de tormenta seleccionado, será el mostrado en el texto "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

En el Cuadro N° 10, se muestra la precipitación máxima por tiempos de duración y para diferentes periodos de retorno.

**Cuadro N° 10**

#### Precipitación Máxima para Duraciones Menores de 24 Horas Distribucion Gumbel

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	6.4700	11.1000	14.1900	18.0400	20.8400	23.5600	29.6500
18 hr	X18 = 90%	5.8230	9.9900	12.7710	14.2516	18.7560	21.2040	26.6850
12 hr	X12 = 79%	5.1113	8.7690	11.2101	14.2516	16.4636	18.6124	23.4235
8 hr	X8 = 64%	4.1408	7.1040	9.0816	11.5456	13.3376	15.0784	18.9760
6 hr	X6 = 56%	3.6232	6.2160	7.9464	10.1024	11.6704	13.1936	16.6040
5 hr	X5 = 57%	3.2350	5.5500	7.0950	9.0200	10.4200	11.7800	14.8250
4 hr	X4 = 44%	2.8468	4.8840	6.2436	7.9376	9.1696	10.3664	13.0460
3 hr	X3 = 38%	2.4586	4.2180	5.3922	6.8552	7.9192	8.9528	11.2670
2 hr	X2 = 31%	2.0057	3.4410	4.3989	5.5924	6.4604	7.3036	9.1915
1 hr	X1 = 25%	1.6175	2.7750	3.5475	4.5100	5.2100	5.8900	7.4125

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.4 Intensidad de Precipitación a Partir de la Precipitación Máxima en 24 Horas

Descompuesta la PM24hr., en periodos de duración de horas (< 24 hr.), es posible (como un cálculo aproximado en donde no hubiera pluviógrafos) calcular la intensidad de precipitación, dividiendo la precipitación máxima para valores menores de 24 hr, para los diferentes periodos de retorno, entre su correspondiente

$$I = \frac{P [mm]}{t_{duración} [hr]}$$

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221 60

En el Cuadro N° 11 se presentan los valores de la intensidad de precipitación respectivas en la estación CO Cerro de Pasco.

**Cuadro N° 11**  
**Precipitación Máxima para Duraciones Menores de 24 Horas**  
**Distribución Gamma**

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.2696	0.4625	0.5913	0.7517	0.8683	0.9817	1.2354
18 hr	1080	0.3235	0.5550	0.7095	0.7918	1.0420	1.1780	1.4825
12 hr	720	0.4259	0.7308	0.9342	1.1876	1.3720	1.5510	1.9520
8 hr	480	0.5176	0.8880	1.1352	1.4432	1.6672	1.8848	2.3720
6 hr	360	0.6039	1.0360	1.3244	1.6837	1.9451	2.1989	2.7673
5 hr	300	0.6470	1.1100	1.4190	1.8040	2.0840	2.3560	2.9650
4 hr	240	0.7117	1.2210	1.5609	1.9844	2.2924	2.5916	3.2615
3 hr	180	0.8195	1.4060	1.7974	2.2851	2.6397	2.9843	3.7557
2 hr	120	1.0029	1.7205	2.1995	2.7962	3.2302	3.6518	4.5958
1 hr	60	1.6175	2.7750	3.5475	4.5100	5.2100	5.8900	7.4125

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Analisis Tormentas de Diseño

##### 4.4.1 Generalidades

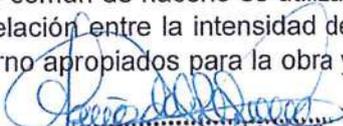
Una tormenta de diseño, según Chow (Hidrología Aplicada), es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico; usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de lluvia – escorrentía y tránsito de caudales.

Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un histograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta, o mediante un mapa de isoyetas que especifique el patrón especial de la precipitación.

Una tormenta obedece a una misma perturbación meteorológica y de características definidas, pudiendo durar desde pocos minutos hasta varias horas, aún días, y puede abarcar desde una zona pequeña hasta una extensa región.

##### 4.4.2 Relaciones Intensidad – Duración - Frecuencia

Uno de los primeros pasos que debe seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como el diseño de un drenaje urbano, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una lluvia de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias o períodos de retorno apropiados para la obra y

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ 61  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



el sitio. Entonces importante la definición de algunos aspectos conceptuales :  
Intensidad, Duración, Período de Duración y Frecuencia :

Intensidad, es la tasa temporal de precipitación, se mide en mm/hr. y su valor varía durante la tormenta.

Duración, es el tiempo transcurrido entre el comienzo y el fin de la tormenta, se mide en minutos o en horas.

Período de Duración, es un lapso de tiempo dentro de la duración de la tormenta (generalmente en minutos, min.); se escogen períodos de duración tipo, por ejemplo: 10 min., 15 min. 30 min., 60 min., 120 min., 240 min. y 360 min.; lo que se busca entonces son las intensidades máximas para estos períodos de duración.

Frecuencia, es posible aclarar con un ejemplo: una tormenta de frecuencia 1/15 significa que es probable que se presenta, como término medio, una vez cada 15 años. Los 15 años constituyen el tiempo de retorno o período de retorno de dicha tormenta.

La fórmula que relaciona simultáneamente las tres variables, es de la forma:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Donde:

I	Intensidad de precipitación (mm/h).
T	Período de retorno (años).
D	Duración (minutos).
k, m, n	Parámetros que se calculan a partir de los datos, mediante un análisis de correlación lineal múltiple.

Haciendo el cambio de variable

$$d = K \cdot T^m$$

La expresión final sería:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Tomando logaritmos y haciendo operaciones para cada periodo de retorno encontramos valores para d y n, los cuales se muestran en los Cuadros N° 12, 13, 14,15, 16, 17 y 18.

El resuemn de la aplicación de la regresion potencial efectuada se muestra en el Cuadro N° 19

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

  
MARÍA D. L. ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221



Haciendo el análisis de regresión respectivo, encontramos los valores de K y m que se muestran en el Cuadro N° 20 y Grafico N° 01.

**Cuadro N° 12**

**Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 2 años**

Periodo de retorno para T = 2 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.2696	7.2724	-1.3109	-9.5332	52.8878
2	1080	0.3235	6.9847	-1.1286	-7.8826	48.7863
3	720	0.4259	6.5793	-0.8535	-5.6151	43.2865
4	480	0.5176	6.1738	-0.6586	-4.0658	38.1156
5	360	0.6039	5.8861	-0.5044	-2.9690	34.6462
6	300	0.6470	5.7038	-0.4354	-2.4835	32.5331
7	240	0.7117	5.4806	-0.3401	-1.8640	30.0374
8	180	0.8195	5.1930	-0.1990	-1.0335	26.9668
9	120	1.0029	4.7875	0.0028	0.0136	22.9201
10	60	1.6175	4.0943	0.4809	1.9689	16.7637
10	4980	6.9391	58.1555	-4.9466	-33.4641	346.9435
<b>Ln (d) =</b>	<b>2.6313</b>	<b>d =</b>	<b>13.8921</b>	<b>n =</b>	<b>-0.5375</b>	

**Cuadro N° 13**

**Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 5 años**

Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.4625	7.2724	-0.7711	-5.6078	52.8878
2	1080	0.5550	6.9847	-0.5888	-4.1125	48.7863
3	720	0.7308	6.5793	-0.3137	-2.0638	43.2865
4	480	0.8880	6.1738	-0.1188	-0.7333	38.1156
5	360	1.0360	5.8861	0.0354	0.2082	34.6462
6	300	1.1100	5.7038	0.1044	0.5952	32.5331
7	240	1.2210	5.4806	0.1997	1.0943	30.0374
8	180	1.4060	5.1930	0.3407	1.7695	26.9668
9	120	1.7205	4.7875	0.5426	2.5978	22.9201
10	60	2.7750	4.0943	1.0207	4.1789	16.7637
10	4980	11.9048	58.1555	0.4510	-2.0736	346.9435
<b>Ln (d) =</b>	<b>3.1711</b>	<b>d =</b>	<b>23.8334</b>	<b>n =</b>	<b>-0.5375</b>	

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Cuadro N° 14

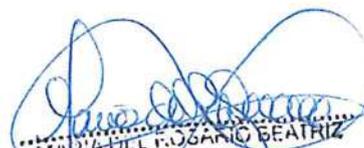
Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 10 años

Periodo de retorno para T = 10 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.5913	7.2724	-0.5255	-3.8218	52.8878
2	1080	0.7095	6.9847	-0.3432	-2.3971	48.7863
3	720	0.9342	6.5793	-0.0681	-0.4480	43.2865
4	480	1.1352	6.1738	0.1268	0.7829	38.1156
5	360	1.3244	5.8861	0.2810	1.6538	34.6462
6	300	1.4190	5.7038	0.3500	1.9961	32.5331
7	240	1.5609	5.4806	0.4453	2.4403	30.0374
8	180	1.7974	5.1930	0.5863	3.0448	26.9668
9	120	2.1995	4.7875	0.7882	3.7735	22.9201
10	60	3.5475	4.0943	1.2662	5.1844	16.7637
10	4980	15.2188	58.1555	2.9070	12.2090	346.9435
Ln (d) =	3.4167		d = 30.4680		n = -0.5375	

Cuadro N° 15

Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 25 años

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.7517	7.2724	-0.2855	-2.0760	52.8878
2	1080	0.7918	6.9847	-0.2335	-1.6309	48.7863
3	720	1.1876	6.5793	0.1720	1.1314	43.2865
4	480	1.4432	6.1738	0.3669	2.2649	38.1156
5	360	1.6837	5.8861	0.5210	3.0667	34.6462
6	300	1.8040	5.7038	0.5900	3.3653	32.5331
7	240	1.9844	5.4806	0.6853	3.7560	30.0374
8	180	2.2851	5.1930	0.8264	4.2914	26.9668
9	120	2.7962	4.7875	1.0283	4.9228	22.9201
10	60	4.5100	4.0943	1.5063	6.1673	16.7637
10	4980	19.2377	58.1555	5.1772	25.2589	346.9435
Ln (d) =	3.7451		d = 42.3149		n = -0.5550	

  
 MARIABEL F. ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Cuadro N° 16

Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 50 años

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.8683	7.2724	-0.1412	-1.0267	52.8878
2	1080	1.0420	6.9847	0.0411	0.2874	48.7863
3	720	1.3720	6.5793	0.3162	2.0807	43.2865
4	480	1.6672	6.1738	0.5111	3.1557	38.1156
5	360	1.9451	5.8861	0.6653	3.9160	34.6462
6	300	2.0840	5.7038	0.7343	4.1882	32.5331
7	240	2.2924	5.4806	0.8296	4.5467	30.0374
8	180	2.6397	5.1930	0.9707	5.0407	26.9668
9	120	3.2302	4.7875	1.1725	5.6135	22.9201
10	60	5.2100	4.0943	1.6506	6.7580	16.7637
10	4980	22.3509	58.1555	6.7503	34.5602	346.9435
Ln (d) = 3.8010		d = 44.7466		n = -0.5375		

Cuadro N° 17

Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 100 años

Periodo de retorno para T = 100 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.9817	7.2724	-0.0185	-0.1346	52.8878
2	1080	1.1780	6.9847	0.1638	1.1442	48.7863
3	720	1.5510	6.5793	0.4389	2.8878	43.2865
4	480	1.8848	6.1738	0.6338	3.9131	38.1156
5	360	2.1989	5.8861	0.7880	4.6381	34.6462
6	300	2.3560	5.7038	0.8570	4.8879	32.5331
7	240	2.5916	5.4806	0.9523	5.2191	30.0374
8	180	2.9843	5.1930	1.0934	5.6777	26.9668
9	120	3.6518	4.7875	1.2952	6.2009	22.9201
10	60	5.8900	4.0943	1.7733	7.2603	16.7637
10	4980	25.2681	58.1555	7.9771	41.6945	346.9435
Ln (d) = 3.9237		d = 50.5868		n = -0.5375		

  
 MARIANA DEL ROSARIO BENTRIZ 65  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

Cuadro N° 18

Cálculo de Valores de "n" y "d" para T = 500 años

Periodo de retorno para T = 500 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.2354	7.2724	0.2114	1.5374	52.8878
2	1080	1.4825	6.9847	0.3937	2.7501	48.7863
3	720	1.9520	6.5793	0.6688	4.4004	43.2865
4	480	2.3720	6.1738	0.8637	5.3325	38.1156
5	360	2.7673	5.8861	1.0179	5.9914	34.6462
6	300	2.9650	5.7038	1.0869	6.1993	32.5331
7	240	3.2615	5.4806	1.1822	6.4791	30.0374
8	180	3.7557	5.1930	1.3233	6.8717	26.9668
9	120	4.5958	4.7875	1.5251	7.3016	22.9201
10	60	7.4125	4.0943	2.0032	8.2017	16.7637
10	4980	31.7996	58.1555	10.2762	55.0652	346.9435
Ln (d) = 4.1536		d = 63.6630		n = -0.5375		

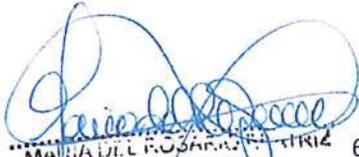
Fuente: Elaboracion propia

Cuadro N° 19

Resumen de Aplicación de Regresión Potencial

RESUMEN DE APLICACIÓN DE REGRESION PORTENCIAL		
Período de Retorno (Años)	Término Constante de regresión (d)	Coefficiente de regresión [n]
2	13.89205463861	-0.53752143702
5	23.83335494414	-0.53752143702
10	30.46804564480	-0.53752143702
25	42.31492247139	-0.55496493933
50	44.74658712034	-0.53752143702
100	50.58683265620	-0.53752143702
500	63.66297063906	-0.53752143702
Promedio =	38.50068115922	-0.54001336592

Fuente: Elaboracion propia

  
 MARÍA DEL ROSARIO GUEVARA SALAS 66  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



Cuadro N° 20

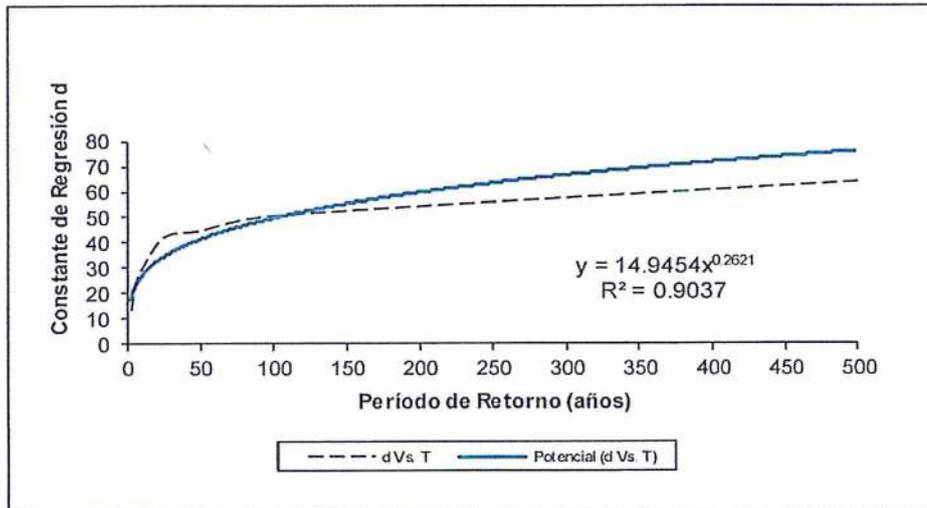
Cálculo de K y m por Análisis de Regresión

REGRESION POTENCIAL						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	13.8921	0.6931	2.6313	1.8239	0.4805
2	5	23.8334	1.6094	3.1711	5.1037	2.5903
3	10	30.4680	2.3026	3.4167	7.8672	5.3019
4	25	42.3149	3.2189	3.7451	12.0551	10.3612
5	50	44.7466	3.9120	3.8010	14.8697	15.3039
6	100	50.5868	4.6052	3.9237	18.0693	21.2076
7	500	63.6630	6.2146	4.1536	25.8130	38.6214
7	692	269.5048	22.5558	24.8425	85.6018	93.8667
Ln (K) = 2.7044		K = 14.9454		m = 0.2621		

Fuente: Elaboracion propia

Gráfico N° 01

Análisis de Regresión Potencial



Fuente: Elaboracion propia

La ecuación de intensidad sería:

$$I = \frac{14.9454 T^{0.262093}}{t^{0.54001}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)  
T = Período de Retorno (años)

*[Firma]*  
MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 57221



t = Tiempo de duración de precipitación (min)  
En el Cuadro N° 21, se muestra las intensidades en minutos y para diferentes periodos de retorno.

Cuadro N° 21

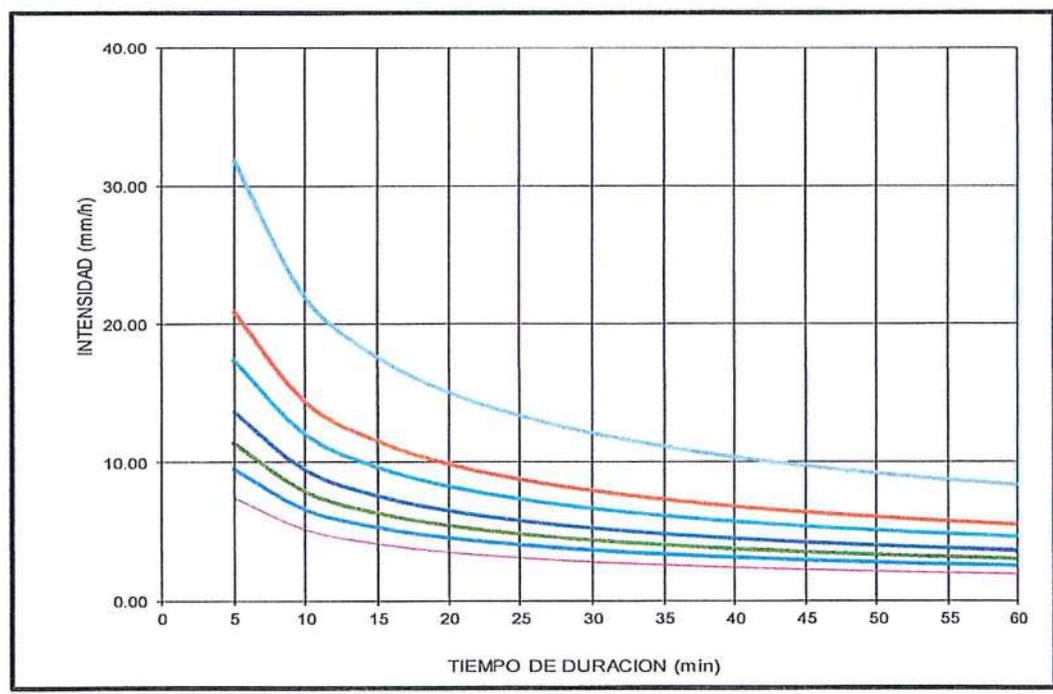
Intensidad – Duración – Frecuencia (mm/hr)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	22	25	30	35	40	45	50	55	60
2	7.52	5.17	4.15	3.38	3.15	2.86	2.63	2.44	2.29	2.17	2.06	1.96
5	9.56	6.57	5.28	4.29	4.01	3.63	3.34	3.11	2.92	2.76	2.62	2.50
10	11.46	7.88	6.33	5.15	4.80	4.35	4.01	3.73	3.50	3.30	3.14	2.99
20	13.74	9.45	7.59	6.17	5.76	5.22	4.80	4.47	4.20	3.96	3.76	3.59
50	17.47	12.02	9.65	7.85	7.33	6.64	6.11	5.68	5.33	5.04	4.79	4.57
100	20.95	14.41	11.58	9.41	8.79	7.96	7.33	6.82	6.40	6.04	5.74	5.48
500	31.95	21.97	17.65	14.35	13.40	12.14	11.17	10.39	9.75	9.21	8.75	8.35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 02

Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia



Fuente: Elaboración propia

*[Handwritten Signature]*  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SANAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



## 5. CAUDALES MAXIMOS DE DISEÑO

### 5.1 Período de Retorno

La estimación de los caudales de diseño se efectuó con arreglo de la información hidrológica disponible y a la importancia relativa de los cursos de agua comprometidos.

Para los efectos del cálculo de las obras de arte o estructuras de drenaje se han tomado como referencia los parámetros aceptados comunmente en los estudios de hidrología y drenaje para carreteras.

El caudal de diseño de las estructuras de drenaje depende de su período de retorno y este a su vez del riesgo asociado a las mismas

El tiempo de retorno a seleccionar, dependerá finalmente del análisis de riesgo a desarrollar, recomendándose que sea conservador en línea con la incertidumbre que genera el trabajar con datos generados a partir de precipitaciones de 24 horas máximas.

### 2.2 Caudales Máximos

Para el cálculo de los caudales máximos de diseño, la Norma Peruana de Drenaje indica el uso del Método Racional si el área de la cuenca es igual o menor a 13 km<sup>2</sup> y el método del Hidrograma Unitario para cuencas con áreas mayores a 13 km<sup>2</sup>.

El Método Racional, es aplicado con buenos resultados en cuencas pequeñas. La descarga máxima instantánea es determinada sobre la base de la intensidad máxima de precipitación y según la relación:

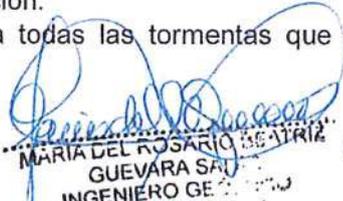
$$Q = \frac{CIA}{3.60}$$

Donde:

- Q Descarga pico en m<sup>3</sup>/seg.
- C Coeficiente de escorrentía.
- I Intensidad de precipitación en mm/hr
- A Área de cuenca en km<sup>2</sup>.

El método asume que:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando esta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es para la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ 69  
 GUEVARA SALAZAR  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 51261

Para efectos de la aplicabilidad de esta fórmula, el coeficiente de escurrimiento "C" varía de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 22

## Coeficiente de Escurrimiento

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Nuestro caso, presenta un área de cuenca de 6.56 km<sup>2</sup>, y está delimitada según se muestra en la Figura N° 05.

El coeficiente de escurrimiento ha sido estimado en 0.65 atendiendo a las condiciones de pendiente y suelo.

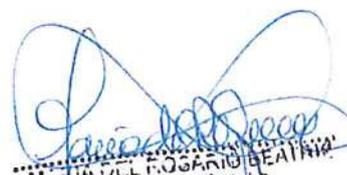
Tiempo de concentración:

$$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

L = longitud del curso de agua más largo, m.  
H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.

Donde:

L 3,120.00 m

  
 MARÍA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA BALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221

H 1275 – 925 = 350.00 m  
Tc 22.20 minutos

Figura N° 05

Delimitación de Area Colectora



Fuente: Google Earth

En el Cuadro N° 23, se muestra los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Cuadro N° 23

Caudales Maximos Para Diferentes Periodos de Retorno (m3/s)				
Frecuencia años	Tiempo de Concentracion			
	5	10	15	22
2	8.22	5.65	4.54	3.69
5	10.45	7.19	5.77	4.69
10	12.53	8.62	6.92	5.63
20	15.02	10.33	8.30	6.75
50	19.10	13.14	10.55	8.58
100	22.91	15.76	12.66	10.29
500	34.93	24.02	19.30	15.69

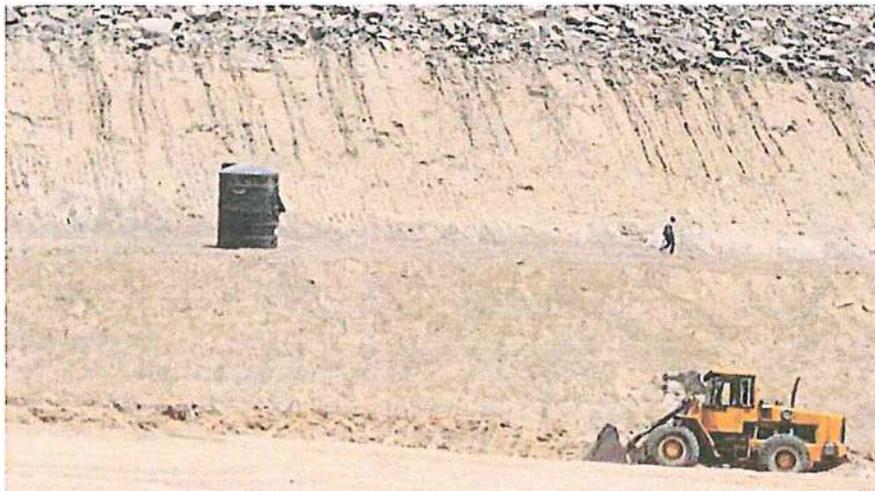
Fuente: Elaboración propia

  
 MARIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
 GUEVARA SALAS  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 57221



PANEL FOTOGRAFICO

Terrazas logradas con movimiento de tierras (corte y relleno)

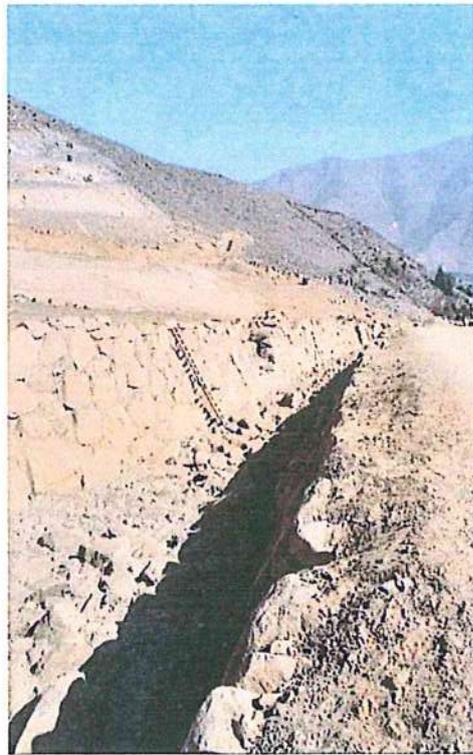
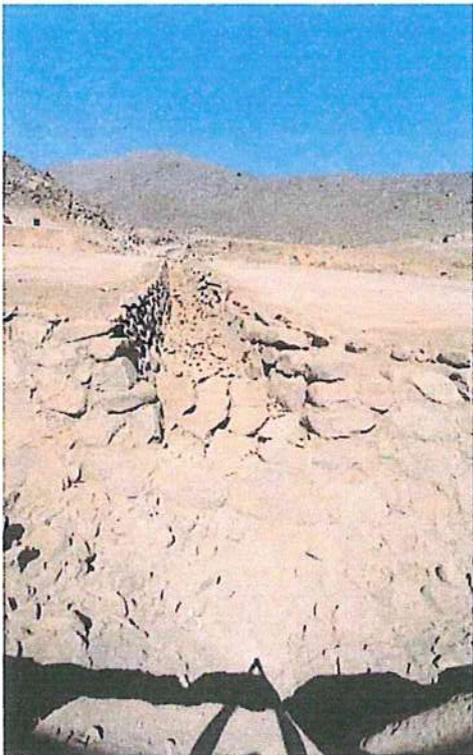


*Maria del Rosario Beatriz Guevara Salas*  
MÁRIA DEL ROSARIO BEATRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP Nº 5/221



  
MARIA DEL  
GUEVANA  
INGENIERO GE  
Reg. CIP N° 57221

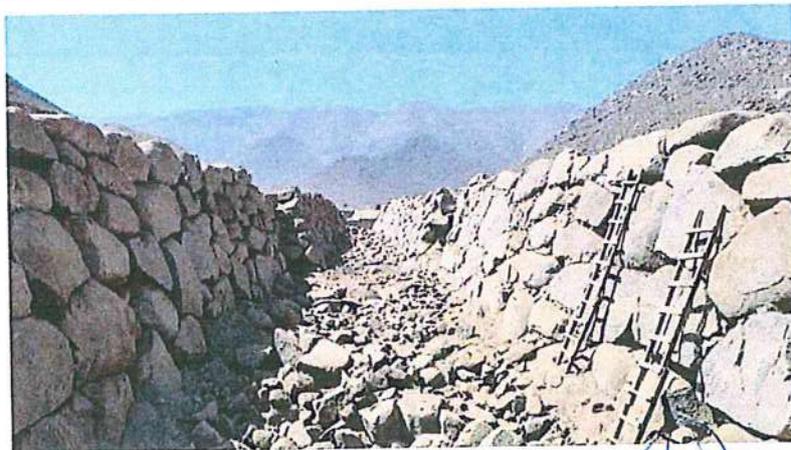
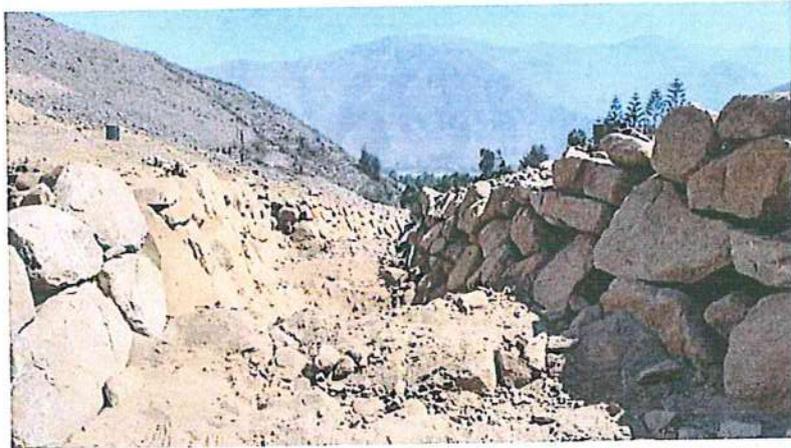
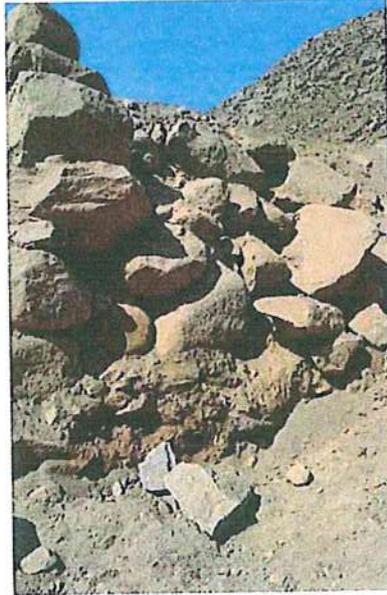
Estructuras hidráulicas de conducción



*Maria del Rosario Beátriz Guevara Salas*  
.....  
MARIA DEL ROSARIO BEÁTRIZ  
GUEVARA SALAS  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP N° 5722



Detalles de conformación y características de las estructuras hidráulicas de conducción



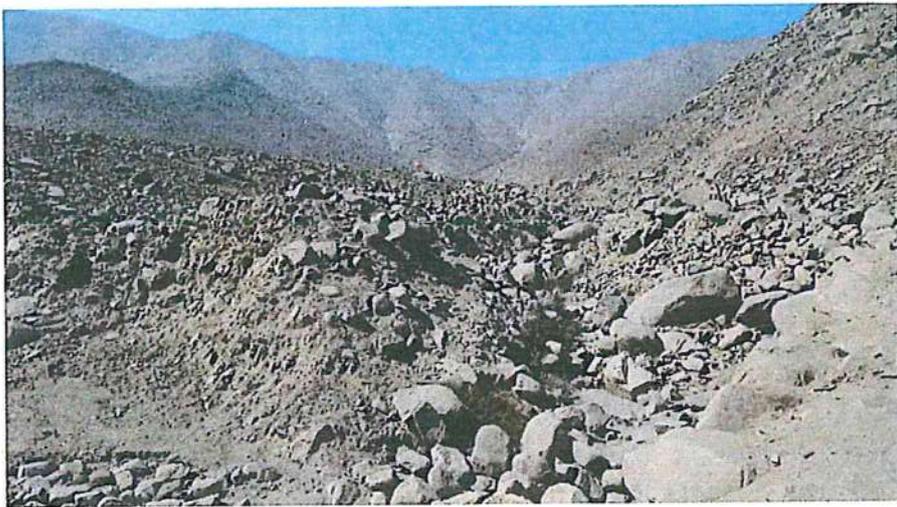
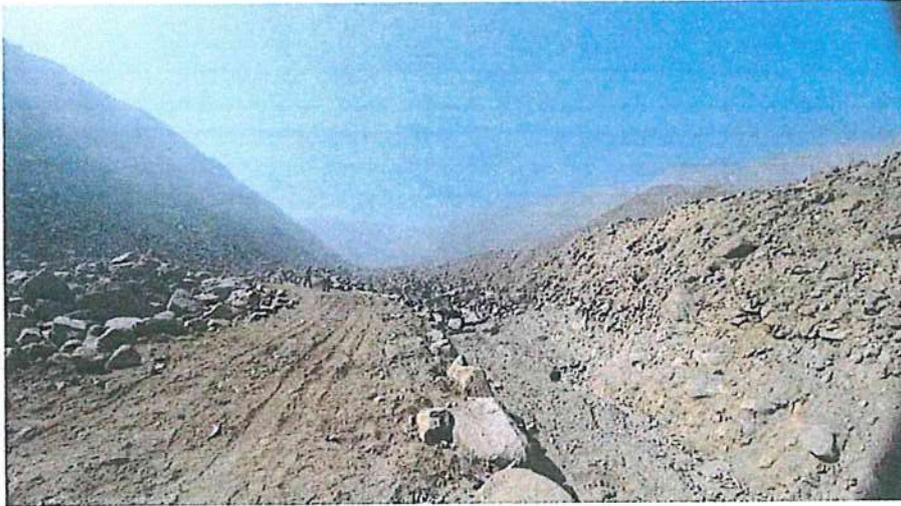
*[Handwritten Signature]*  
MARIA DEL ROSARIO GUEVARA  
INGENIERO (C)  
Reg. CIP No. 12.224



*Maria del Rosario Guevara Saiz*  
MARIA DEL ROSARIO GUEVARA SAIZ 76  
INGENIERO GEÓ. 76  
Reg. CIP N° 67261



Zonas de transición aguas arriba



*Maria del Rosario Guevara*  
MARIA DEL ROSARIO GUEVARA  
INGENIERO  
REG. CIP Nº 5722



*Maria del Rosario Gueva*  
.....  
MARIA DEL ROSARIO  
GUEVA  
INGENIERA  
REG. CIP N. 78