



Universidad César Vallejo

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño del drenaje pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV Pachacutec del distrito de La Banda de Shilcayo, 2022

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

#### **AUTOR:**

Gomez Reategui, Oscar ([orcid.org/0009-0001-4230-5289](https://orcid.org/0009-0001-4230-5289))

#### **ASESOR:**

Mg. Ing. Pinedo Delgado, Andrés ([orcid.org/0000-0001-6760-1052](https://orcid.org/0000-0001-6760-1052))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

#### **LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TARAPOTO - PERÚ**

2022

## DEDICATORIA

A Dios:

Por su infinita gracia y misericordia, las cuales me han permitido llegar hasta este momento, la culminación de una etapa en mi vida, muchas vivencias y experiencias compartidas, altos y bajos que pusieron a prueba nuestra esperanza, le dedico a Él este fruto de mi esfuerzo a manera de agradecimiento por ser mi roca en todo tiempo.

Oscar.

## AGRADECIMIENTO

A mi madre:

Lita E. Reátegui Sánchez una gran mujer que a pesar de las piedras que encontró en el camino supo sacarnos hacia adelante, de ella aprendí a no rendirme tan fácilmente, a perseguir mis metas, gracias por brindarme tu apoyo incondicional, depositaste en mi tu confianza y quiero que te sientas orgullosa de tu hijo, con todo el amor y admiración va para mi madre.

El Autor.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINEDO DELGADO ANDRÉS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Diseño del drenaje pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV Pachacutec del distrito de La Banda de Shilcayo, 2022", cuyo autor es GOMEZ REATEGUI, OSCAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 04 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINEDO DELGADO ANDRÉS DNI: 43499654 ORCID: 0000-0003-4255-5402	Firmado electrónicamente por: PDELGADOA16 el 04-12-2022 09:59:59

Código documento Trilce: TRI - 0471378





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Yo, GOMEZ REATEGUI, OSCAR estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "" Diseño del drenaje pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV Pachacutec del distrito de La Banda de Shilcayo, 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
OSCAR GOMEZ REATEGUI DNI: 71573026 ORCID: 0009-0001-4230-5289	Firmado electrónicamente por: OGOMEZR el 04- 12-2022 15:07:41

Código documento Trilce: INV - 0950583



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Diseño de la investigación .....	15
3.2. Operacionalización de Variables.....	15
Población:.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	17
3.5 Validación y confiabilidad del instrumento .....	17
3.6 Método de análisis de datos .....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN .....	34
VI. CONCLUSIONES .....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	40
ANEXO.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Coeficiente de escorrentía para ser usados en el método racional .....	12
<b>Tabla 2.-</b> Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas. Para 5 y 10 años de periodo de retorno. ....	12
<b>Tabla 3.-</b> Resultado de las características Fisico-Mecanicas de los Ensayos de Laboratorio efectuados.....	13
<b>Tabla 4.</b> Resultado de las Propiedades Químicas de la zona de nvestigación....	25
<b>Tabla 5 -</b> Resultados del cálculo de los caudales de diseño.....	26
<b>Tabla 6.</b> Resumen de las Propiedades Geométricas.....	28
<b>Tabla 7.</b> Evaluación del Impacto ambiental del proyecto.....	31
<b>Tabla 8.</b> Resumen del Presupuesto de Obra.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema del ciclo hidrológico. ....	8
<b>Figura 2.</b> Esquema de un sistema hidrológico.....	9
<b>Figura 3.</b> Infiltración mediante la ecuación de horton. ....	10
<b>Figura 4.</b> Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil. ....	13
<b>Figura 5.</b> Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.....	13
<b>Figura 6.</b> Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.....	13
<b>Figura 7.</b> Plano Topográfico Curvas de Nivel.....	19
<b>Figura 8.-</b> Plano de Planteamiento Hidráulico del Sistema.....	20
<b>Figura 9.</b> Plano de Áreas Tributarias.....	21
<b>Figura 10.</b> Plano de Ubicación de Calicatas.....	22

## RESUMEN

La presente investigación tiene un diseño correlacional, propuesto con la finalidad de presentar una alternativa de solución a una problemática social, a través de la proyección de una infraestructura que permita la evacuación de las aguas superficiales, que frecuentemente causan problemas de accesibilidad y salud de la población de la Asociación de Viviendas Pachacutec. El proyecto de tesis denominado Diseño del Drenaje Pluvial para Mejorar la Transitabilidad en la AA.VV Pachacutec del Distrito de La Banda de Shilcayo, 2022, busca dar una solución integral a los serios problemas de deterioro gradual de la plataforma de las vías y obras de arte existentes, que se producen en el área de investigación durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales ordinarias y extraordinaria. Para el desarrollo del presente trabajo de tesis se emplearon guías de observación (instrumentos), referidos a los datos topográficos, datos de la mecánica de suelos, plantillas de cálculo hidrológico-hidráulico conjuntamente con los parámetros de diseño, que permitió el cálculo de la geometría correspondiente a cada tramo de los colectores, los cuales derivan en 06 puntos de descarga. El sistema de drenaje pluvial proyectado tiene como finalidad mejorar las condiciones de transitabilidad y adecuar la conducción de las aguas provenientes de precipitaciones pluviales, mitigando significativamente inundaciones, daños a las viviendas y degradación de las vías, ya que el sistema funcionara con la máxima eficiencia posible por lo que su aplicación contribuye al desarrollo sostenible del área de influencia del proyecto.

**Palabras Clave:** Drenaje pluvial, transitabilidad, precipitaciones, desarrollo sostenible.

## **ABSTRACT**

The present research has a correlational design, proposed with the purpose of presenting an alternative solution to a social problem, through the projection of an infrastructure that allows the evacuation of surface waters, which frequently cause problems of accessibility and health of the population of the Pachacutec Housing Association. The thesis project called Design of Storm Drainage to Improve Walkability in the AA.VV Pachacutec of the Banda De Shilcayo District, 2022, seeks to provide a comprehensive solution to the serious problems of gradual deterioration of the platform of existing roads and works of art, which occur in the research area during the occurrence of ordinary and extraordinary rainfall. For the development of this thesis work, observation guides (instruments) were used, referring to topographic data, soil mechanics data, hydrological-hydraulic calculation templates together with the design parameters, which allowed the calculation of the geometry corresponding to each section of the collectors, which lead to 06 discharge points. The purpose of the projected storm drainage system is to improve traffic conditions and adapt the conduction of waters from rainfall, significantly mitigating flooding, damage to homes and degradation of roads, since the system will function with the maximum possible efficiency. Therefore, its application contributes to the sustainable development of the area of influence of the project.

**Keywords:** Storm drainage, walkability, precipitation, sustainable development.

## I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de la población mundial vive actualmente en zonas urbanas y este número ha aumentado en los últimos años, esto plantea problemas evidentes para el crecimiento ordenado de las ciudades. Según datos censales, la región San Martín es uno de los grupos con mayor tasa de crecimiento poblacional debido a fenómenos migratorios provocados por su dinamismo económico y social, La tasa de crecimiento del distrito de la banda Shilcayo fue de 6.74% de 1993 a 2007, superior a la de los centros urbanos de Tarapoto y Morales, lo que se debe a que la tasa de crecimiento del distrito de la banda de Shilcayo fue de 6.74% de 1993 a 2007, que es superior a la de los centros urbanos de Tarapoto y Morales, Se refleja en la formación de asentamientos humanos. Cuenta con servicios básicos y área de extensión segura.

La carencia de algunos servicios básicos, es el común denominador en este tipo de poblaciones, la AA.VV PACHACUTEC no es ajena a esta realidad, pues no cuenta con obras de saneamiento, específicamente con un sistema de drenaje adecuado capaz de evacuar de manera oportuna y rápida, las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales incluso durante eventos extraordinarios (fenómeno del niño), donde se pueden llegar tener intensidades de lluvia considerable. La topografía de la zona de investigación resulta un factor negativo al presentar cambios bruscos de nivel lo que genera un escurrimiento acelerado de la escorrentía hacia las zonas bajas, trayendo como consecuencia deficiente transitabilidad peatonal y vehicular por el deterioro de las vías y viviendas en riesgo de inundación.

Por otro lado, las zanjas formadas durante muchos años por la erosión de las aguas de lluvia, funcionan como conductos naturales, pero a la misma vez son focos de proliferación de enfermedades por el estancamiento de agua, presente después de finalizada una precipitación, poniendo en jaque la salud pública. Por lo cual es de suma importancia realizar un adecuado diseño del sistema de drenaje pluvial tomando las consideraciones antes mencionadas como parte de la política de proyección social de la

Universidad y de manera científica por la investigación necesaria para su desarrollo.

Formulación del problema:

¿Será posible el Diseño de Drenaje Pluvial para mejorar la Transitabilidad en la AA.VV Pachacutec, del distrito de la Banda de Shilcayo, 2022?

Como Justificación Teórica. La investigación servirá como material de consulta, para posteriores investigaciones y tiene por finalidad demostrar mediante la aplicación de los conocimientos de ingeniería cómo influye el diseño del sistema de drenaje pluvial en la mejora de la transitabilidad. De igual forma la Justificación Práctica: De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permitirá determinar soluciones concretas para la problemática de drenaje pluvial que aqueja la zona de estudio.

Mediante la justificación social: Beneficiará a la población del AA.VV "Pachacutec" de forma directa. Como justificación metodológica: Para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de técnicas de investigación como el cuestionario y su posterior procesamiento para medir el impacto que tendrá el proyecto sobre la zona de estudio.

La investigación presenta como Objetivo General: Diseñar el sistema de drenaje pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV. Pachacutec. Asimismo tenemos los objetivos específicos:

- Efectuar el levantamiento topográfico.
- Realizar el estudio de Mecánica de Suelos.
- Elaborar el planteamiento hidráulico del sistema.
- Estimar los caudales de diseño para el dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial.
- Elaborar el estudio de impacto ambiental.
- Elaborar el presupuesto, cronograma y Programación de obra.

La Hipótesis que se presenta es:

Es posible mejorar la transitabilidad de las vías en la AA.VV. Pachacutec mediante la aplicación del diseño de Drenaje pluvial.

## II. MARCO TEÓRICO

### Trabajos previos

CARDENAS, Ronnie Ryan, 2006. concluye lo siguiente: En general se puede decir que el sistema de drenaje existente en la zona de La Rotaria es muy inadecuado, esto se debe a que cuando llueve, las carreteras se inundan, lo que imposibilita el transporte seguro. El sistema de drenaje se diseñó calculando el período de retorno para crear una curva IDF, esto permitió obtener la intensidad de la lluvia para calcular la cantidad de escorrentía que cae en la subcuenca. Se realizó una comparación de la capacidad vial y las precipitaciones en las subcuencas mediante un método racional, Cuando la capacidad de las carreteras era insuficiente, se diseñaron proyectos de captación de agua de lluvia. Es importante señalar que el buen funcionamiento del sistema de drenaje depende de la pendiente longitudinal y lateral y la rugosidad del camino, así como del espaciamiento de las zanjas de drenaje

GÁLVEZ, Hugo Alejandro, 2004 concluye lo siguiente: Se diseñó un sistema de drenaje separado, ya que las agencias involucradas en este tipo de proyectos no permiten la construcción de sistemas combinados, además, existe la posibilidad de construir sistemas de drenaje sanitario y pluvial en varias etapas, y con este tratamiento se logra un ahorro de aguas negras, por lo que es importante para la economía. La finalización del proyecto de saneamiento beneficiará a la Ciudad de Pasaco de varias maneras, entre las que se encuentran: Eliminar fuentes de contaminación y propagación de enfermedades, mejorar la decoración de las aldeas, etc. La finalización del proyecto de drenaje de aguas pluviales evitará la erosión en las carreteras de la ciudad y brindará a los residentes la oportunidad de trabajar en beneficio de su comunidad.

## Nacionales

GRANDA, Rudy Rolandy, 2013. Concluye lo siguiente: Los procesos de urbanización inadecuados socavan el interés público y, a la larga, son extremadamente perjudiciales para la sociedad en su conjunto, ya que la sociedad paga más por los canales que por las zonas de amortiguamiento y sigue aumentando las inundaciones para las personas que viven río abajo. De los resultados obtenidos con SWMN, se puede concluir que en Arb no se producen inundaciones (debido a la lluvia), capaz de resistir hasta 67 mm/h ( $t_r = 25$  años). Sin embargo, en caso de un episodio de "El Niño" similar al de 1988, es decir, con una intensidad máxima de 86-96 mm/h ( $T_r = 50$  años), la capacidad del canal de drenaje se excedería en un 23%. Se inundarán la calle "Los Sabos" y la calle "F". No se recomienda construir una zanja de infiltración en la zona inferior (en este caso, el canal de drenaje al desagüe), ya que aquí se depositarán los sedimentos de todo el canal; además, si la cantidad de agua que fluye a través de él, teniendo en cuenta las dimensiones de la ranura, es muy grande, la ranura no realizará su función. Por este motivo, se recomienda la construcción de estas acequias en las zonas más altas donde el escurrimiento no es excesivo y no hay muchos sedimentos. De la comparación y análisis de los resultados se puede concluir que SWMN proporciona más valores de referencia que los métodos racionales, esto se debe a que cubre algunas de sus limitaciones. Sin embargo, tenga en cuenta que SWNM es sensible a los datos de entrada y puede producir resultados erróneos si no se tiene la consideración adecuada.

CHAVEZ, Fernando Javier, 2006. Concluye lo siguiente: Mediante la optimización se pueden determinar diversos parámetros hidráulicos de las redes de aguas pluviales y de alcantarillado, minimizando costes y asegurando que no se produzcan desbordamientos ni sobrecargas en la red. El cálculo del tiempo de concentración influye en la intensidad de la lluvia utilizada, Cuanto menor sea el tiempo de concentración, mayor será la intensidad de la lluvia utilizada, lo que incide en las dimensiones del

diámetro de las tuberías de la red. De los resultados se desprende que la propuesta de drenaje pluvial considerando toda la red desde los nodos 1 al 320 no es adecuada para los niveles de intensidad calculados, esto se debe a que la profundidad de instalación del punto de transferencia es superior a 8 m, lo que lo dificulta mucho en términos de flujo, se bombea a una velocidad de 20 m<sup>3</sup>/s y a menudo alcanza un diámetro de más de 2 m, lo cual es inusual. Para los tramos de red 238-320, la profundidad de instalación varía entre 2 m 7 m el diámetro suele ser inferior a 1,20 m. En este nivel el caudal ronda los 5 m<sup>3</sup>/s, lo que hace beneficiosa la construcción de esta red.

#### Locales

DELGADO, Pedro Ricardo, 2001. Concluye lo siguiente: Los cálculos realizados para el drenaje de aguas pluviales fueron críticos para determinar los caudales planificados, ya que la oficina del SENAMHI en la ciudad confió en la disponibilidad de información hidrológica. Existen varias aplicaciones para calcular caudales mediante fórmulas empíricas, en nuestro caso se utilizó una fórmula racional porque el trasfondo era que los proyectos se estaban implementando en diferentes partes del país. La topografía del sitio fue un factor clave para determinar el tamaño de la estructura propuesta, que fue diseñada teniendo en cuenta la seguridad y la economía

FASANANDO, Christyan, 2001. Concluye lo siguiente: El análisis y procesamiento de la información hidrológica es de gran importancia para el cálculo de la resistencia máxima para el cálculo del caudal de diseño y dimensiones de todo tipo de estructuras hidráulicas. Para este informe la información hidrológica se obtuvo de la oficina del SENAMHI. Las fórmulas empíricas se aplican ampliamente para calcular los caudales. En nuestro caso, dos de ellos sirvieron de base para los trabajos del ciclo de actualización académica 2000/IIFIC-UNSM: el Método Racional y el Método Mac Math. El presente informe de ingeniería constituye una alternativa de solución a los problemas que ocasionan las escorrentías superficiales libres para la zona del proyecto, también servirá para estudios similares. La topografía del sitio fue un factor clave en las dimensiones hidráulicas y el

diseño estructural de las obras propuestas, y también se consideraron la seguridad y la economía.

Teorías relacionadas al tema.

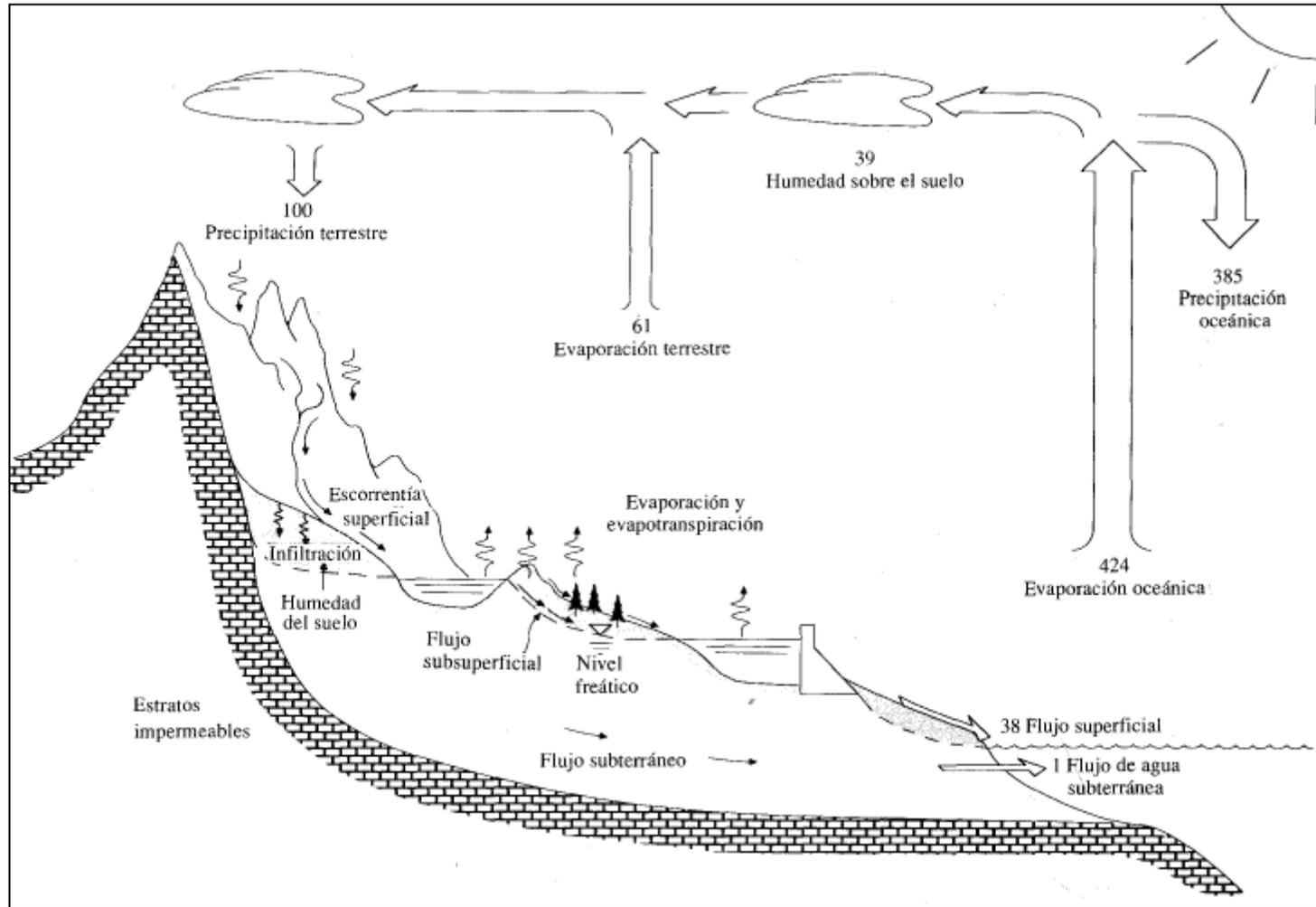
Hidrología.

Es un tema de gran importancia para los seres humanos y su entorno, se puede definir como el estudio del ciclo hidrológico, la circulación ininterrumpida del agua entre la tierra y la atmósfera. Dado que la hidrología se ocupa del estudio de los fenómenos naturales, los métodos utilizados no pueden ser rígidos y algunas decisiones no pueden dejarse a la discreción de los ingenieros, se utilizan métodos estadísticos para analizar algunos fenómenos, que se analizarán más adelante.

Ciclo Hidrológico.

Es la totalidad de cambios que sufre el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso) como en su forma (aguas superficiales, aguas subterráneas, etc.). Aunque el concepto del ciclo del agua es simple, sus fenómenos son muy complejos, sin embargo, incluso sin un conocimiento completo, puede simplificarse y expresarse mediante el concepto de sistema. El ciclo del agua puede tratarse como un sistema cuyos componentes incluyen precipitación, evaporación, escorrentía y otras etapas del ciclo, algunas de las cuales se analizarán más adelante.

**Figura 1** -Esquema del ciclo hidrológico.

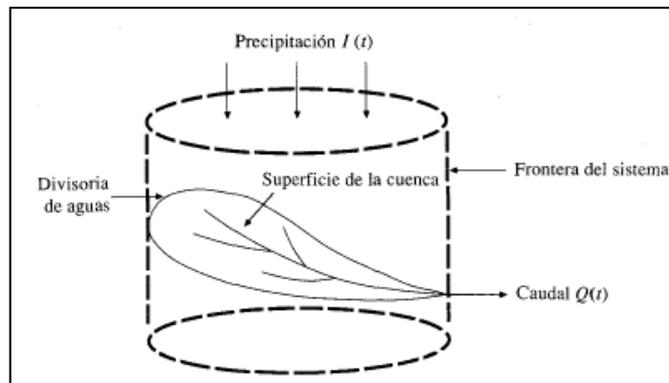


Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

Cuenca.

El área de tierra donde toda la precipitación cae junta para formar una sola capa, también se define como una estructura o volumen en el espacio que está encerrado por un límite y absorbe agua u otras entradas. En la entrada, la lluvia cae a cántaros por todo el espacio de arriba, el flujo es de salida y se concentra en el espacio de salida de la piscina. La evaporación y las corrientes subterráneas también pueden provocar descargas eléctricas, pero son muy pequeñas en comparación con el flujo durante las tormentas.

**Figura 2.-Esquema de un sistema hidrológico.**



**Fuente:** CHOW, VENT. Hidrología

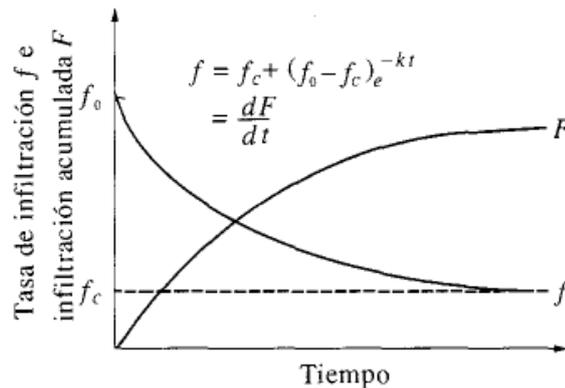
Precipitación.

La precipitación incluye lluvia, nieve y otros procesos que hacen que el agua caiga a la superficie de la tierra, para que se forme precipitación, se debe aumentar la masa de agua en la atmósfera para enfriarla y provocar que se divida y se condense. Las partículas que contienen iones son núcleos eficaces porque atraen electrostáticamente moléculas de agua unidas polares.

Infiltración.

El proceso por el cual el agua se filtra desde la superficie hacia el suelo es un proceso muy complejo que sólo puede describirse aproximadamente mediante fórmulas matemáticas.

**Figura 3.** infiltración mediante la ecuación de horton.



Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

“Una de las primeras ecuaciones de infiltración fue desarrollada por horton”

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

Por su parte Philip sugirió la ecuación

$$F(t) = St^{1/2} + kt$$

Evaporación.

La evaporación es una condición permanente del ciclo del agua, la evaporación puede ocurrir en cualquier momento, incluso en superficies mojadas, y se considera un fenómeno puramente físico, la evaporación es el cambio del agua a un estado de vapor. En general, la evaporación representa un paso importante en el ciclo del agua en el que la precipitación que llega a la superficie terrestre regresa a la atmósfera en forma de vapor.

Escorrentía.

La escorrentía depende del tipo de suelo, la impermeabilidad y la topografía y es un factor lógicamente variable, por lo que su valor aumenta con el desarrollo de las diferentes zonas. El flujo de canal es la forma principal de flujo de agua superficial, al que contribuyen todos los demás procesos de flujo superficial. La precipitación convertida en flujo puede ingresar a los cursos de agua a través de la escorrentía superficial y el flujo subterráneo

Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la tasa máxima de escorrentía directa y la intensidad promedio de lluvia de la tormenta. El coeficiente de escorrentía también se puede definir como la relación entre escorrentía y precipitación durante un período de retorno específico

**Tabla 1.- Coeficiente de escorrentía para ser usados en el método racional**

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje

**Figura 4.** Coeficiente de escorrentía promedio para áreas urbanas. Para 5 y 10 años de periodo de retorno.

Características de la superficie	Coeficiente de Escorrentía	
Calles	Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
	Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
	Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85	
Techos y Azoteas	0,75 a 0,95	
Césped, suelo arenoso	Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
	Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
	Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
	Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
Praderas	0,20	

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Figura 5.** Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

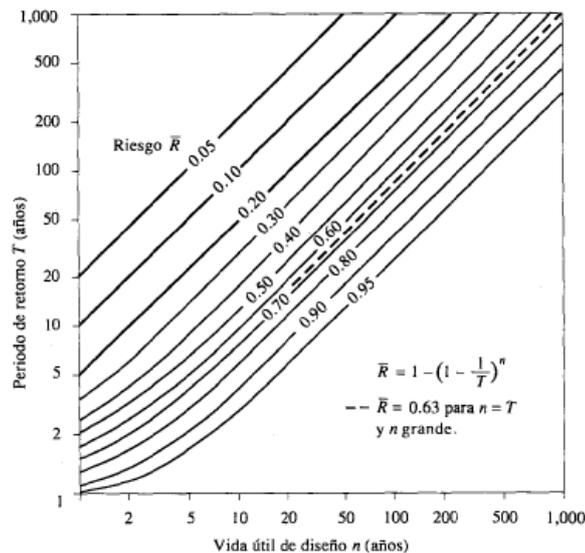
Nota:

Plano (0 - 5%) Pendiente  
 Ondulado (5 - 10%) Pendiente  
 Pronunciado >10% Pendiente

Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

Coeficiente de escorrentía condicional del área de la cuenca. La heterogeneidad se estima como un promedio ponderado de diferentes coeficientes para cada tipo de cubierta (techo, acera, espacio verde, etc. El factor de ponderación es la proporción del área de cada tipo con respecto al área total.

**Figura 6.** Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.



Fuente: CHOW, VENT. Hidrología

## Tormenta de Diseño.

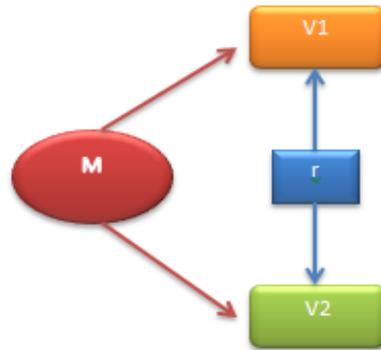
Es un patrón de lluvia definido para su uso en el diseño de sistemas hidrológicos [...] Sus aplicaciones se extienden al uso de valores puntuales de precipitación de manera racional para determinar caudales máximos en drenajes pluviales y drenajes callejeros. En muchos casos de planificación, como cuando se planifican drenajes pluviales, se deben considerar períodos de 30 minutos o menos. No se recomienda el uso de Design Storm a menos que se haya determinado que la estructura debe diseñarse para el evento más probable. Se recomienda obtener información a través de un dispositivo de inspección de tubos fluorescentes para determinar la tormenta de diseño, ya que este dispositivo proporciona información instantánea. Sin embargo, la mayoría de las estaciones pluviómetros sólo tienen pluviómetros que proporcionan únicamente valores medios.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño de la investigación

La investigación de tipo diseño correlacional

*Esquema del tipo de investigación.*



Dónde:

**M=** Muestra

**V1=** Variable 1

**V2=** Variable 2

**r=** Relación de las variables de estudio

#### 3.2. Operacionalización de Variables

##### **Variable independiente: Drenaje Pluvial**

El drenaje de aguas pluviales es un conjunto de medidas diseñadas para prevenir en la medida de lo posible los daños a personas y bienes causados por las aguas pluviales urbanas.

##### **Variable Dependiente: Transitabilidad**

El concepto de "transitabilidad" en el Perú define la situación de "disponibilidad" de las vías, esto significa que ciertas carreteras están disponibles para su uso. Debido a una "emergencia vial" donde el transporte público puede verse interrumpido en uno o más puntos de la ruta debido a un deterioro significativo causado por fuerzas naturales, como deslizamientos de material acuífero, que el transporte público no

fue cerrado (Huaycos), caída de rocas, pérdida de plataformas viales, erosión fluvial, colapso de puentes, etc.

### 3.3 Población y muestra

Población:

Está constituida por los predios (Lotes) de la AA.VV “Pachacutec”, que son 242 Lotes.

Muestra:

Para el cálculo de la muestra, se realizará un muestreo probabilístico estratificado,

El cálculo del tamaño de muestra, se ha realizado con el algoritmo correspondiente a estimar la proporción poblacional de la zona de investigación.

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

Dónde:

**N**= Población

**q**= Riesgo o nivel de significación (1-p) = 0.10

**z**= Nivel de confianza= 95% =1.96

**p**= Probabilidad= 90%= 0.90

**e**=Error permitido= 5% = 0.05

Cálculo de la Muestra:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 p * q} = \frac{1.96^2 * 0.90 * 0.10 * 242}{0.05^2(242 - 1) + 1.96^2 * 0.90 * 0.10} = 88.24$$

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>FUENTES O INFORMANTES</b>
Revisión documental	Guía de revisión documental	Libros, tesis relacionadas, manuales de diseño
Encuesta	Cuestionario	Vecinos de la AA.VV Pachacutec.
Observación	Guía de observación	Ensayos de laboratorio.

### **3.5 Validación y confiabilidad del instrumento**

La verificación la realizan jueces clasificados por escuela profesional. Fiabilidad del instrumento según SPSS 21, licenciado y certificado y procesado por el coeficiente alfa de Cronbach.

### **3.6 Método de análisis de datos**

La información recopilada se procesó utilizando un procesador Microsoft office 2010, es decir, una hoja de cálculo Excel y un coeficiente chi-cuadrado  $\chi^2$ . Explicando de esta manera en gráficos de barras y los resultados de aplicar el coeficiente de correlación chi-cuadrado.

#### IV. RESULTADOS

##### Resultado del Reporte Final de las Encuestas

**Tabla 2.-** Reporte de la Prueba de Bondad de Ajuste Chi-Cuadrado

		Transitabilidad						Total	
		Nivel bajo de conocimiento de la información		Nivel medio del conocimiento de la información		Nivel alto del conocimiento de la información			
<b>Drenaje fluvial</b>	Nivel bajo de conocimiento de la información	<b>17</b>	<b>19,3%</b>	<b>10</b>	<b>11,4%</b>	<b>3</b>	<b>3,4%</b>	<b>30</b>	<b>34,1%</b>
	Nivel medio del conocimiento de la información	<b>15</b>	<b>17,0%</b>	<b>18</b>	<b>20,5%</b>	<b>1</b>	<b>1,1%</b>	<b>34</b>	<b>38,6%</b>
	Nivel alto del conocimiento de la información	<b>4</b>	<b>4,5%</b>	<b>14</b>	<b>15,9%</b>	<b>6</b>	<b>6,8%</b>	<b>24</b>	<b>27,3%</b>
	Total	<b>36</b>	<b>40,9%</b>	<b>42</b>	<b>47,7%</b>	<b>10</b>	<b>11,4%</b>	<b>88</b>	<b>100,0%</b>

##### Pruebas de Chi-cuadrado de Pearson

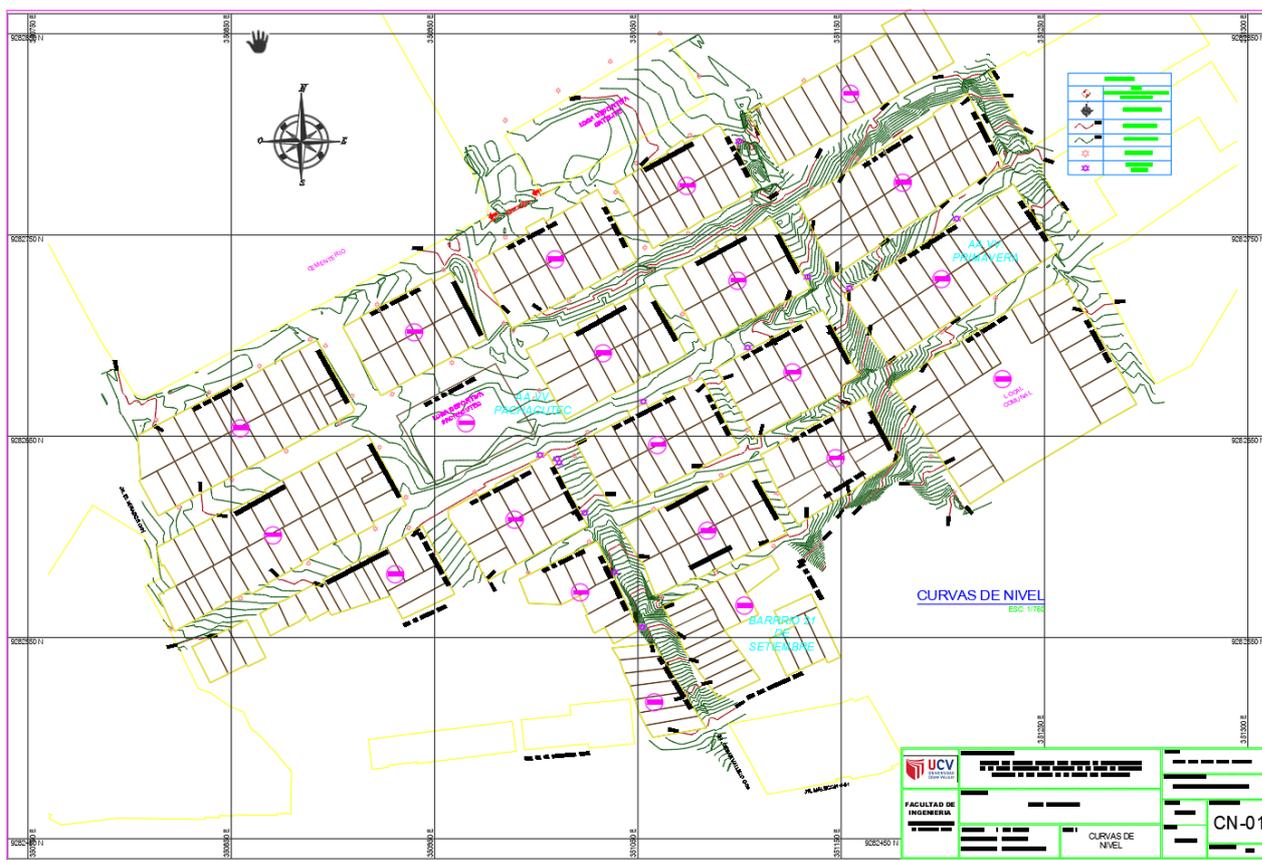
		Transitabilidad
	Chi-cuadrado	<b>13,515</b>
<b>Drenaje fluvial</b>	gl	<b>4</b>
	Sig.	<b>,009*</b>

\*. El estadístico de Chi-cuadrado es significativo en el nivel ,05.

### Interpretación:

Se encontró que existe una relación directa entre la variable “Diseño de Drenaje pluvial” y “Transitabilidad”, puesto que, a mayor sea el conocimiento de la información mayor será el conocimiento de la necesidad del diseño de drenaje, este resultado es corroborado con el estadístico Chi Cuadrado, igual a 13.515 y un p-valor de 0.009 ( $p < 0.05$ ), por lo tanto, se concluye que existe una relación altamente significativa entre ambas variables.

**Figura 7.** Plano Topográfico Curvas de Nivel



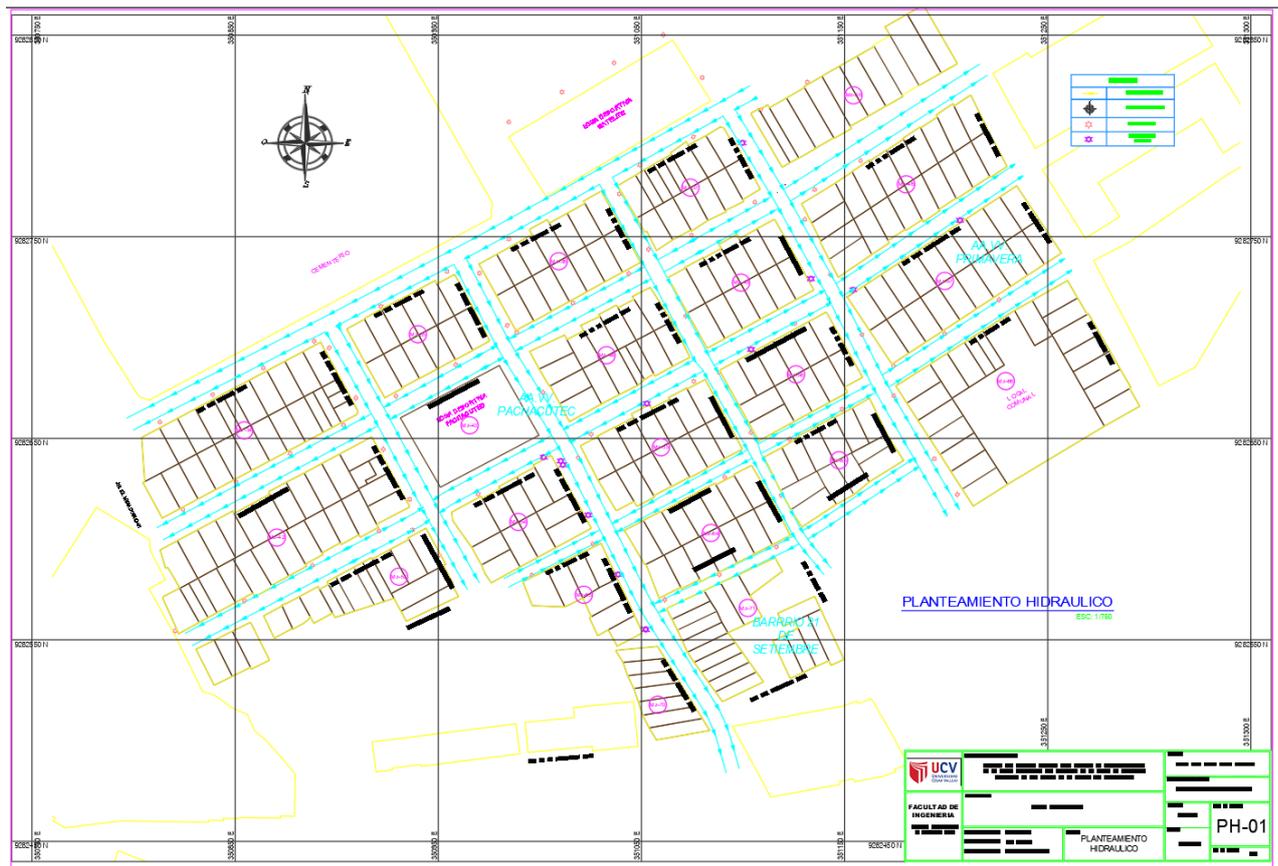
**Fuente:** Datos recolectados de la Guía de Observación

### Interpretación:

La topografía presenta el levantamiento de las obras lineales proyectadas (cunetas y alcantarillas), apoyados en los vértices de las poligonales de control, se levantaron en campo los detalles topográficos tales como: lotes, calles, postes de luz de media y alta tensión. A demás se tomaron

puntos de relleno taquimétrico desde los vértices de la poligonal, mediante el método de radiación. Se presenta un terreno con pendiente pronunciada con dirección a la zona sur del área de investigación.

**Figura 8.- Plano de Planteamiento Hidráulico del Sistema.**

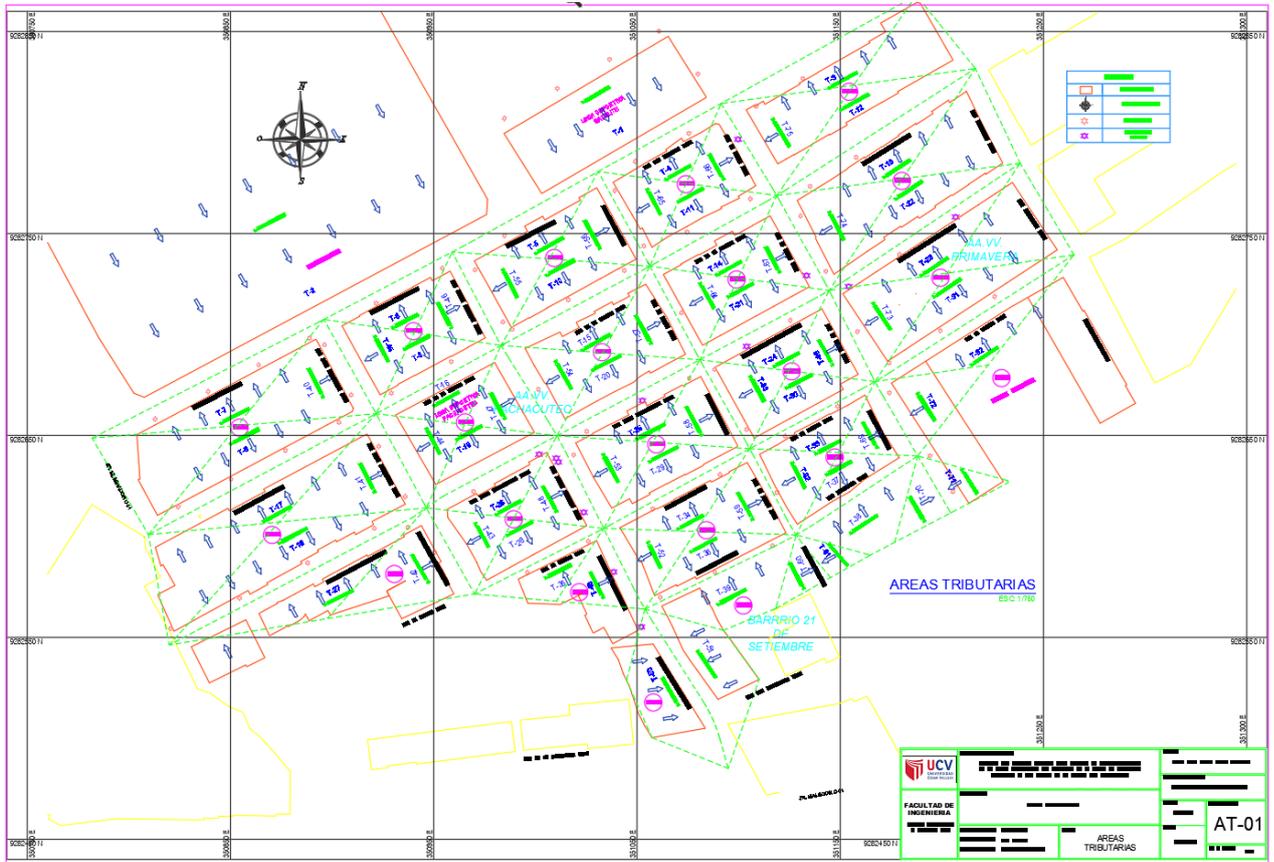


**Fuente:** Datos recolectados de la Guía de

### **Interpretación:**

Se presenta el planteamiento hidráulico del sistema que contempla los flujos de la escorrentía superficial, que serán captados por las estructuras proyectadas transportadas hacia los lugares establecidos como salida (puntos de descarga) donde se han proyectado estructuras de descarga de concreto armado, con la finalidad de mitigar la afectación a las viviendas existentes.

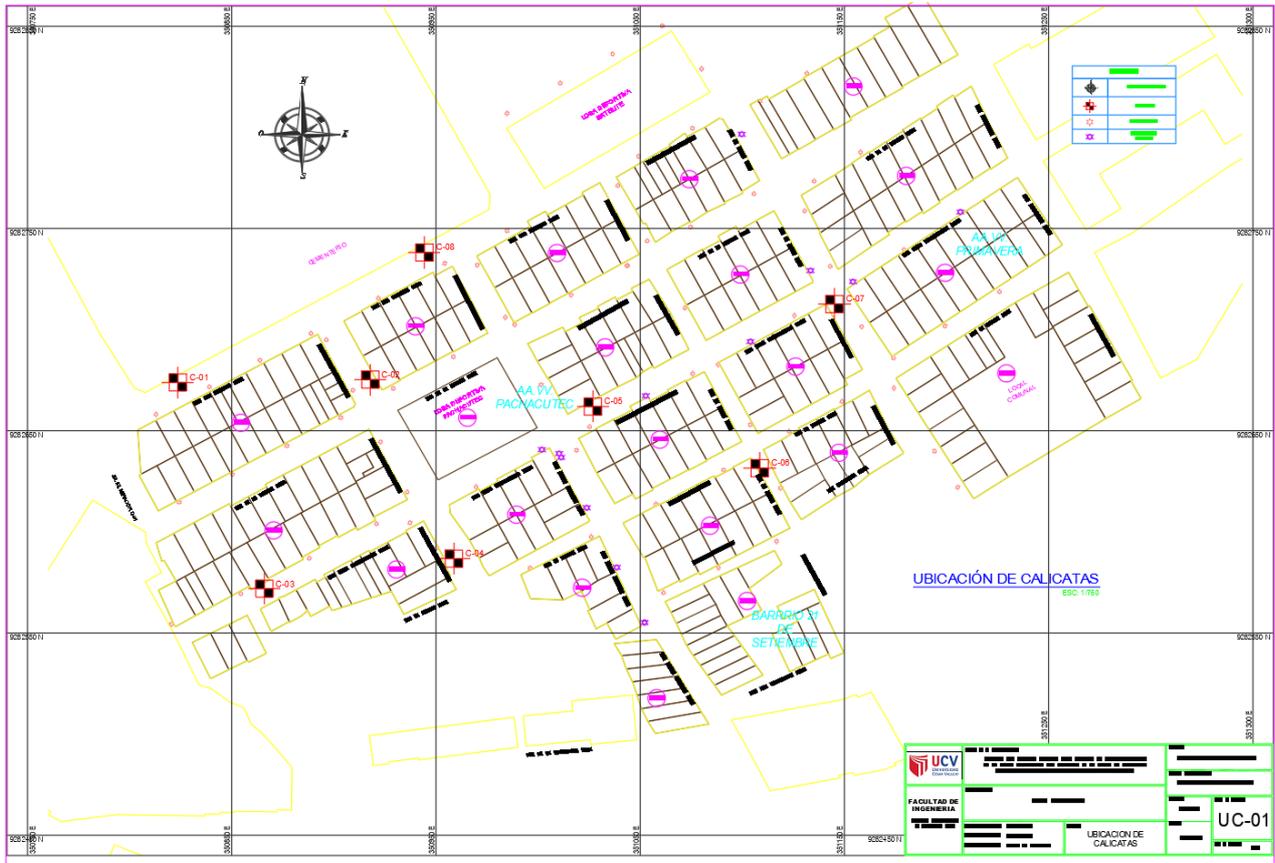
**Figura 9. Plano de Áreas Tributarias**



**Interpretación:**

El área de investigación cuenta con 23 manzanas las cuales se dividieron en 75 áreas tributarias que aportaran las precipitaciones pluviales para el cálculo de los caudales de diseño, dichas áreas varía desde los 305.00 m<sup>2</sup> hasta los 18,368.03 m<sup>2</sup>.

**Figura 10.** Plano de Ubicación de Calicatas



**Interpretación:**

Se aprecia los puntos donde se realizó las auscultaciones usando el método de pozo a cielo abierto o calicatas. Se tomó en consideración lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones específicamente la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, las 08 calicatas practicadas están distribuidas convenientemente de las cuales se recuperaron muestras alteradas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente o representativa de los cuales se practicó ensayos de clasificación e identificación de suelos.

## Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos

**Tabla 3.** Resultado de las características Fisico-Mecánicas de los Ensayos de Laboratorio efectuados.

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS (ENSAYOS DE LABORATORIO)																
PUNTO	UBICACIÓN	ESTRATO	PROFUNDIDAD (m)	PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL (%) (ASTM - 2216)	ANÁLISIS GRANULOMETRÍO POR TAMIZADO (ASTM-422)				LÍMITES DE ATTERBERG (ASTM D-4318)			PÁRAMETROS GEOTECNICOS			CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
					MALLA #04	MALLA #10	MALLA #40	MALLA #200	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	$\delta$ (Kg/cm <sup>3</sup> )	ANG. FRICCIÓN $\phi$	COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	S.U.C.S	AASHTO
C-01	Jr. LOS ANGELES Cdra-01	N° 02	0,60 - 1,50	17.67	100.00	99.77	93.06	55.58	33.25	20.72	12.53	1.86x10 <sup>-3</sup>	20°	0.11	CL	A-6(4)
C-02	Jr. FCO IZQUIERDO RIOS Cdra-01	N° 02	0,30 - 1,50	17.09	100.00	99.76	93.54	52.76	32.38	20.20	12.18	1.85x10 <sup>-3</sup>	20°	0.11	CL	A-6(4)
C-03	Jr. INCA PACHACUTEC Cdra-01	N° 02	0,30 - 1,50	11.98	100.00	99.49	93.02	50.13	32.41	20.85	11.56	1.85x10 <sup>-3</sup>	20°	0.11	CL	A-6(3)
C-04	Jr. FCO IZQUIERDO RIOS Cdra-03	N° 02	0,50 - 1,50	14.28	100.00	99.65	93.28	50.8	32.32	21.78	10.54	1.88x10 <sup>-3</sup>	22°	0.08	CL	A-6(3)
C-05	Jr. INCA PACHACUTEC Cdra-03	N° 02	0,30 - 1,50	14.17	100.00	99.24	93.03	49.51	22.95	14.93	8.02	1.87x10 <sup>-3</sup>	21°	0.10	SC	A-4(1)
C-06	Jr. LA OROYA Cdra-04	N° 02	0,30 - 1,50	16.21	99.98	99.69	92.76	53.28	33.24	20.87	12.37	1.88x10 <sup>-3</sup>	20°	0.11	CL	A-6(4)
C-07	Jr. LA UNIÓN Cdra-02	N° 02	0,30 - 1,00	17.67	19.13	18.50	15.66	5.32	NT	NP	NP	2.10x10 <sup>-3</sup>	26°	0.07	GP-GC	A1-a(1)
C-08	Jr. LOS ANGELES Cdra-03	N° 02	0,30 - 1,50	14.86	99.88	99.24	93.03	49.51	22.95	14.93	8.02	1.87x10 <sup>-3</sup>	22°	0.08	SC	A-4(1)

### **Interpretación:**

- En la primera calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.60 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color marrón oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 55.58%, además de presentar un Limite Liquido del 33.25% y un Limite Plástico del 20.72%, de mediana Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= CL**.
- En la segunda calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color marrón claro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 52.76%, además de presentar un Limite Liquido del 32.38% y un Limite Plástico del 20.20%, de mediana Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= CL**.
- En la tercera calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color amarillo oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 50.13%, además de presentar un Limite Liquido del 32.41% y un Limite Plástico del 20.85%, de mediana Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= CL**.
- En la cuarta calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.50 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color amarillo oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 50.80%, además de presentar un Limite Liquido del 32.32% y un Limite Plástico del 21.78%, de mediana Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= CL**.
- En la quinta calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color amarillo oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 49.51%, además de presentar un Limite Liquido del 22.95% y un Limite Plástico del 14.93%,

de baja Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= SC**.

- En la Sexta calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color amarillo oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 53.28%, además de presentar un Limite Liquido del 33.24% y un Limite Plástico del 20.87%, de mediana Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= CL**.
- En la Séptima calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.00 m una Arcilla arenosa con presencia de bolonería y piedras disgregables, de color marrón claro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 5.32%. Siendo su clasificación **SUCS= GP-GC**.
- En la octava calicata se ha encontrado en el segundo estrato de 0.30 – 1.50 m una Arcilla delgada muy densa, de color amarillo oscuro, cuyo porcentaje que pasa por la Malla N° 200 es de 49.51%, además de presentar un Limite Liquido del 22.95% y un Limite Plástico del 14.93%, de baja Plasticidad con respecto al Índice Plástico. Siendo su clasificación **SUCS= SC**.

**Tabla 4.** Resultado de las Propiedades Químicas de la zona de Investigación

<b>ANALISIS QUÍMICO DE SUELO</b>						
<b>CALICATA</b>	<b>Muestra</b>	<b>PROF. (m)</b>	<b>PH</b>	<b>Cloruros (ppm)</b>	<b>Sulfatos (ppm)</b>	<b>Sales Solubles Totales (ppm)</b>
C-01	I	0,60 - 1,50	6.80	9.60	75.50	110.20
C-02	I	0,30 - 1,50	6.71	9.20	72.20	112.30
C-03	I	0,30 - 1,50	6.95	9.10	71.80	101.60
C-04	I	0,50 - 1,50	6.80	9.25	70.60	102.50
C-05	I	0,30 - 1,50	6.78	9.60	78.20	104.30
C-06	I	0,30 - 1,50	6.75	9.57	73.50	102.00
C-07	I	0,30 - 1,00	6.19	5.65	72.10	95.20
C-08	I	0,30 - 1,50	6.72	9.56	72.30	100.00

### Interpretación:

De acuerdo a las características de los suelos encontradas durante las excavaciones los ensayos de análisis químicos presentan valores que se encuentran dentro de los límites permisibles de agresividad (Despreciable) del concreto, por lo que no será necesario la utilización de cementos especiales para la construcción de las estructuras de concreto.

### Resultados del Estudio de Hidrología e Hidráulica

**Tabla 5** -Resultados del cálculo de los caudales de diseño.

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO						
Tramo en estudio		TIEMPO DE RETORNO	C	INTENSIDAD MAXIMA (I)	AREA DE LA CUENCA (A)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
Nº	Nombre					
Tramo 1	Jr. Los Angeles C-04 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	3317.3 m <sup>2</sup>	0.143 m <sup>3</sup> /s
Tramo 2	Jr. Los Angeles C-03 AL C-01 MI	25 años	0.77	133.36 mm/hr	21685.3 m <sup>2</sup>	0.619 m <sup>3</sup> /s
Tramo 4	Jr. Los Angeles C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	906.8 m <sup>2</sup>	0.039 m <sup>3</sup> /s
Tramo 5	Jr. Los Angeles C-03 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1076.5 m <sup>2</sup>	0.046 m <sup>3</sup> /s
Tramo 6	Jr. Los Angeles C-02 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	950.4 m <sup>2</sup>	0.041 m <sup>3</sup> /s
Tramo 7	Jr. Los Angeles C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1747.3 m <sup>2</sup>	0.075 m <sup>3</sup> /s
Tramo 8	Jr. 02 de Agosto C-01 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1715.2 m <sup>2</sup>	0.074 m <sup>3</sup> /s
Tramo 9	Jr. 02 de Agosto C-02 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	917.1 m <sup>2</sup>	0.039 m <sup>3</sup> /s
Tramo 10	Jr. 02 de Agosto C-03 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1101.7 m <sup>2</sup>	0.047 m <sup>3</sup> /s
Tramo 11	Jr. 02 de Agosto C-04 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	967.3 m <sup>2</sup>	0.042 m <sup>3</sup> /s
Tramo 12	Jr. 02 de Agosto C-05 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1478.0 m <sup>2</sup>	0.064 m <sup>3</sup> /s
Tramo 13	Jr. 02 de Agosto C-05 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1544.5 m <sup>2</sup>	0.066 m <sup>3</sup> /s
Tramo 14	Jr. 02 de Agosto C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	942.2 m <sup>2</sup>	0.041 m <sup>3</sup> /s
Tramo 15	Jr. 02 de Agosto C-03 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1109.8 m <sup>2</sup>	0.048 m <sup>3</sup> /s
Tramo 16	Jr. 02 de Agosto C-02 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	901.3 m <sup>2</sup>	0.039 m <sup>3</sup> /s
Tramo 17	Jr. 02 de Agosto C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1577.1 m <sup>2</sup>	0.068 m <sup>3</sup> /s
Tramo 18	Jr. INCA PACHACUTEC C-01 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	2081.9 m <sup>2</sup>	0.090 m <sup>3</sup> /s
Tramo 19	Jr. INCA PACHACUTEC C-02 MI	25 años	0.77	155.14 mm/hr	950.5 m <sup>2</sup>	0.032 m <sup>3</sup> /s
Tramo 20	Jr. INCA PACHACUTEC C-03 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1023.6 m <sup>2</sup>	0.044 m <sup>3</sup> /s
Tramo 21	Jr. INCA PACHACUTEC C-04 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	970.5 m <sup>2</sup>	0.042 m <sup>3</sup> /s
Tramo 22	Jr. INCA PACHACUTEC C-05 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1472.1 m <sup>2</sup>	0.063 m <sup>3</sup> /s
Tramo 23	Jr. INCA PACHACUTEC C-05 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1411.1 m <sup>2</sup>	0.061 m <sup>3</sup> /s
Tramo 24	Jr. INCA PACHACUTEC C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	917.2 m <sup>2</sup>	0.039 m <sup>3</sup> /s
Tramo 25	Jr. INCA PACHACUTEC C-03 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1000.5 m <sup>2</sup>	0.043 m <sup>3</sup> /s
Tramo 26	Jr. INCA PACHACUTEC C-02 MD	25 años	0.77	155.14 mm/hr	970.3 m <sup>2</sup>	0.032 m <sup>3</sup> /s
Tramo 27	Jr. INCA PACHACUTEC C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1744.1 m <sup>2</sup>	0.075 m <sup>3</sup> /s
Tramo 28	Jr. LA MOLINA C-02 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	878.8 m <sup>2</sup>	0.038 m <sup>3</sup> /s
Tramo 29	Jr. LA MOLINA C-03 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1057.7 m <sup>2</sup>	0.046 m <sup>3</sup> /s

Tramo 30	Jr. LA MOLINA C-04 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	873.2 m <sup>2</sup>	0.038 m <sup>3</sup> /s
Tramo 31	Jr. LA MOLINA C-05 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1521.9 m <sup>2</sup>	0.066 m <sup>3</sup> /s
Tramo 32	Jr. LA MOLINA C-05 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1338.8 m <sup>2</sup>	0.058 m <sup>3</sup> /s
Tramo 33	Jr. LA MOLINA C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	780.0 m <sup>2</sup>	0.034 m <sup>3</sup> /s
Tramo 34	Jr. LA MOLINA C-03 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	947.3 m <sup>2</sup>	0.041 m <sup>3</sup> /s
Tramo 35	Jr. LA MOLINA C-02 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	764.7 m <sup>2</sup>	0.033 m <sup>3</sup> /s
Tramo 36	Jr. CHOCLINO C-01 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	984.7 m <sup>2</sup>	0.042 m <sup>3</sup> /s
Tramo 37	Jr. CHOCLINO C-02 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	825.1 m <sup>2</sup>	0.036 m <sup>3</sup> /s
Tramo 38	Jr. CHOCLINO C-02 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1217.0 m <sup>2</sup>	0.052 m <sup>3</sup> /s
Tramo 39	Jr. CHOCLINO C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1515.7 m <sup>2</sup>	0.065 m <sup>3</sup> /s
Tramo 40	Jr. FCO. IZQUIERDO C-01 MD	25 años	0.77	120.19 mm/hr	1671.2 m <sup>2</sup>	0.043 m <sup>3</sup> /s
Tramo 41	Jr. FCO. IZQUIERDO C-02 MD	25 años	0.77	101.77 mm/hr	3446.0 m <sup>2</sup>	0.075 m <sup>3</sup> /s
Tramo 42	Jr. FCO. IZQUIERDO C-03 MD	25 años	0.77	107.68 mm/hr	5135.0 m <sup>2</sup>	0.118 m <sup>3</sup> /s
Tramo 43	Jr. FCO. IZQUIERDO C-03 MI	25 años	0.77	107.68 mm/hr	7453.3 m <sup>2</sup>	0.172 m <sup>3</sup> /s
Tramo 44	Jr. FCO. IZQUIERDO C-02 MI	25 años	0.77	101.77 mm/hr	4672.5 m <sup>2</sup>	0.102 m <sup>3</sup> /s
Tramo 45	Jr. FCO. IZQUIERDO C-01 MI	25 años	0.77	101.51 mm/hr	1903.9 m <sup>2</sup>	0.041 m <sup>3</sup> /s
Tramo 46	Jr. CESAR VALLEJO C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	913.6 m <sup>2</sup>	0.039 m <sup>3</sup> /s
Tramo 47	Jr. CESAR VALLEJO C-02 MD	25 años	0.77	177.57 mm/hr	1851.1 m <sup>2</sup>	0.070 m <sup>3</sup> /s
Tramo 48	Jr. CESAR VALLEJO C-03 MD	25 años	0.77	180.67 mm/hr	2804.0 m <sup>2</sup>	0.108 m <sup>3</sup> /s
Tramo 49	Jr. CESAR VALLEJO C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	3635.5 m <sup>2</sup>	0.157 m <sup>3</sup> /s
Tramo 50	Jr. CESAR VALLEJO C-05 MD	25 años	0.77	189.50 mm/hr	5374.4 m <sup>2</sup>	0.218 m <sup>3</sup> /s
Tramo 51	Jr. CESAR VALLEJO C-05 MI	25 años	0.77	175.70 mm/hr	15538.6 m <sup>2</sup>	0.584 m <sup>3</sup> /s
Tramo 52	Jr. CESAR VALLEJO C-04 MI	25 años	0.77	186.62 mm/hr	11380.2 m <sup>2</sup>	0.454 m <sup>3</sup> /s
Tramo 53	Jr. CESAR VALLEJO C-03 MI	25 años	0.77	168.26 mm/hr	8489.0 m <sup>2</sup>	0.306 m <sup>3</sup> /s
Tramo 54	Jr. CESAR VALLEJO C-02 MI	25 años	0.77	180.94 mm/hr	5417.8 m <sup>2</sup>	0.210 m <sup>3</sup> /s
Tramo 55	Jr. CESAR VALLEJO C-01 MI	25 años	0.77	166.96 mm/hr	2141.5 m <sup>2</sup>	0.076 m <sup>3</sup> /s
Tramo 56	Jr. LA OROYA C-01 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1113.5 m <sup>2</sup>	0.048 m <sup>3</sup> /s
Tramo 57	Jr. LA OROYA C-02 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	2180.4 m <sup>2</sup>	0.094 m <sup>3</sup> /s
Tramo 58	Jr. LA OROYA C-03 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	3190.0 m <sup>2</sup>	0.137 m <sup>3</sup> /s
Tramo 59	Jr. LA OROYA C-04 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	4227.6 m <sup>2</sup>	0.182 m <sup>3</sup> /s
Tramo 62	Jr. LA OROYA C-04 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	4585.5 m <sup>2</sup>	0.197 m <sup>3</sup> /s
Tramo 63	Jr. LA OROYA C-03 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	3674.4 m <sup>2</sup>	0.158 m <sup>3</sup> /s
Tramo 64	Jr. LA OROYA C-02 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	2778.2 m <sup>2</sup>	0.120 m <sup>3</sup> /s
Tramo 65	Jr. LA OROYA C-01 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1846.8 m <sup>2</sup>	0.080 m <sup>3</sup> /s
Tramo 66	Jr. LA OROYA C-06 MD	25 años	0.77	201.30 mm/hr	933.7 m <sup>2</sup>	0.040 m <sup>3</sup> /s
Tramo 67	Jr. LA UNION C-01 MD	25 años	0.77	172.09 mm/hr	3818.8 m <sup>2</sup>	0.141 m <sup>3</sup> /s
Tramo 68	Jr. LA UNION C-02 MD	25 años	0.77	174.55 mm/hr	6603.5 m <sup>2</sup>	0.247 m <sup>3</sup> /s
Tramo 69	Jr. LA UNION C-03 MD	25 años	0.77	169.85 mm/hr	8933.0 m <sup>2</sup>	0.325 m <sup>3</sup> /s
Tramo 72	Jr. LA UNION C-03 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	5690.0 m <sup>2</sup>	0.245 m <sup>3</sup> /s
Tramo 73	Jr. LA UNION C-02 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	4578.4 m <sup>2</sup>	0.197 m <sup>3</sup> /s
Tramo 74	Jr. LA UNION C-01 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	3174.1 m <sup>2</sup>	0.137 m <sup>3</sup> /s
Tramo 75	Jr. LA OROYA C-06 MI	25 años	0.77	201.30 mm/hr	1610.9 m <sup>2</sup>	0.069 m <sup>3</sup> /s

### Interpretación:

El caudal de Diseño es aquel caudal que se escoge, mediante diversas consideraciones, para el dimensionamiento de un determinado proyecto (o una parte de él). Para su determinación se aplicó el método racional que supone que la máxima variación del gasto correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, la cual es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el gasto máximo en llegar al punto de salida, en ese marco y habiéndose determinado las áreas aportantes de las subcuencas que varía desde los 305.00 m<sup>2</sup> hasta los 18,368.03 m<sup>2</sup> y calculado las intensidades y el tiempo de concentración total, para cada periodo de retorno establecido, se han calculado las máximas descargas que discurrirán por los cauces de los sistemas de drenaje estudiados.

**Tabla 6.** Resumen de las Propiedades Geométricas.

<b>PROPIEDADES GEOMETRICAS Y CARACTERISTICAS</b>						
<b>Tramo en estudio</b>		<b>CAUDA L Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Diseño</b>		<b>Comprobaciones</b>	
<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>		<b>Dimensiones</b>	<b>Concreto</b>	<b>Vmin</b>	<b>BL/Y</b>
Tramo 1	Jr. Los Angeles C-04 MI	0.143	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	72.10% (OK)
Tramo 2	Jr. Los Angeles C-03 AL C-01 MI	0.619	b =1.00m x H = 0.70m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	39.06% (OK)
Tramo 4	Jr. Los Angeles C-04 MD	0.039	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	123.93% (OK)
Tramo 5	Jr. Los Angeles C-03 MD	0.046	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	109.98% (OK)
Tramo 6	Jr. Los Angeles C-02 MD	0.041	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	120.02% (OK)
Tramo 7	Jr. Los Angeles C-01 MD	0.075	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	96.99% (OK)
Tramo 8	Jr. 02 de Agosto C-01 MI	0.074	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	98.36% (OK)
Tramo 9	Jr. 02 de Agosto C-02 MI	0.039	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	122.98% (OK)
Tramo 10	Jr. 02 de Agosto C-03 MI	0.047	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	108.16% (OK)
Tramo 11	Jr. 02 de Agosto C-04 MI	0.042	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	118.57% (OK)
Tramo 12	Jr. 02 de Agosto C-05 MI	0.064	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	86.44% (OK)
Tramo 13	Jr. 02 de Agosto C-05 MD	0.066	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	106.31% (OK)
Tramo 14	Jr. 02 de Agosto C-04 MD	0.041	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	120.73% (OK)
Tramo 15	Jr. 02 de Agosto C-03 MD	0.048	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	107.59% (OK)
Tramo 16	Jr. 02 de Agosto C-02 MD	0.039	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	124.44% (OK)
Tramo 17	Jr. 02 de Agosto C-01 MD	0.068	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	104.71% (OK)
Tramo 18	Jr. INCA PACHACUTEC C-01 MI	0.090	b =0.50m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	84.46% (OK)
Tramo 19	Jr. INCA PACHACUTEC C-02 MI	0.032	b =0.35m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	169.54% (OK)
Tramo 20	Jr. INCA PACHACUTEC C-03 MI	0.044	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	113.98% (OK)
Tramo 21	Jr. INCA PACHACUTEC C-04 MI	0.042	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	118.30% (OK)

Tramo 22	Jr. INCA PACHACUTEC C-05 MI	0.063	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	110.06% (OK)
Tramo 23	Jr. INCA PACHACUTEC C-05 MD	0.061	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	113.43% (OK)
Tramo 24	Jr. INCA PACHACUTEC C-04 MD	0.039	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	122.98% (OK)
Tramo 25	Jr. INCA PACHACUTEC C-03 MD	0.043	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	115.82% (OK)
Tramo 26	Jr. INCA PACHACUTEC C-02 MD	0.032	b =0.35m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	167.46% (OK)
Tramo 27	Jr. INCA PACHACUTEC C-01 MD	0.075	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	97.13% (OK)
Tramo 28	Jr. LA MOLINA C-02 MI	0.038	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	126.57% (OK)
Tramo 29	Jr. LA MOLINA C-03 MI	0.046	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	111.37% (OK)
Tramo 30	Jr. LA MOLINA C-04 MI	0.038	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	127.12% (OK)
Tramo 31	Jr. LA MOLINA C-05 MI	0.066	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	107.46% (OK)
Tramo 32	Jr. LA MOLINA C-05 MD	0.058	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	117.68% (OK)
Tramo 33	Jr. LA MOLINA C-04 MD	0.034	b =0.35m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	163.27% (OK)
Tramo 34	Jr. LA MOLINA C-03 MD	0.041	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	120.29% (OK)
Tramo 35	Jr. LA MOLINA C-02 MD	0.033	b =0.35m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	165.23% (OK)
Tramo 36	Jr. CHOCLINO C-01 MI	0.042	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	117.11% (OK)
Tramo 37	Jr. CHOCLINO C-02 MI	0.036	b =0.35m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	157.77% (OK)
Tramo 38	Jr. CHOCLINO C-02 MD	0.052	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	100.53% (OK)
Tramo 39	Jr. CHOCLINO C-01 MD	0.065	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	107.78% (OK)
Tramo 40	Jr. FCO. IZQUIERDO C-01 MD	0.043	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	116.04% (OK)
Tramo 41	Jr. FCO. IZQUIERDO C-02 MD	0.075	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	97.20% (OK)
Tramo 42	Jr. FCO. IZQUIERDO C-03 MD	0.118	b =0.55m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	84.72% (OK)
Tramo 43	Jr. FCO. IZQUIERDO C-03 MI	0.172	b =0.65m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	76.70% (OK)
Tramo 44	Jr. FCO. IZQUIERDO C-02 MI	0.102	b =0.55m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	95.47% (OK)
Tramo 45	Jr. FCO. IZQUIERDO C-01 MI	0.041	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	119.19% (OK)
Tramo 46	Jr. CESAR VALLEJO C-01 MD	0.039	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	123.30% (OK)
Tramo 47	Jr. CESAR VALLEJO C-02 MD	0.070	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	102.06% (OK)
Tramo 48	Jr. CESAR VALLEJO C-03 MD	0.108	b =0.55m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	90.89% (OK)
Tramo 49	Jr. CESAR VALLEJO C-04 MD	0.157	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	66.29% (OK)
Tramo 50	Jr. CESAR VALLEJO C-05 MD	0.218	b =0.70m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	61.60% (OK)
Tramo 51	Jr. CESAR VALLEJO C-05 MI	0.584	b =1.00m x H = 0.70m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	42.09% (OK)
Tramo 52	Jr. CESAR VALLEJO C-04 MI	0.454	b =0.90m x H = 0.65m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	44.98% (OK)
Tramo 53	Jr. CESAR VALLEJO C-03 MI	0.306	b =0.80m x H = 0.60m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	55.29% (OK)
Tramo 54	Jr. CESAR VALLEJO C-02 MI	0.210	b =0.70m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	63.93% (OK)
Tramo 55	Jr. CESAR VALLEJO C-01 MI	0.076	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	95.78% (OK)
Tramo 56	Jr. LA OROYA C-01 MD	0.048	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	107.33% (OK)
Tramo 57	Jr. LA OROYA C-02 MD	0.094	b =0.50m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	81.29% (OK)
Tramo 58	Jr. LA OROYA C-03 MD	0.137	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	74.65% (OK)
Tramo 59	Jr. LA OROYA C-04 MD	0.182	b =0.65m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	72.86% (OK)
Tramo 62	Jr. LA OROYA C-04 MI	0.197	b =0.65m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	67.67% (OK)
Tramo 63	Jr. LA OROYA C-03 MI	0.158	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	65.63% (OK)
Tramo 64	Jr. LA OROYA C-02 MI	0.120	b =0.55m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	83.94% (OK)
Tramo 65	Jr. LA OROYA C-01 MI	0.080	b =0.50m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	92.94% (OK)
Tramo 66	Jr. LA OROYA C-06 MD	0.040	b =0.40m x H = 0.40m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	121.49% (OK)
Tramo 67	Jr. LA UNION C-01 MD	0.141	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	73.14% (OK)
Tramo 68	Jr. LA UNION C-02 MD	0.247	b =0.70m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	54.27% (OK)
Tramo 69	Jr. LA UNION C-03 MD	0.325	b =0.80m x H = 0.60m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	51.81% (OK)

Tramo 72	Jr. LA UNION C-03 MI	0.245	b =0.70m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	54.64% (OK)
Tramo 73	Jr. LA UNION C-02 MI	0.197	b =0.70m x H = 0.55m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	67.77% (OK)
Tramo 74	Jr. LA UNION C-01 MI	0.137	b =0.60m x H = 0.50m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	74.98% (OK)
Tramo 75	Jr. LA OROYA C-06 MI	0.069	b =0.45m x H = 0.45m	175kg/cm <sup>2</sup>	Correcto	103.09% (OK)

### **Interpretación:**

Las propiedades geométricas de la estructura hidráulica proyectada corresponden a las secciones hidráulicas más adecuadas, permitiendo el libre paso de flujos líquidos y sólidos (materiales arrastrados y escombros si es necesario) y el final es transportado por corrientes naturales y artificiales, con la finalidad de conducirlos adecuadamente, el diseño de las dimensiones de dichas estructuras varían desde 0.35x0.40 m para cunetas abiertas y 1.00x0.70 m para alcantarillas con un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental

**Tabla 7. Evaluación del Impacto ambiental del proyecto.**

"PROYECTO DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AA.VV. PACHACÚTEC DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, SAN MARTÍN 2016"												
ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	VALOR	C	P	I	O	E	D	R	TOTAL	NIVEL DE IMPACTO
PLANIFICACION	Elaboración de estudios	Empleo	+3/2	+	1	2	1	1	1	1	7	Positivo bajo
	Gestión de permisos	Empleo	+4/2	+	1	2	1	1	1	1	7	Positivo bajo
CONSTRUCCION	Contratación del personal	Empleo	+9/5	+	2	3	2	1	2	1	11	Positivo mediano
	Movilización de maquinaria	Calidad (gases, partícula y ruido)	-6/5	-	2	3	2	1	2	1	-11	Negativo moderado
	Trabajos preliminares (limpieza del terreno)	Residencial	-6/5	-	2	3	2	1	2	1	-11	Negativo moderado
	Movimiento de tierra (excavaciones y cortes)	Salud y seguridad	-6/6	-	3	3	3	1	3	1	-14	Negativo moderado
	Relleno	Salud y seguridad	-5/5	-	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo moderado
	Excavaciones para cimientos	Red de transporte	-5/3	-	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo moderado
	Mejoramiento del terreno natural (afirmado e=0.20 m)	Calidad (gases, partícula y ruido)	-6/4	-	2	3	2	1	2	1	-11	Negativo moderado
	Obras de concreto simple (solado y veredas)	Salud y seguridad	-4/3	-	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo moderado
	Concreto en alcantarillas, cunetas y muro de contención	Calidad (gases, partícula y ruido)	-6/2	-	1	3	1	1	1	1	-8	Negativo compatible
	Acero en alcantarillas, cunetas y muros de contención	Suelos	-4/3	-	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo moderado
	Encofrado y desencofrado de alcantarillas, cunetas y muro de contención	Suelos	-5/4	-	2	2	2	1	2	1	-10	Negativo moderado
	Limpieza del área de trabajo	Red de transporte	+6/3	+	2	3	2	1	2	1	11	Positivo mediano
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operatividad del drenaje pluvial	Red de transporte	+9/8	+	3	3	3	1	3	3	16	Positivo alto
	Descolmatado de alcantarillas y cunetas	Estructuras	+8/8	+	3	3	3	1	3	2	15	Positivo mediano
	Mantenimiento de muros de contención	Estructuras	+8/6	+	3	3	3	1	3	2	15	Positivo mediano

### Interpretación:

De conformidad a la presente tabla se observa que se realizó el estudio de impacto ambiental determinando que las estructuras a proyectarse producirán un nivel de impacto negativo moderado en la zona del proyecto por lo que la implementación de un plan de manejo ambiental permitirá la reducción de dichos impactos sobre la biodiversidad y ecosistemas existentes, por otro lado, la etapa de operación y mantenimiento se generaran impactos positivos.

## Resultados del Presupuesto y Cronogramas

**Tabla 8.** Resumen del Presupuesto de Obra.

Presupuesto base			
001	OBRAS PROVISIONALES, SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA	160,628.13	
002	CUNETAS	1,546,644.57	
003	ALCANTARILLAS	2,688,248.40	
004	ESTRUCTURAS DE DESCARGA	39,803.05	
005	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	94,465.04	
006	VARIOS	18,024.55	
	(CD)	S/.	4,547,813.74
	COSTO DIRECTO		4,547,813.74
	GASTOS GENERALES (10.000467% CD)		454,802.60
	UTILIDAD (5.00% CD)		227,390.69
	SUB TOTAL		5,230,007.03
	I.G.V (18% S_T)		941,401.27
	COSTO DE OBRA (CO)		6,171,408.30
	SUPERVISION (5.00% CO)		308,570.42
	PRESUPUESTO TOTAL		6,479,978.72

### Interpretación:

El total del presupuesto del diseño del sistema de drenaje pluvial en la asociación de vivienda Pachacutec asciende a la suma de S/ 6,479,978.72, teniendo como costo directo (C.D) S/ 4,547,813.74, gastos

generales de S/ 454,802.60 y una utilidad de S/ 227,390.69, haciendo un sub total de S/ 5,230,007.03 a lo cual la aplicación del impuesto general a las ventas (I.G.V) adiciona la suma S/ 941,401.27 por lo que el costo de obra (C.O) asciende al monto de S/ 6,171,408.30, la ejecución del presente proyecto permitirá la accesibilidad vehicular y peatonal en la zona de investigación, lo cual tendrá un impacto socio-económico positivo.

## V. DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación se dio inicio con los trabajos de topografía, la cual nos brindó información básica y necesaria, tanto en planimetría como en altimetría, que permitió determinar las curvas de nivel y perfil longitudinal del lugar del proyecto. Trámite ejecutado con un equipo de estación total, permitió definir las áreas tributarias, obtener las cotas de inicio y fin de los planos en planta y perfil, donde se proyectó la construcción obras de drenaje pluvial.

El estudio de mecánica de suelos se efectuó mediante la exploración de pozo a cielo abierto de dimensiones 1.60 metros de largo, 1.00 metro de ancho y 1.50 metros de profundidad de las cuales se realizó el logueo correspondiente y transporte de las muestras hacia el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo, determinando según clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS): CL y GP-G, además la capacidad portante del terreno promedio de 0.87 kg/cm<sup>2</sup>.

A continuación, se realizaron estudios hidrológicos e hidráulicos de acuerdo a lo establecido en la norma OS 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones y se estableció un flujo de diseño para su aplicación en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas como canaletas y alcantarillados, a fin de garantizar la durabilidad y seguridad del sistema de drenaje pluvial.

Para el informe de Impacto ambiental se realizó la evaluación del impacto ambiental mediante los niveles de impacto de cada una de las actividades a ejecutarse durante las etapas de planificación, construcción, operación y mantenimiento, donde se obtuvo impactos negativos y positivos para la zona de estudio.

Para el cálculo del presupuesto total se procesaron en el software S10, las cantidades obtenidas de los metrados frente al análisis de costos unitarios de cada una de las partidas a ejecutarse, obteniendo un presupuesto total del proyecto de S/ 6,171,408.30, costo directo S/ 4,547,813.74, gastos

generales S/ 454,802.60 y una utilidad de  
que equivale al 5 % del costo directo.

S/ 227,390.69,

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 El relieve de la Asociación de Viviendas Pachacutec, presenta una topografía ligeramente inclinada en la parte alta abarca los siguientes jirones: Jr. Los Ángeles, Jr. 02 de Agosto, Jr. Inca Pachacutec, las pendientes pronunciadas lo encontramos en los siguientes jirones: Jr. Francisco Izquierdo, Jr. Cesar Vallejo, Jr. La Oroya, cuyas pendientes son mayores a 25% en las partes bajas.
- 6.2 Se realizó ocho (08) calicatas, distribuidas convenientemente en el área de estudio, cumpliendo así con el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS-0.60 Art 5.3, de las cuales el primer estrato se encontró un material orgánico suelo de color gris, suelo húmedo de baja compactad, en el segundo estrato se encontró arcilla inorgánica de mediana plasticidad de color amarillento, suelo húmedo medianamente compacto de consistencia media.
- 6.3 Se realizó el cálculo de la capacidad portante tomando como profundidad de desplante  $D_f = 1.50$  m, obteniendo los siguientes resultados: C-1 = 0.82 Kg/cm<sup>2</sup>, C-2 = 0.91 Kg/cm<sup>2</sup>, C-3 = 0.83 Kg/cm<sup>2</sup>, C-4 = 0.84 Kg/cm<sup>2</sup>, C-5 = 0.86 Kg/cm<sup>2</sup>, C-6 = 0.82 Kg/cm<sup>2</sup>, C-7 = 1.07 Kg/cm<sup>2</sup>, C-8 = 0.83 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 6.4 La Microcuenca del Choclino tiene una forma Oval Oblonga a Rectangular Oblonga, cuya tendencia a crecidas es bajo, tiene una elevación media de 504.51 m.s.n.m y una pendiente media de 18.02%.
- 6.5 Del análisis estadístico del registro pluviométrico de las precipitaciones máximas en 24 horas (mm) se determinó por el método grafico que la distribución que más se ajusta a la muestra es la Distribución Gumbell.
- 6.6 El Sistema de Drenaje Pluvial significa un cambio importante en la calidad de vida de los pobladores de la Asociación de Viviendas Pachacutec, ya que se eliminarán los focos de contaminación por estancamiento de agua,

así como también el mejoramiento de la transitabilidad y el acceso a las viviendas.

- 6.7 El sistema de Drenaje Pluvial propone cinco (05) colectores principales, proyectados en concordancia con la topografía, quienes entregan el caudal de salida a las aguas de la quebrada Choclino, los cuales se mencionan a continuación: Colector Jr. Los Angeles, Colector Jr. Cesar Vallejo, Colector Jr. Fco. Izquierdo, Colector Jr. La Oroya, Colector Jr. La Unión.
- 6.8 De las Actividades a realizarse propias de la construcción el aire y el suelo sufrirán impactos adversos significativos. A este último se le identifica (en algunos casos) un impacto negativo moderado, más por el valor ambiental que por el daño que puede sufrir durante las actividades de construcción.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Las condiciones topográficas y las estructuras plasmadas en los planos finales de la presente investigación están referenciadas a la fecha de su presentación, los cuales pueden variar en el tiempo debido a diversos factores por lo que se recomienda realizar un replanteo antes de realizar cualquier actividad o estudio a fin al proyecto de investigación.
- 7.2 Para la cimentación de las estructuras (alcantarillado), se realizará la excavación hasta el nivel correspondiente y luego una compactación, empleando pisón manual en toda la superficie del fondo excavado, se colocará una capa de 0.15 m de material granular debidamente compactado a fin de mejorar las condiciones de cimentación, así como también servirá como capa anticontaminante, sobre ello construir un solado de concreto simple de 2"  $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ .
- 7.3 Para la construcción de las obras de concreto, se recomienda utilizar Cemento Portland Tipo I, debido a que los agentes químicos presentes en la zona de investigación están dentro de los parámetros alteración aceptable.
- 7.4 La intensidad de diseño para los colectores principales debe calcularse para un periodo de retorno de  $TR = 25$  años y una duración  $t = 1$  hr, el mismo procedimiento para los colectores secundarios con un periodo de retorno de  $TR = 10$  años.
- 7.5 Se recomienda garantizar siempre velocidades mínimas en cada tramo del sistema con la finalidad de tener mínimo mantenimiento.
- 7.6 Se recomienda dotar de equipos de seguridad a los trabajadores de acuerdo con la normativa vigente y aplicar prácticas laborales seguras en todas las actividades realizadas.
- 7.7 Se recomienda dotar de equipos de seguridad a los trabajadores de acuerdo con la normativa vigente y aplicar prácticas laborales seguras en todas las actividades realizadas.

7.8 Para que el sistema de drenaje pluvial mejore la Transitabilidad del área en investigación debes considerarse dos aspectos muy importantes, primero realizar un tratamiento a las calles del sector y segundo no dejar de lado el mantenimiento rutinario de las mismas.

## REFERENCIAS

CHEREQUE M., Wendor. 1989. *Hidrología: para estudiantes de ingeniería civil*. Lima : s.n., 1989.

CONSTRUCCIÓN, VIVIENDA Y SANEAMIENTO, Ministerio. 2008. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima : s.n., 2008.

GERENCIA, INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y. 2011. *Reglamento Nacional de Edificaciones: Obras de Saneamiento Instalaciones Sanitarias*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2011.

LINSLEY, ray; KOHLER, Max; PAULUS, Joseph;. 1977. *Hidrología para ingenieros*. Bogotá : Mc-Graw-Hill Latinoamericana, S.A, 1977. ISBN 0-07-090914-8.

PEREZ, Rafael . 2015. *Diseño y Construcción de Alcantarillas sanitarias,pluvial y drenaje en carreteras*. Lima : Empresa Editora Macro EIRL, 2015. ISBN 978-612-304-264-6.

TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Ministerio. 2008. *Manual de Hidrología , Hidráulica y Drenaje*. 2008.

TRUEBA C., Samuel. 1984. *Hidráulica*. México : CIA Editorial Continental , 1984.

VEN TE, Chow; MAIDMENT, David; MAYS, Larry. 1994. *Hidrología Aplicada*. Santa Fe de Bogotá : McGraw-Hill Interamericana, S.A, 1994. ISBN 958-600-171-1.

*BARRIOS, Enrique y OJEDA, Jesús. "Diseño del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Íllimo, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque según norma OS 060". (2016). Tesis para optar el grado de Ingeniero civil- Universidad Pedro Ruiz Gallo.*

*<https://www.clubensayos.com/Ciencia/DISE%C3%91O-DEL-SISTEMA-DEDRENAJE-PLUVIAL-DE-LA/3086259.html>*

*BECERRA Kevin y CALIXTO Antony. Adobe reforzado con bagazo de caña de azúcar. Revista científica. [En línea].2017. [Fecha de consulta: 14 de abril del 2019]. Disponible en:<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a06.pdf>[https://issuu.com/mardenh/docs/revista\\_aneic\\_\\_sexta\\_edicion](https://issuu.com/mardenh/docs/revista_aneic__sexta_edicion)*

BUSTAMANTE, Sofía. (2017). *Diseño de pavimento con sistema de drenaje urbano para el asentamiento humano la Galaxia. Distrito Miraflores. Provincia y Departamento de Arequipa*. Tesis para optar el grado de Ingeniero civil- Universidad Católica de Santa María. Pavement design with urban drainage system for the human settlement of La Galaxia, Miraflores District. Province and Department of Arequipa.

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/6702>

BERRIOS, Samuel y CERVANTES, Blanca. En su trabajo de investigación Titulado: *Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018-2038)*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Managua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015.

BONILLA, Gustavo. En su trabajo de investigación titulado: *Revisión del sistema de alcantarillado de la zona deportiva dentro de ciudad universitaria, utilizando el software epa swmm*. (Tesis de Pregrado). Universidad nacional autónoma de México, México. 2012.

CAMARGO-RAMÍREZ, Edgar y LOZADA-CHAMORRO, Jonathan. Diseño de sistema urbano de drenaje sostenible en Bogotá, calle 127 con Autopista Norte. [en línea] 2018 [Fecha consulta: 8 de diciembre 2023].

<http://hdl.handle.net/10983/16424>

CASTILLO GARCIA, Carlos Lázaro; DIAZ PEREZ, Tomás; ALVAREZ GIL, Lamberto y ALVAREZ GONZALES, Michael. Estrategias para el diseño de sistemas de drenaje urbano en la ciudad de Santa Clara. *Ing. Hidrául ambient*. [online]. 2022, vol.43, n.2 [citado 2023-11-23], pp.44-57. Disponible en:

<[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-)

<https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/issue/view/52>.

CABRERA, Erick, Diseño del Sistema de Alcantarillado de Aguas de Lluvia, y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Para el Área Urbana del Municipio de San Matias, La Libertad, 2011.

CÁMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN. Reglamento Nacional de Construcciones. (1era Ed). Perú, 1997. 16pp.46

CAMARGO Nelson e HIGUERA Carlos. Concrete *hydraulic modified with silica Obtained of rice husk*. Artículo científico. [En línea]. 2017: 27(1). [Fecha de consulta: 14 de abril del 2019]. Disponible en:<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n1/v27n1a06.pdf> ISSN: 91-109.

CÁRDENAS, Roger. Diseño de un Sistema de Drenaje Pluvial Óptimo y Funcional para el Sector «La Rotaria» de la Parroquia Raúl Leoni de Maracaibo EDO - Zulia. Maracaibo (Tesis de doctorado). Universidad Rafael Urdaneta.2006.

CHÁVEZ, Fernando. Simulación y Optimización de un Sistema de Alcantarillado Urbano. (Tesis de doctorado) Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú, 2006.

CHAVEZ - IGLESIAS. Alan. (2010) En su trabajo de investigación titulado: "Diseño de drenaje pluvial de la localidad de Pilluana, provincia de Picota, Región San Martín". (Tesis de pregrado). Universidad nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, 2010. "Design of pluvial drainage in the town of Pilluana, province of Picota, San Martin Región San Martin." <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/301>

CHEREQUE, Wendor. Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil (2da Ed.). Perú: Editorial. Concytec, 1991.340p.

CHOW, Ven T. Hidrología Aplicada. (3era. ed). Colombia Editorial Mc Graw Hill, 1993. 160p.

CORTES, Héctor. Reglamento de Drenajes. (1a ed). México: Editorial Mundo Nuevo, 2011.170 pp.

CERQUIN, Roger. En su trabajo de investigación titulado: “*Evaluación de la red de alcantarillado sanitario del jirón La Cantuta en la Ciudad de Cajamarca*. 2013”.

NORIEGA, José. *Diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial urbano de la ciudad de Calzada*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú, 2002.

PALACIOS, Álvaro. *Acueductos, cloacas y drenajes*. (1a ed.). Caracas: Publicaciones UCAB, 2004. 251 pp.

QUISPE, Piter. *Diseño de alcantarillado de cajón rectangular; comparación analítica, empírica y modelación numérica*. (Tesis pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú, 2008.

TAMAYO, Mario. *El proceso de la investigación científica* (4a ed.). México: Limusa, 2003, 183pp.

VILLÓN, Máximo. *Hidrología*. (2a ed.). Perú: Editorial Villón, 2002. 434 pp.  
YBAÑEZ, Eric. *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa* (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú, 2014

CHOW, Ven. *Hidrología Aplicada*. (3a. ed.), Bogotá: Editorial Mc Graw Hill, 1993.160pp.

CORTES, Hector. *Reglamento de Drenajes* (1a ed.) México: Editorial Mundo Nuevo, 2011.170 pp.

FLORES, David. *Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño del sistema de drenaje pluvial de la localidad de Rumisapa, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas- Región San Martín* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú, 2013.

GALVEZ, Hugo. *Planificación y diseño de los sistemas de drenaje sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasaco, Jutiapa*. (Tesis pregrado). Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala, 2004.

GARCÍA, Elmer. *Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte*. (1a ed.) Perú: Derechos Reservados, 1987. 145pp.

<b>TITULO:</b>	<b>"DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AA.VV PACHACUTEC DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, 2022"</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>		
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>Variable: Drenaje Pluvial</b>		
¿Sera posible el Diseño del Drenaje Pluvial para mejorar la Transitabilidad en la AA.VV Pachacutec del Distrito de la Banda de Shilcayo, 2022?	<b>Diseñar el Sistema de Drenaje Pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV. Pachacutec</b>  <b>Objetivos Específicos:</b> 1.- Estimar los caudales de diseño para el dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial. 2.- Elaborar el planteamiento hidráulico del Sistema. 3.- Efectuar el levantamiento Topográfico. 4- Realizar el estudio de mecánica de suelos. 5.- Elaborar el estudio de impacto ambiental. 6.- Elaborar el análisis de costos, presupuesto, cronograma y programación de obra	Es posible mejorar la transitabilidad de las vías en la AA.VV Pachacutec mediante la aplicación del diseño de Drenaje Pluvial.	<b>Operacionalización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Numero de Ítems</b>
			Es la correcta evacuación de las aguas pluviales, con la finalidad de evitar problemas en las vías y los predios en la AA.VV Pachacutec.	Drenaje Pluvial	-
			Es la mejora de la transitabilidad de vehículos y peatones.	Transitabilidad	-

MÉTODO Y DISEÑO	POBLACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de Estudio:</b> Descriptivo-Explicativo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Correlacional</p> <p><b>M= V1 x V2:</b> M: Corresponde al grupo muestral o grupo de Experimento V1= Es la variable 1 V2= Es la variable 2 X= Relación de las variables de estudio</p> <p><b>Método de Estudio:</b> Cuantitativo</p>	<p><b>Población:</b> La Población estará conformada por los predios de la AA.VV Pachacutec N= 242 lotes</p> <p><b>Muestra:</b> Se determinará aplicando el Método Probabilístico M= 88 lotes</p>	<p>Las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación son los siguientes:</p> <p><b>Técnica:</b> Encuesta</p> <p><b>Instrumento:</b> Cuestionario</p>	<p>El método de la presente tesis de investigación es:</p> <p><b>Forma de Tratamiento de los Datos:</b> La información recogida se procesará con procesador Windows 2010 - Tablas de Excel y coeficiente x2 chi cuadrado.</p> <p><b>Forma de Análisis de la Información:</b> A través de gráfico de barras y descripción de los resultados de la aplicación del coeficiente de correlación chi cuadrado.</p>

**Fuente:** Elaboración propia.

Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Drenaje Pluvial	El sistema de drenaje pluvial es un conjunto de acciones destinadas a evitar en lo posible, que las aguas de origen pluvial causen daños a las personas o a las propiedades en las ciudades	Es la correcta evacuación de las aguas pluviales, con la finalidad de evitar problemas en las vías y los predios del AA.HH "Pachacutec"	Drenaje Pluvial	Nominal (Dicotómica)
			Levantamiento Topográfico	
			Escorrentía	
			Estudio de Mecánica de Suelos	
			Análisis de Costos y Presupuestos	
Transitabilidad	Situación de "Disponibilidad de uso" del camino específico está disponible para su uso; es decir, que no ha sido cerrado al tránsito público por causas de "emergencias viales" que lo hubieran cortado en algún o en algunos lugares del recorrido	Es la mejora de la transitabilidad de vehículos y peatones.	Mantenimiento Rutinario de Vías	Nominal (Dicotómica)
			Seguridad	
			Plataforma vial	
			Conservación vial	
			Erosión	

Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO ESTRUCTURAL ALCANTARILLA MARCO C°A° 1.0 x 1.0 m.

OBRA	:	
LUGAR	:	
		FECHA:

### 1.- GENERALIDADES:

Se proyectará una alcantarilla marco de concreto armado, en el sentido transversal del eje de la vía obtenida según las condiciones topográficas del terreno.

Se análisis estructural se realizará con cargas permanentes, sobrecarga vehicular y empujes del terreno. El diseño en concreto armado se hará a la rotura y se verificará por servicio, teniendo en consideración la normatividad ACI.

### 2.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ALCANTARILLA:

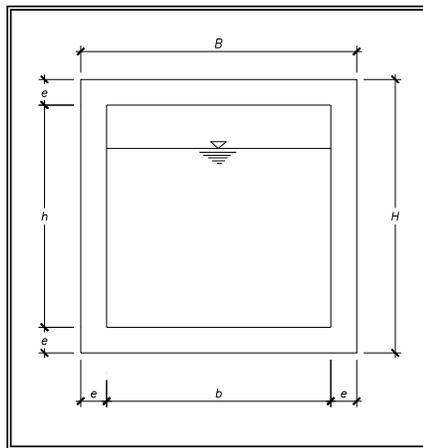
Habiéndose obtenido el perfil transversal del lecho de las quebradas y del terraplén de la sección, se determinó la longitud de la alcantarilla.

Luego del análisis hidráulico se determinó las características geométricas de la sección con el Programa de cálculo H Canales del Ing° Máximo Villón Bejar, como se detalla a continuación:

#### 2.1.- GEOMETRÍAS:

Ancho interno	:	1.00 b ? m.
Altura interna	:	1.00 h ? m.
Espesor de muros y losas	:	0.20 e ? m.
Ancho de la alcantarilla	:	1.40 B ? m.
Altura de la alcantarilla	:	1.40 H ? m.
Longitud de alcantarilla	:	45.00 L ? m.
Tirante normal de agua	:	0.60 ? m.

#### SECCIÓN ASUMIDA



#### 2.3.- MATERIALES:

##### Concreto armado:

Resistencia a la compresión ( $f'c$ )	:	210 ? Kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo permisible en compresión ( $F'c$ )	:	94.50 Kg/cm <sup>2</sup>
$F'c = 0.45 * f'c$		

Módulo de elasticidad del concreto	:	217,371.00 Kg/cm <sup>2</sup>
$Ec = 15,000 * (f'c)^{1/2}$		

##### Acero con Esfuerzo:

Resistencia a la fluencia ( $fy$ )	:	4200 ? Kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo admisible en tracción	:	1680 Kg/cm <sup>2</sup>
$Fs = 0.40 * fy$		

Módulo de elasticidad del acero	:	2100000 ? Kg/cm <sup>2</sup>
---------------------------------	---	------------------------------

##### Peso Específico de Materiales:

Concreto armado	:	2.40 ? Tn/m <sup>3</sup>
-----------------	---	--------------------------

## 2.4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Altura de relleno	:	0.00 ht ? m.
Peso específico mat. Relleno	:	1.90 Pe ? T/m <sup>3</sup> .
Angulo de fricción (Ø)	:	30.00 Ø ?

## 3.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO:

### 3.1.- METRADOS DE CARGAS

#### Losa superior:

p.p. Losa superior	=	0.48 Tn/ml
p.p = 2.4 * 0.2 * 1.00	=	
p.p. Terraplén	=	0.00 Tn/ml
p.p. = 1.9 * 0 * 1.00	=	

<b>D</b>	=	<b>0.48 Tn/ml</b>
----------	---	-------------------

Sobrecarga Vehicular

<b>L</b>	=	<b>8.00 Tn</b>
----------	---	----------------

#### Losa inferior:

p.p. Estructura	=	2.30 Tn
p.p = (2*1.4*0.2 + 2*1*0.2)*2.4	=	
Carga viva (Sobrecarga)	=	8.00 Tn
p.p. Agua (tirante normal)	=	0.72 Tn
p.p = 0.6 * 1.00 * 1000 * 1.2	=	

P	=	11.02 Tn
---	---	----------

#### Reacción del Terreno:

Rt = 11.02 / (1.4 - 0.2)	=	9.18 Tn/ml
--------------------------	---	------------

<b>E1</b>	=	<b>9.18 Tn/ml</b>
-----------	---	-------------------

#### Sobre los muros laterales:

Ka = tan <sup>2</sup> 30°	=	0.334 kg/ml
---------------------------	---	-------------

E2 = 0.334 * 1.9 * (0 + (1 + 0.2))	=	
------------------------------------	---	--

<b>E2</b>	=	<b>0.76 Tn/ml</b>
-----------	---	-------------------

E3 = 0.334 * 1.9 * 0	=	
----------------------	---	--

<b>E3</b>	=	<b>0 Tn/ml</b>
-----------	---	----------------

#### Resumen de cargas actuantes:

##### Cargas Permanentes:

Carga Superior D	=	0.48 Tn/ml
------------------	---	------------

##### Empujes de terreno:

Carga Inferior E1	=	9.18 Tn/ml
Carga lateral E2	=	0.76 Tn/ml
Carga lateral E3	=	0.00 Tn/ml

##### Sobrecargas:

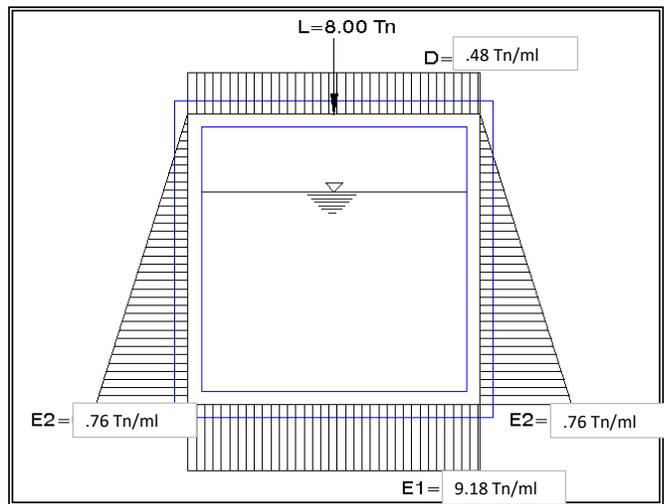
Sobrecarga Vehic	=	8.00 Tn/ml
------------------	---	------------

##### Combinación de carga para el diseño :

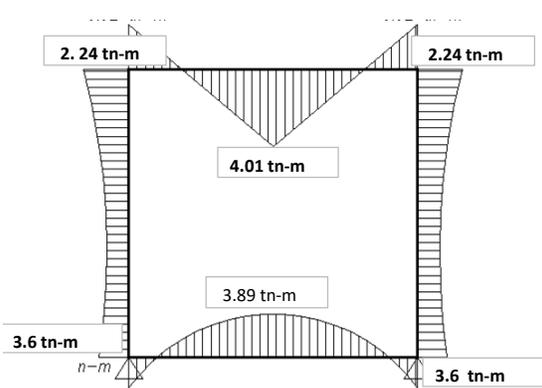
Rotu	$U=1.2D+1.6E+1.6L$
------	--------------------

Servicio:	$S=D+E+L$
-----------	-----------

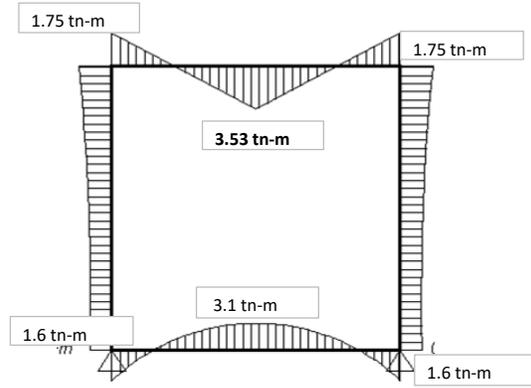
**Diagrama de Cargas Actuantes:**



**Diagrama de Momento Flector:**

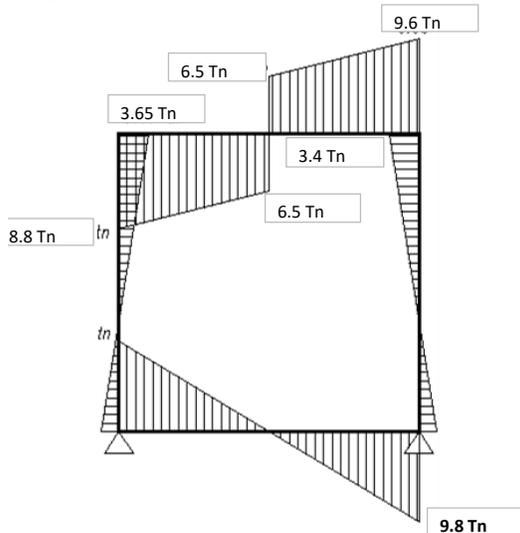


**D.M.F (ROTURA)**

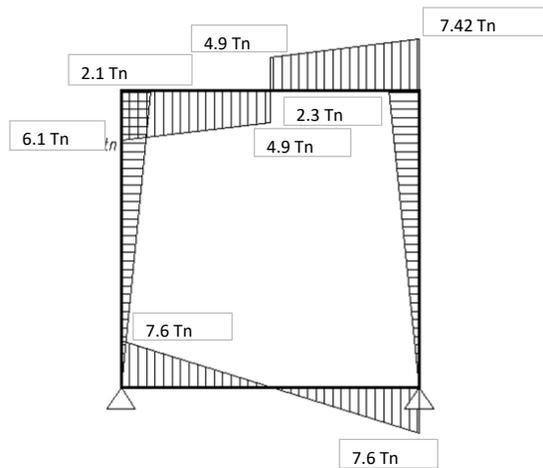


**D.M.F (SERVICIO)**

**Diagrama de Fuerza cortante:**



**D.F.C (ROTURA)**



**D.F.C (SERVICIO)**

### 3.2.- CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO

**Cálculo del peralte efectivo:**

Asumiendo un acero principal  $\emptyset 1/2" = 1.27$  cm.

$$d = H - dc$$

ree.	=	4.00 cm
$\emptyset$ asumido $\rightarrow$		4/8 "1/2"
dc = (ree. + $\emptyset$ asumido/2)		
<b>dc = 4+1.27 / 2 =</b>		<b>4.64 cm</b>

Entonces el peralte efectivo será:

<b>d = 20 - 4.635</b>	<b>=</b>	<b>15.37 cm</b>
-----------------------	----------	-----------------

**Verificación del peralte con el mayor momento:**

**Ms = 3.53 Ton-m**

**Cálculo de r:**

$$r = \frac{f_s}{f_c}$$

<b>r = 1680 / 94.5</b>	<b>=</b>	<b>17.780</b>
------------------------	----------	---------------

**Cálculo de n:**

$$n = \frac{2100000}{15000 \sqrt{f'c}}$$

<b>n = 2100000 / 217371</b>	<b>=</b>	<b>10.00</b>
-----------------------------	----------	--------------

**Cálculo de k:**

$$k = \frac{n}{(n+r)}$$

<b>k = 10 / (10 + 17.78)</b>	<b>=</b>	<b>0.360</b>
------------------------------	----------	--------------

**Cálculo de j:**

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

<b>j = 1 - (0.36 / 3)</b>	<b>=</b>	<b>0.8800</b>
---------------------------	----------	---------------

**Cálculo del peralte mínimo:**

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{2Mr * 100000}{f_c * k * j * b}}$$

<b>dmin = RAIZ(2*3.53 / 94.5 * 0.36 * 0.88 * 100)</b>	<b>=</b>	<b>15.36 cm</b>
---	----------	-----------------

**i      Espesor correcto dmin < d !**

### 3.3.- VERIFICACIÓN POR CORTANTE

**a.- Cortante admisible:**

$$V_{ud} = \frac{V_{ud}}{\phi}$$

Vud = 9.8 / 0.85

**Vr = 9.80 Ton**

<b>Vud = 11.53</b>	<b>Ton.</b>
--------------------	-------------

**b.- Cortante máximo:**

$$V_{m\acute{a}x} = 2.10 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Vmáx = 2.10 \* RAIZ(210) \* 100 \* 15.365

<b>Vmáx = 46.76</b>	<b>Ton.</b>
---------------------	-------------

c.- Esfuerzo admisible del concreto:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \text{RAIZ}(210) * 100 * 15.365$$

$V_c = 11.801 \text{ tn.}$
----------------------------

Vc > Vud

¡ No necesita estribos !

### 3.4.- CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA SUPERIOR

1.- Cálculo del área de acero en los nudos

$$M(-) = 2.24 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{Mnr}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = 0.511$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$A_s = 2.24 * 100000 / (4200 * 15.365 - 0.511 / 2)$	=	3.53 cm <sup>2</sup>
---	---	----------------------

$$a = 3.53 * 4200 / (0.85 * 210 * 100) = 0.831$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 15.365$$

As min	=	2.77 cm <sup>2</sup>
--------	---	----------------------

Tomamos el mayor	=	3.53 cm <sup>2</sup>
------------------	---	----------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 3/8$$

$$A_s / A_b = 3.53 / 0.71$$

N° de varillas	=	5
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 3.53	=	20.11 cm
-----------------------	---	----------

Usaremos:

3/8"	@	20.00 cm.
------	---	-----------

### CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

C<sub>t</sub> = Tiene en cuenta el flujo plástico

C <sub>t</sub>	=	1.00
----------------	---	------

E <sub>c</sub>	=	217370.65	kg/cm <sup>2</sup>
----------------	---	-----------	--------------------

E <sub>s</sub>	=	2100000.00	kg/cm <sup>2</sup>
----------------	---	------------	--------------------

$$E_{c_e} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{c_e}}$$

$$E_{c_e} = 108685.33$$

$$n = 19.32$$

Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

A <sub>s</sub>	=	3.55 cm <sup>2</sup>
----------------	---	----------------------

**Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:**

Ø acero →

3/8

$$As/Ab = 3.55 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 5$$

$$\delta = 0.00231$$

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)} \quad K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

**Cálculo de K:**

$$K = (0.0000053361 * 373.2624 + 2 (0.00231 * 19.32)^{0.5}) - 0.00231 * 19.32$$

$$K = 0.257$$

**Cálculo de Jd:**

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 15.365 (1 - 0.257 / 3)$$

$$Jd = 14.05$$

**Cálculo de fs:**

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 2.24 * 100000 / (3.55 * 14.05)$$

$$f_s = 4491 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero fs no será < 1680 Kg/cm2

**Cálculo de fc:**

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.257 / (19.32 * (1 - 0.257))$$

$$f_c = 30.08 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero fc no será > 94.50 Kg/cm2

**\*Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto : 0.45f<sub>c</sub> = 94.50 Kg/cm2  
Tracción en el acero : 0.40f<sub>y</sub> = 1680 Kg/cm2

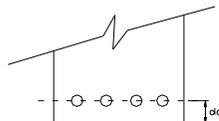
**\*Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$fscara = 1680 * (0.2 * 100 - 0.257 * 15.365) / (15.365 - 0.257 * 15.365)$$

$$fscara = 2362.08 \text{ Kg/cm}^2$$



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^\circ \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 4.635 * 100 / 5$$

A =	185.4 cm <sup>2</sup>
-----	-----------------------

$$w = 1.10 * 2362.08 * (4.635 * 185.4)^{1/3}$$

w =	23526.59
-----	----------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero :  $w < 30,000.00$

Entonces =	23526.59 ok!	¡CUMPLE!
------------	--------------	----------

Por lo tanto:

Usaremos:	3/8" @ 0.20 m.
-----------	----------------

## 2.- Cálculo del área de acero principal

M(+)	=	4.01	Ton-m
------	---	------	-------

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{Mnr}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

a =	1.454
b =	100 cm

$A_s = 4.01 * 100000 / (4200 * 15.365 - 1.454 / 2)$	=	6.52 cm <sup>2</sup>
---	---	----------------------

$a = 6.52 * 4200 / (0.85 * 210 * 100)$	=	1.534
--	---	-------

## Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 15.365$$

A <sub>s</sub> min	=	2.77 cm <sup>2</sup>
--------------------	---	----------------------

Tomamos el mayor	=	6.52 cm <sup>2</sup>
------------------	---	----------------------

## Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero → 4/8

$$A_s / A_b = 6.52 / 1.29$$

N° de varillas =	5
------------------	---

## Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 1.29 * 100 / 6.52	=	19.79 cm
-----------------------	---	----------

Usaremos:

1/2" @ 20.00 cm.
------------------

## CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

### Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

C<sub>t</sub> = Tiene en cuenta el flujo plástico

C <sub>t</sub>	=	1.00
----------------	---	------

E <sub>c</sub>	=	217370.65	kg/cm <sup>2</sup>
----------------	---	-----------	--------------------

E <sub>s</sub>	=	2100000.00	kg/cm <sup>2</sup>
----------------	---	------------	--------------------

$$E_{c_e} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{c_e}}$$

E <sub>ce</sub>	=	108685.33
-----------------	---	-----------

n	=	19.32
---	---	-------

**Cuántía de Acero con el nuevo espaciamiento:**

$$\delta = \frac{A_s}{b * d} \qquad A_s = \frac{A_b}{S}$$

<b>A<sub>s</sub> = 6.45 cm<sup>2</sup></b>
--

**Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:**

Ø acero → 4/8

$\frac{A_s}{A_b} = 6.45 / 1.29$ <b>N° de varillas = 5</b>
--

<b>δ = 0.0042</b>
-------------------

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)} \qquad K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

**Cálculo de K:**

$$K = (0.00001764 * 373.2624 + 2 (0.0042 * 19.32)^{0.5}) - 0.0042 * 19.32$$

<b>K = 0.33</b>
-----------------

**Cálculo de Jd:**

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 15.365 (1 - 0.33 / 3)$$

<b>Jd = 13.67</b>
-------------------

**Cálculo de fs:**

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 4.01 * 100000 / (6.45 * 13.67)$$

<b>fs = 4547.95 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---------------------------------------

Pero fs no será < 1680 Kg/cm<sup>2</sup>

**Cálculo de fc:**

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.33 / (19.32 * (1 - 0.33))$$

<b>fc = 42.83 Kg/cm<sup>2</sup></b>
-------------------------------------

Pero fc no será > 94.50 Kg/cm<sup>2</sup>

**\*Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto : 0.45f<sub>c</sub> = 94.50 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Tracción en el acero : 0.40f<sub>y</sub> = 1680 Kg/cm<sup>2</sup>

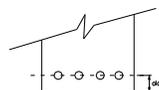
**\*Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$fscara = 1680 * (0.2 * 100 - 0.33 * 15.365) / (15.365 - 0.33 * 15.365)$$

<b>fscara = 2436.40 Kg/cm<sup>2</sup></b>
---



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^\circ \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 4.635 * 100 / 5$$

A =	185.40 cm2
-----	------------

$$w = 1.10 * 2436.4 * (4.635 * 185.4)^{1/3}$$

w =	25075.72
-----	----------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero :  $w < 30,000.00$

Entonces =	25075.72 ok!	¡CUMPLE!
------------	--------------	----------

Por lo tanto:

Usaremos:	1/2"	@	0.20 m.
-----------	------	---	---------

### 3.- Acero de Repartición en losa

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal  
L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 6.45 / 1.095$$

Ar	=	3.24	cm2
----	---	------	-----

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 20$$

As min	=	3.60	cm2
--------	---	------	-----

Tomamos el mayor	=	3.60	cm2
------------------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 3.6 / 0.71$$

N° de varillas	=	5
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 3.6	=	19.72	cm
----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	20.00	cm.
------	---	-------	-----

### 4.- Acero de Temperatura

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 20$$

As min	=	3.60	cm2
--------	---	------	-----

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

3/8

$$A_s / A_b = 3.6 / 0.71$$

N° de varillas	=	5
----------------	---	---

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

S = 0.71 * 100 / 3.6	=	19.72	cm
----------------------	---	-------	----

Usaremos:

3/8"	@	20.00	cm.
------	---	-------	-----

### 3.5.- CÁLCULO DEL ÁREA DE ACERO LOSA INFERIOR Y MUROS

#### 1.- Cálculo del área de acero en los muros

$$M(-) = 3.60 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{Mnr}{f_y * (d - \frac{a}{2})} \qquad a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = 0.511$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.6 * 100000 / (4200 * (15.365 - 0.511 / 2)) = 5.67 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.67 * / (0.85 * 210 * 100) = 1.334$$

#### Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 15.365$$

$$A_{s \text{ min}} = 2.77 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 5.67 \text{ cm}^2$$

#### Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 4/8$$

$$A_s / A_b = 5.67 / 1.29$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 4$$

#### Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$$S = 1.29 * 100 / 5.67 = 22.75 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$1/2" @ 20.00 \text{ cm.}$$

### CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO

#### Módulo de elasticidad del concreto:

$$\frac{E_c}{1 + C_t} \qquad E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$$

$C_t$  = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_t = 1.00$$

$$E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 108685.33$$

$$n = 19.32$$

#### Cuantía de Acero con el nuevo espaciamento:

$$\delta = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

$$A_s = 6.45 \text{ cm}^2$$

#### Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 3/8$$

$$A_s / A_b = 6.45 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 9$$

$$\delta = 0.0042$$

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

**Cálculo de K:**

$$K = (0.00001764 * 373.2624 + 2 (0.0042 * 19.32)^{0.5}) - 0.0042 * 19.32$$

<b>K = 0.33</b>
-----------------

**Cálculo de Jd:**

$$Jd = d \left(1 - \frac{K}{3}\right)$$

$$Jd = 15.365 (1 - 0.33 / 3)$$

<b>Jd = 13.67</b>
-------------------

**Cálculo de fs:**

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 3.6 * 100000 / (6.45 * 13.67)$$

<b>fs = 4082.95 Kg/cm2</b>
----------------------------

Pero fs no será < 1680 Kg/cm2

**Cálculo de fc:**

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.33 / (19.32 * (1 - 0.33))$$

<b>fc = 42.83 Kg/cm2</b>
--------------------------

Pero fc no será > 94.50 Kg/cm2

**\*Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto

: 0.45f'c = 94.50 Kg/cm2

Tracción en el acero

: 0.40f'y = 1680.00 Kg/cm2

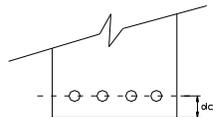
**\*Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.33 * 15.365) / (15.365 - 0.33 * 15.365)$$

<b>fscara = 2436.40 Kg/cm2</b>
--------------------------------



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^\circ \text{ de varillas}}$$

dc = centro de gravedad a la primera capa

$$A = 2 * 4.635 * 100 / 9$$

<b>A = 103 cm2</b>
--------------------

$$w = 1.10 * 2436.4 * (4.635 * 103)^{1/3}$$

$$w = 20333.01$$

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

$$\text{Pero : } w < 30,000.00$$

$$\text{Entonces} = 20333.01 \text{ ok! } \quad \text{¡CUMPLE!}$$

Por lo tanto:

$$\text{Usaremos: } \quad 1/2" \quad @ \quad 0.20 \text{ m.}$$

### Acero de Repartición en muros:

Cálculo del área de acero mínimo en muros:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0020 * 100 * 20$$

$$A_{s \text{ min}} = 4.00 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 3/8$$

$$\frac{A_s}{A_b} = 4 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 6$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$$S = 0.71 * 100 / 4 = 17.75 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$3/8" \quad @ \quad 20.00 \text{ cm.}$$

### 2.- Cálculo del área de acero principal

$$M(+) = 3.40 \text{ Ton-m}$$

Se calculará por diseño de rotura:

$$A_s = \frac{Mnr}{f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 0.652$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.4 * 100000 / (4200 * (15.365 - 0.652 / 2)) = 5.98 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.98 * 4200 / (0.85 * 210 * 100) = 1.407$$

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 15.365$$

$$A_{s \text{ min}} = 2.77 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tomamos el mayor} = 5.98 \text{ cm}^2$$

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

$$\emptyset \text{ acero} \rightarrow 4/8$$

$$\frac{A_s}{A_b} = 5.98 / 1.29$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 5$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

$$S = 1.29 * 100 / 5.98 = 21.57 \text{ cm}$$

Usaremos:

$$1/2" \quad @ \quad 20.00 \text{ cm.}$$

**CHEQUEO POR AGRIETAMIENTO**

**Módulo de elasticidad del concreto:**

$$\frac{E_c}{1 + C_t}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c}$$

$C_t$  = Tiene en cuenta el flujo plástico

$$C_t = 1.00$$

$$E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2100000.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{ce} = \frac{E_c}{2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_{ce}}$$

$$E_{ce} = 108685.33$$

$$n = 19.32$$

**Cuántía de Acero con el nuevo espaciamiento:**

$$\delta = \frac{A_s}{b * d}$$

$$A_s = \frac{A_b}{S}$$

$$A_s = 6.45 \text{ cm}^2$$

**Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:**

Ø acero →

3/8

$$\frac{A_s}{A_b} = 6.45 / 0.71$$

$$\text{N}^\circ \text{ de varillas} = 9$$

$$\delta = 0.0042$$

$$f_c = \frac{f_s k}{n(1-k)}$$

$$K = (\delta^2 n^2 + 2\delta n)^{1/2} - \delta n$$

**Cálculo de K:**

$$K = (0.00001764 * 373.2624 + 2 (0.0042 * 19.32)^{0.5}) - 0.0042 * 19.32$$

$$K = 0.33$$

**Cálculo de Jd:**

$$Jd = d(1 - \frac{K}{3})$$

$$Jd = 15.365 (1 - 0.33 / 3)$$

$$Jd = 13.67$$

**Cálculo de fs:**

$$f_s = \frac{M_s}{A_s * Jd}$$

$$f_s = 3.4 * 100000 / (6.45 * 13.67)$$

$$f_s = 3856.12 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero fs no será < 1680 Kg/cm2

**Cálculo de fc:**

$$f_c = \frac{f_s * K}{n(1-K)}$$

$$f_c = 1680 * 0.33 / (19.32 * (1 - 0.33))$$

$$f_c = 42.83 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero fc no será > 94.50 Kg/cm2

**\*Esfuerzos admisibles:**

Compresión en el concreto

: 0.45f'c =

94.50 Kg/cm2

Tracción en el acero

: 0.40f'y =

1680 Kg/cm2

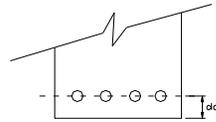
**\*Cálculo del ancho de grieta:**

$$w = 1.1 f_{scara} \sqrt[3]{dc * A} \leq 30,000$$

$$\frac{f_{scara}}{H - Kd} = \frac{f_s}{d - Kd} \Rightarrow f_{scara} = f_s \frac{(H - Kd)}{d - Kd}$$

$$f_{scara} = 1680 * (0.2 * 100 - 0.33 * 15.365) / (15.365 - 0.33 * 15.365)$$

<b>fscara = 2436.40 Kg/cm2</b>
--------------------------------



$$A = \frac{2 * dc * b}{N^{\circ} \text{ de varillas}}$$

*dc = centro de gravedad a la primera capa*

$$A = 2 * 4.635 * 100 / 9$$

<b>A = 103.00 cm2</b>
-----------------------

$$w = 1.10 * 2436.4 * (4.635 * 103)^{1/3}$$

<b>w = 20428.03</b>
---------------------

El ancho de grieta no será mayor de 30,000

Pero :  $w < 30,000.00$

<b>Entonces = 20428.03 ok!</b>	<b>¡CUMPLE!</b>
--------------------------------	-----------------

Por lo tanto:

<b>Usaremos: 1/2" @ 0.20 m.</b>
---------------------------------

**3.- Acero de Repartición losa fondo**

$$A_r = 0.55 * \frac{A_s}{\sqrt{L}}$$

As = Acero principal  
L = Luz de cálculo

$$A_r = 0.55 * 6.45 / 1.095$$

<b>Ar = 3.24 cm2</b>
----------------------

**Cálculo del área de acero mínimo en losas:**

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 * 20$$

<b>As min = 3.60 cm2</b>
--------------------------

<b>Tomamos el mayor = 3.60 cm2</b>
------------------------------------

**Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:**

Ø acero →

**3/8**

$$\frac{A_s}{A_b} = 3.6 / 0.71$$

<b>N° de varillas = 5</b>
---------------------------

**Espaciamiento del acero:**

$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

<b>S = 0.71 * 100 / 3.6 = 19.72 cm</b>
--

<b>Usaremos: 3/8" @ 20.00 cm.</b>
-----------------------------------

#### 4.- Acero de Temperatura ambos sentidos

Cálculo del área de acero mínimo en losas:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100 * 20$$

$A_s \text{ min}$	=	<b>3.60 cm<sup>2</sup></b>
-------------------	---	----------------------------

Cantidad de varillas en 1 m. de ancho:

Ø acero →

**3/8**

$$A_s/A_b = 3.6 / 0.71$$

<b>N° de varillas</b>	=	<b>5</b>
-----------------------	---	----------

Espaciamiento del acero:

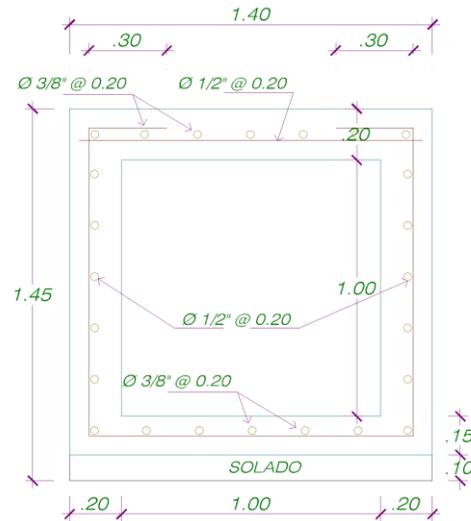
$$S = \frac{A_b * 100}{A_s}$$

<b>S = 0.71 * 100 / 3.6</b>	=	<b>19.72 cm</b>
-----------------------------	---	-----------------

Usaremos:

<b>3/8"</b>	@	<b>20.00 cm.</b>
-------------	---	------------------

#### DISEÑO FINAL DE LA ALCANTARILLA



ALCANTARILLA SEC.  
MIN. (1.00x1.00)

## **ESTUDIO HIDROLOGÍA**

**TESIS : “DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD EN LA AA.VV PACHACUTEC DEL  
DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, 2019”**

**EJECUTADO : TESISTA - OSCAR GÓMEZ REÁTEGUI**

**DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN**

**PROVINCIA : SAN MARTÍN**

**DISTRITO : BANDA DE SHILCAYO**

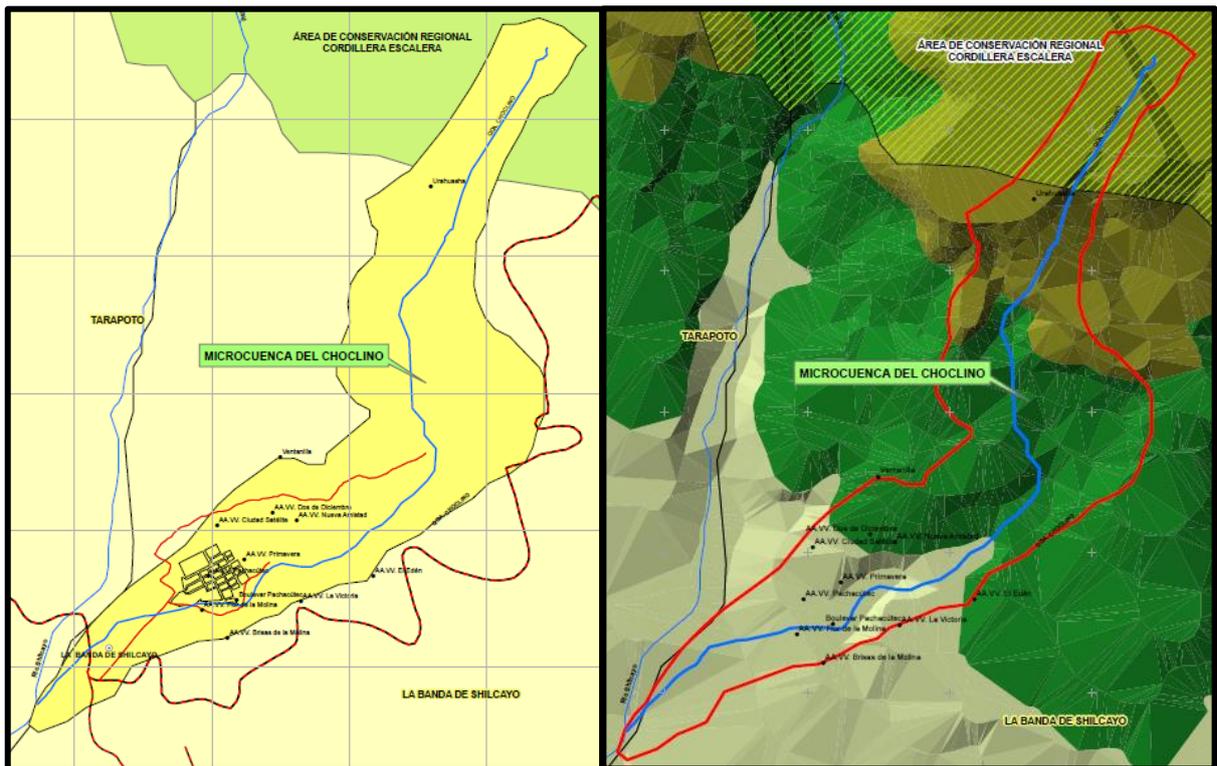
**SECTOR : PACHACUTEC**

# **ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA**

# ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

PROYECTO:

“DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA AA.VV PACHACUTEC DEL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, 2019



DEPARTAMENTO : SAN

MARTÍN

PROVINCIA

: SAN MARTÍN

DISTRITO

: BANDA DE SHILCAYO

SECTOR

: PACHACUTEC

*TARAPOTO – PERÚ*

*JUNIO DEL 2016*

## ÍNDICE

INDICE .....	3
INDICE DE TABLAS .....	6
INDICE DE FIGURAS.....	8
I. ASPECTOS GENERALES.....	10
1.1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS. ....	10
1.3. ALCANCES DEL ESTUDIO.....	10
1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	11
1.4.1. TRABAJO DE CAMPO.....	11
1.4.2. TRABAJO DE GABINETE.....	11
II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	12
2.1. UBICACIÓN.....	12
2.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA. ....	12
2.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	12
2.2. CLIMA.....	12
2.3. SUELO.....	12
2.4. OROGRAFÍA.....	14
2.5. HIDROGRAFÍA.....	14
2.6. ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	14
2.7. POBLACIÓN.....	14
2.8. VIVIENDA.....	14
III. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DE LA CUENCA.....	15
3.1. TAMAÑO DE LA CUENCA.....	15
3.2. FORMA DE LA CUENCA.....	15
3.3. ELEVACIÓN MEDIA.....	15
3.4. PEDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.....	16
3.5. PRECIPITACIONES.....	17
3.6. ANALISIS ESTÁDÍSTICO.....	20
3.6.1. DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA GUMBELL Y LOG GUMBELL.....	21
3.6.2. DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA NORMAL Y LOG NORMAL.....	26
3.6.3. DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA TIPO III Y LOG PEARSON TIPO III.....	30
IV. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	36
4.1. NORMAS Y PARAMETROS DE DISEÑO.....	36
4.1.1. VELOCIDADES.....	36

4.1.1.1. VELOCIDAD MÍNIMA.....	36
4.1.1.2. VELOCIDAD MÁXIMA. ....	36
4.1.2. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n).....	36
4.1.3. PENDIENTE.....	37
4.1.3.1. PENDIENTE MÍNIMA.....	37
4.1.3.2. PENDIENTE MÁXIMA.....	37
4.1.4. AREAS TRIBUTARIAS.....	37
4.1.5. CAUDALES DE DISEÑO.....	38
4.1.6. SUMIDEROS.....	38
4.1.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).....	40
4.1.8. CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA. ....	43
4.1.8.1. ECUACIÓN DE INTENSIDAD.....	44
4.1.8.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN. ....	44
4.1.9. PERIODO DE RETORNO. ....	45
4.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.....	47
4.2.1. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD MÍNIMA. ....	47
4.2.2. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD MÁXIMA. ....	47
4.2.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.....	47
4.2.4. AREAS TRIBUTARIAS.....	47
4.2.5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA. ....	48
4.2.6. CÁLCULO DE LA CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA. ....	49
4.2.6.1. METODO DE DICK-PESCHKE.....	49
4.2.6.2. METODO IILA-SENAMHI-UNI. ....	51
4.2.7. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	56
4.2.7.1. FÓRMULA DE KIRPICH (1940).....	56
4.2.7.2. FÓRMULA DE PASSINI.....	56
4.2.7.3. FÓRMULA DE GIANDOTTI (1934). ....	57
4.2.7.4. FÓRMULA DE BRANSBY WILLIAMS (1922).....	57
4.2.7.5. FÓRMULA DE LA <i>FEDERAL AVIATION AGENCY</i> (1970). ....	58
4.2.8. SELECCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO.....	59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.1. CONCLUSIONES. ....	60
5.2. RECOMENDACIONES. ....	61
VI. ANEXOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.1. INFORMACIÓN METEOROLOGICA. ....	62
6.2. MAPA DE UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA MICROCUENCA DEL CHOCLINO. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

6.3. MAPA DE ALTITUDES DE LA MICROCUENCA DEL CHOCLINO.....	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	
6.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	64
6.5. ZONAS Y SUB-ZONAS PLUVIOMETRICAS. ....	65
6.6. ÁREAS TRIBUTARIAS .....	68
6.7. PLANO DE ÁREAS TRIBUTARIAS. ....	¡Error! Marcador no definido.
6.8. PLANO DEL PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA...	¡Error! Marcador no definido.
6.9. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES.	¡Error! Marcador no definido.
6.10. DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES SECUNDARIOS. ....	¡Error!
<b>Marcador no definido.</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.6.1.-</b> Población económicamente activa del distrito de la Banda de Shilcayo.	14
<b>Tabla 3.2.1.-</b> Forma de la cuenca y tendencia a las crecidas.	15
<b>Tabla 3.3.1.-</b> Datos para calcular la altitud media de la Micro-cuenca.	16
<b>Tabla 3.4.1.-</b> Datos para representar la pendiente media de la Micro-cuenca.	17
<b>Tabla 3.5.1.-</b> Datos de la Estación Pluviométrica del estudio.	17
<b>Tabla 3.5.2.-</b> Registro pluviométrico de las Precipitaciones Máximas en 24 hrs en (mm).	18
<b>Tabla 3.6.1.-</b> Ordenamiento y análisis probabilístico de la información pluviométrica.	20
<b>Tabla 3.6.2.-</b> Valores de las variables $Y_n$ y $S_n$ , según número de observaciones.	22
<b>Tabla 3.6.3.-</b> Resultados de la distribución de probabilidad de eventos extremos GUMBELL y LOG GUMBELL.	23
<b>Tabla 3.6.4.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función GUMBELL.	24
<b>Tabla 3.6.5.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función LOG-GUMBELL.	24
<b>Tabla 3.6.6.-</b> Valores de áreas bajo la curva de la distribución normal.	27
<b>Tabla 3.6.7.-</b> Resultados de la distribución de Probabilidad de eventos extremos NORMAL Y LOG NORMAL.	28
<b>Tabla 3.6.8.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función NORMAL.	29
<b>Tabla 3.6.9.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función LOG-NORMAL.	29
<b>Tabla 3.6.10.-</b> Resultados de la distribución de Probabilidad de eventos extremos PEARSON TIPO III Y LOG PEARSON TIPO III.	32
<b>Tabla 3.6.11.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función PEARSON TIPO III.	33
<b>Tabla 3.6.12.-</b> Valores para diferentes tiempos de retorno $T_r$ aplicando la Función LOG-PEARSON TIPO III.	33
<b>Tabla 3.6.13.-</b> Valores de $K_T$ para la distribución Pearson Tipo III (asimetría positiva)	34
<b>Tabla 3.6.14.-</b> Valores de $K_T$ para la distribución Pearson Tipo III (asimetría negativa)	35
<b>Tabla 4.1.1.-</b> Velocidades máximas para drenaje pluvial de acuerdo al tipo de material.	36
<b>Tabla 4.1.2.-</b> Valores del coeficiente de rugosidad de Manning correspondiente a diferentes acabados.	37

<b>Tabla 4.1.3.-</b> Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional..	41
<b>Tabla 4.1.4.-</b> Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas Para 5 y 10 años de Periodo de Retorno .....	42
<b>Tabla 4.1.5.-</b> Coeficientes de Escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.....	42
<b>Tabla 4.1.6.-</b> Valores de Periodo de Retorno T (Años) .....	46
<b>Tabla 4.2.1.-</b> Caudal máximo de diseño para un periodo de retorno $T_r=50$ años.....	47
<b>Tabla 4.2.2.-</b> Caudal máximo de diseño para un periodo de retorno $T_r=25$ años.....	47
<b>Tabla 4.2.3.-</b> Cantidad de áreas contribuyentes de acuerdo al tipo de superficie. ....	48
<b>Tabla 4.2.4.-</b> Valores de las Precipitaciones máximas aplicando la Función LOG-GUMBELL. ....	49
<b>Tabla 4.2.5.-</b> Intensidades (mm/hr) para diferentes periodos de retorno aplicando el método de DICK PESCHKE. ....	49
<b>Tabla 4.2.6.-</b> Intensidades (mm/hr) para diferentes periodos de retorno aplicando el método del IILA-SENAMHI-UI.....	52
<b>Tabla 4.2.7.-</b> Resumen de los valores para el cálculo de los parámetros de Talbot....	53
<b>Tabla 4.2.8.-</b> Resultado de los parámetros de Talbot. ....	53
<b>Tabla 4.2.9.-</b> Intensidades máximas ajustadas mediante la ecuación de Talbot. ....	55
<b>Tabla 4.2.10.-</b> Parámetros geomorfológicos para el cálculo del tiempo de concentración ( $T_c$ ) de la Micro-cuenca del Choclino.....	56
<b>Tabla 4.2.11.-</b> Resumen de los resultados para el tiempo de concentración ( $T_c$ ) de la Micro-cuenca del Choclino.....	58
<b>Tabla 6.4.1.-</b> Formulas para el cálculo del tiempo de concentración.....	64
<b>Tabla 6.5.1.-</b> Subdivisión del territorio en zonas y sub-zonas pluviométricas y valores de los parámetros $K'g$ y $\varepsilon g$ que definen la distribución de probabilidades de hg en cada punto de estas .....	66
<b>Tabla 6.5.2.-</b> Valores de los parámetros a y n que, junto con $K'$ , definen las curvas de probabilidad pluviométrica en cada punto de las sub-zonas. ....	67
<b>Tabla 6.5.3.-</b> Estaciones pluviográficas: valor de t para el cual resulta $\varepsilon t = \varepsilon g$ .....	67
<b>Tabla 6.6.1.-</b> Resumen de las áreas tributarias. ....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.5.1.-</b> Análisis de salto del Registro Pluviométrico. ....	19
<b>Figura 3.5.2.-</b> Variación de las máximas precipitaciones por año. ....	19
<b>Figura 3.6.1.-</b> Relación precipitación vs periodo de retorno función Gumbell y Log-Gumbell. ....	25
<b>Figura 3.6.2.-</b> Relación precipitación vs periodo de retorno función Normal y Log-Normal. ....	29
<b>Figura 3.6.3.-</b> Relación precipitación vs periodo de retorno función Pearson Tipo III y Log-Pearson Tipo III. ....	33
<b>Figura 4.1.1.-</b> Forma geométrica del trazado de las áreas tributarias. ....	38
<b>Figura 4.1.2.-</b> Tipos de sumideros de configuración lateral o solera. ....	39
<b>Figura 4.1.3.-</b> Tipos de sumideros de fondo. ....	39
<b>Figura 4.1.4.-</b> Tipos de sumideros de configuración mixto o combinado. ....	40
<b>Figura 4.1.5.-</b> Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil. ....	45
<b>Figura 4.2.1.-</b> Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia aplicando el método de DICK PESCHKE. ....	50
<b>Figura 4.2.2.-</b> Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia aplicando el método del IILA-SENAMHI-UI. ....	55
<b>Figura 6.5.1.-</b> Mapa de subdivisión del territorio en zonas y sub-zonas pluviométricas. ....	65



## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. INTRODUCCIÓN.**

La Asociación de Viviendas Pachacutec según plano catastral del Distrito de la Banda de Shilcayo se encuentra en el sector 02 conocido como sector Ventanilla, constituido socialmente el 09 de Marzo del 2002 por la necesidad de la población de acceder a un terreno que les permita desarrollarse y vivir dignamente. A la actualidad han pasado ya 15 años y la mayoría de los asentamientos poblacionales de este sector no dispone de infraestructura de saneamiento, a esto se le incluye un sistema de drenaje pluvial.

La falta de un sistema de drenaje pluvial adecuado, que permita la oportuna y rápida evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones, ocasiona el deterioro de las vías y otras infraestructuras ubicadas dentro del entorno de la misma. Esto representa un costo elevado en mantenimiento rutinario al gobierno local e incomodidad a la población.

El propósito del presente estudio es obtener una alternativa óptima tanto de diseño como económica, para lo cual se ha analizado la información meteorológica (Máximas precipitaciones en 24 horas en mm), mediante procedimientos estadísticos que tiene por resultado las intensidades en función a los periodos de retorno ( $t_r$ ), las condiciones de escurrimiento de los suelos ( $C$ ) y la cantidad de área drenada ( $A$ ), son características inherentes del zona estudiada, estos parámetros rigen los caudales de salida, entonces para lograr una optimización se trabajara en base a una máxima eficiencia hidráulica.

### **1.2. OBJETIVOS.**

#### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL.**

El presente Estudio de Hidrología e Hidráulica tiene por fin el análisis del registro pluviométrico de las precipitaciones máximas, su interpretación y la aplicación de los parámetros en el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la Asociación de Viviendas Pachacutec.

#### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

### **1.3. ALCANCES DEL ESTUDIO.**

Los alcances de la presente investigación comprende el análisis de las precipitaciones pluviales aplicando métodos estadísticos y el diseño del sistema de drenaje pluvial para la adecuada evacuación de las aguas de lluvia, mejorando así la transitabilidad peatonal y vehicular, beneficiando de manera indirecta a los pobladores de este sector.

## **1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.**

### **1.4.1. TRABAJO DE CAMPO.**

Los trabajos de campo han consistido en el reconocimiento del área de Influencia del proyecto, la evaluación las características topográficas que presenta el terreno y la identificación de los cauces naturales que nos servirá de referencia al desarrollo del planteamiento hidráulico del sistema.

### **1.4.2. TRABAJO DE GABINETE.**

Consistió netamente en el procesamiento y análisis de la información para la determinación de los parámetros que se aplicaran en el diseño del sistema de drenaje pluvial de la Asociación de Viviendas Pachacutec.

#### **Recolección de datos.**

La fase de recolección de datos es la etapa inicial y principal del estudio, los datos meteorológicos de las precipitaciones máximas en 24 hrs de una serie de 20 años, fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). La estación fue seleccionada bajo el criterio de posición en la cuenca, debido a que la escorrentía producida en el área de estudio, se genera exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la ciudad.

#### **Análisis de Precipitación**

Debido a que solo disponemos de una Estación pluviométrica cuyos registros pueden ser fácilmente influenciados por factores externos, se ha analizado de manera gráfica estos datos de las precipitaciones así como también la consistencia de la información mediante bondad de ajuste. Finalmente se ha proyectado la información en base a eventos extremos para diferentes periodos de retorno.

## II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

### 2.1. UBICACIÓN.

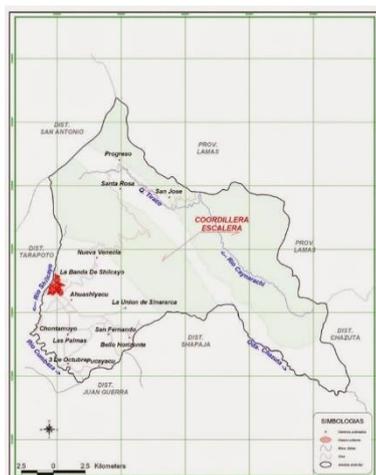
#### 2.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.

La Asociación de Viviendas Pachacutec, se encuentra a ubicado a 0.78 km al Norte del Distrito de la Banda de Shilcayo en el sector conocido como Ventanilla.

Región : San Martín  
Provincia : San Martín  
Distrito : Banda de Shilcayo.

#### 2.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El Distrito de la Banda de Shilcayo está ubicado al Sur-Este de la Provincia de San Martín, a una altitud que oscila entre 200 y 1400 m.s.n.m. Limitado de la siguiente manera:



**Norte:** Distrito de Caynarachi y San Antonio

**Sur:** Distrito de Juan Guerra.

**Este:** Distrito de Shapaja, Chazuta y Barranquita

**Oeste:** Distrito de Tarapoto.

La Asociación de Viviendas Pachacutec, Geográficamente está localizada en las coordenadas 350978E, 92822650N con una altura promedio de 376.50 m.s.n.m.

### 2.2. CLIMA.

El Clima de la ciudad es semi-seco-cálido, con una temperatura promedio anual de 26°C, siendo la temperatura máxima 38.6 °C y la mínima 13.5 °C. La precipitación pluvial promedio anual es de 1157 mm, siendo los meses de mayores lluvias febrero, marzo y abril.

### 2.3. SUELO.

De acuerdo con el EMS realizado se observa que el área de estudio del proyecto presenta una estratigrafía muy homogénea, los suelos de mayor predominio son las (CL) arcillas inorgánicas de mediana plasticidad y en menor porcentaje (GP-GM)

grava limosa pobremente graduada ponderando un  $Q_{ad} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$  y no existe cambios sustanciales en su estratigrafía horizontal.

## 2.4. OROGRAFÍA.

La superficie del terreno es irregular, sus alturas oscilan entre los 1200 y 200 metros. Se desarrolla a las faldas de la cordillera escalera unidad geomorfológica que separa el valle del bajo mayo con el llano amazónico.

## 2.5. HIDROGRAFÍA.

La micro cuenca del choclino forma parte de una red hidrográfica de la sub cuenca del Cumbaza, cuyo eje principal es el río Cumbaza con un área de 57,120 ha pasa a ser un importante afluente del río mayo.

## 2.6. ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Entre las principales actividades económicas de la población económicamente activa del distrito de la Banda de Shilcayo, tenemos en su mayoría al comercio, seguido de la industria manufacturera y servicio de alojamiento y comida.

**Tabla 2.6.1.- Población económicamente activa del distrito de la Banda de Shilcayo.**

DISTRITO	Total	ACTIVIDAD ECONÓMICA												
		Industria Manufacturera	Construcción	Comercio al por Mayor y al Menor	Transporte y Almacenamiento	Alojamiento y servicio de Comida	Información y	Actividades Inmobiliarias	Actividades profesionales, científicas y técnicas	Actividades administrativas y servicios	Enseñanza privada	Servicios Sociales Relacionados con la salud Humana	Artes, entretenimiento y recreación	Otras actividades de
La Banda de Shilcayo	796	70	3	509	10	62	54	1	11	22	2	12	4	36

Fuente: INEI-Censos Nacionales 2008: IV Económico

## 2.7. POBLACIÓN.

La población bajo en ámbito de la Microcuenca ha sido determinada teniendo los datos de población distrital según el censo del 2007 publicado por el INEI.

Según el censo en mención la población total del Distrito de la Banda de Shilcayo es de 29,111 habitantes, donde el 90.96% es población urbana y solo el 9.04% es población rural, la densidad poblacional para el Distrito es de 98.35 (hab/km<sup>2</sup>), se estima que alrededor de 242 familias serán beneficiadas directamente con la ejecución del proyecto.

## 2.8. VIVIENDA.

La vivienda predominante en el área de investigación

### III. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DE LA CUENCA.

#### 3.1. TAMAÑO DE LA CUENCA.

El tamaño de la Cuenca se puede determinar de diferentes maneras, el método utilizado en este estudio fue a través de la digitalización mediante ArcGIS de las cartas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), teniendo como resultado lo siguiente:

Área=5.334Km<sup>2</sup>

Perímetro = 15.487 Km

Long. Quebrada= 7.099 km.

#### 3.2. FORMA DE LA CUENCA.

La forma de la cuenca es fundamental para el trazo del hidrograma de salida, puede darse el caso de cuencas con igual área y precipitaciones de la misma intensidad y duración, pero la respuesta hidrológica diferente, pues este depende de la configuración de la hoya. Cuanto más se asemeja a la forma circular más rápida es la respuesta hidrológica, el parámetro común para representar esta característica es el *Índice de Gravelius* o *Coefficiente de compacidad (Kc)*. relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la de la cuenca.

$$Kc = Pc/Po = \text{Perímetro de la cuenca} / \text{Perímetro de un círculo}$$

$$Po = 2 \pi R \rightarrow R = (A/\pi)^{0.5} \rightarrow A = \pi R^2$$

$$Po = 2 (A/\pi)^{0.5}$$

$$Ac = \text{Área de la cuenca en Km}^2$$

$$Kc = \frac{Pc}{2 * (\pi * A)^{0.25}} = \frac{15.487}{2 * (\pi * 5.334)^{0.5}} = 1.89$$

**Tabla 3.2.1.- Forma de la cuenca y tendencia a las crecidas.**

Kc <sub>1-2</sub>	FORMA DE LA CUENCA	TENDENCIA A CRECIDAS
1.00 a 1.25	De casi redonda a oval redonda	Alta
1.25 a 1.50	De oval redonda a oval oblonga	Media
1.50 a 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga	Baja

Fuente: LOJA, MARICELA. Estudio Hidrológico

#### 3.3. ELEVACIÓN MEDIA.

La elevación media de la cuenca es un factor relacionado con la temperatura y la precipitación. A su vez la variación de temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación.

### Análisis Numérico.

Este método es más preciso, ya que se calcula la altitud media ponderada. El factor de ponderación viene a ser la superficie de cada faja entre curvas de nivel contiguas y la elevación a la cual es la altitud promedio de las cotas que conforman dicha faja. Matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$Hm = \frac{\sum_{i=1}^n (Hi \times Ai)}{A}$$

#### **Dónde:**

$Hm$  : Altitud media ponderada de la cuenca. en m. s. n. m

$Hi$  : Altitud promedio de cada faja, en m. s. n. m

$Ai$  : Área de cada faja, en (Km<sup>2</sup>)

$A$  : Área de la cuenca, en (Km<sup>2</sup>)

**Tabla 3.3.1.- Datos para calcular la altitud media de la Micro-cuenca.**

<b>CURVAS DE NIVEL m.s.n.m</b>	<b>ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>ALTITUD PROMEDIO Hi (m.s.n.m)</b>	<b>Hi * Ai</b>
800 - 600	1.62	700	1134.00
600 - 400	2.20	500	1100.00
400 - 200	1.50	300	450.00
<b>SUMATORIA</b>	5.32		2684.00

**Fuente:** Elaboración propia

$$Hm = \frac{2684.00}{5.32} = 504.51 \text{ m. s. n. m}$$

### **3.4. PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.**

La infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y el aporte del agua subterránea al caudal del cauce, tiene una amplia relación y compleja dependencia de la pendiente de la cuenca, debido a que controla el tiempo de concentración y las crecidas. Se obtiene de la siguiente expresión.

$$Pm = \frac{\sum(L_i \times D_i)}{A} \times 100$$

#### **Dónde:**

$Pm$  : Pendiente media de la cuenca, en (%)

$Li$  : Duración, dada usualmente en horas

$Di$  : Diferencia entre curvas de nivel, en (Km)

$A$  : Área de la cuenca, en (Km<sup>2</sup>)

**Tabla 3.4.1.- Datos para representar la pendiente media de la Micro-cuenca.**

<b>CURVAS DE NIVEL m.s.n.m</b>	<b>ÁREA ENTRE FAJAS Ai (Km2)</b>	<b>DESNIVEL Hi (m.s.n.m)</b>	<b>LONGITUD CURVA MEDIA Li (Km)</b>	<b>Li * Di</b>
800 - 600	1.62	0.200	1.709	0.3418
600 - 400	2.20	0.200	2.028	0.4056
400 - 200	1.50	0.200	1.056	0.2112
<b>SUMATORIA</b>	5.32			0.9586

Fuente: Elaboración propia

$$Pm = \frac{0.9586}{5.32} \times 100 = 18.02\%$$

### 3.5. PRECIPITACIONES.

Emplearemos el método tradicional para el análisis de la información pluviométrica, esto comprende la construcción de tablas y pruebas estadísticas de los valores de las Precipitaciones Máximas en 24 horas con la finalidad de cuantificar inconsistencias, saltos o tendencias de los datos. Este proceso nos proporcionará las precipitaciones de diseño para diferentes tiempos de retorno, el cual permitirá estimar el caudal de diseño y determinar las dimensiones de los elementos que conforman el sistema de drenaje pluvial.

**Tabla 3.5.1.- Datos de la Estación Pluviométrica del estudio.**

<b>REGISTRO DE DATOS PLUVIOMETRICOS</b>				
<b>ESTACIÓN :</b>	<b>CO "TARAPOTO"</b>			<b>356 m.s.n.m</b>
<b>Región</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
<b>SAN MARTÍN</b>	<b>SAN MARTIN</b>	<b>TARAPOTO</b>	<b>06° 28' "W"</b>	<b>76° 22' "S"</b>

Fuente: Elaboración propia

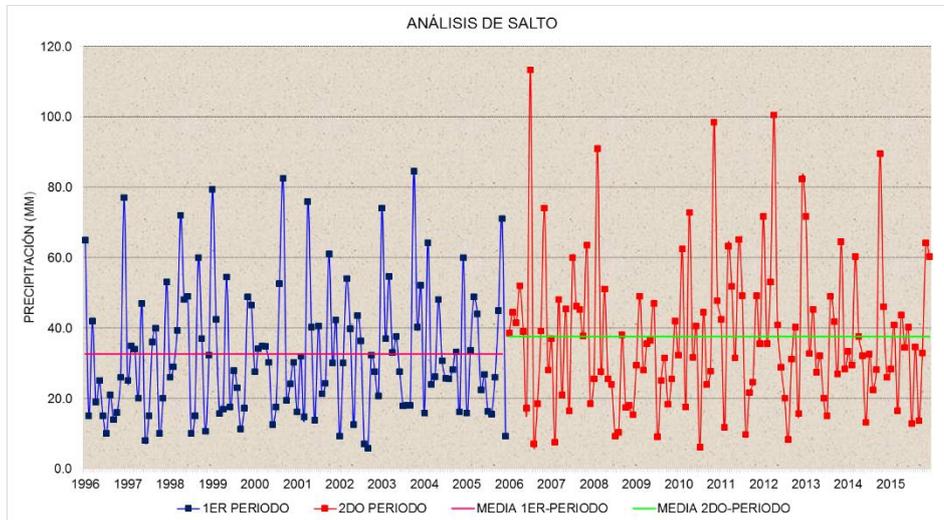
**Tabla 3.5.2.- Registro pluviométrico de las Precipitaciones Máximas en 24 hrs en (mm).**

<b>PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS EN (mm)</b>														
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MAX</b>	<b>MEDIA</b>
<b>1996</b>	65.0	15.0	42.0	19.0	25.0	15.0	10.0	21.0	14.0	16.0	26.0	77.0	<b>77.0</b>	<b>28.8</b>
<b>1997</b>	25.0	35.0	34.0	20.0	47.0	8.0	15.0	36.0	40.0	10.0	20.0	53.0	<b>53.0</b>	<b>28.6</b>
<b>1998</b>	26.0	29.0	39.3	72.0	48.0	49.0	10.0	15.0	60.0	37.0	10.6	32.3	<b>72.0</b>	<b>35.7</b>
<b>1999</b>	79.3	42.5	15.6	16.9	54.5	17.5	27.9	23.0	11.3	17.3	48.8	46.5	<b>79.3</b>	<b>33.4</b>
<b>2000</b>	27.5	34.2	35.0	34.7	30.2	12.6	17.5	52.6	82.5	19.4	24.2	30.3	<b>82.5</b>	<b>33.4</b>
<b>2001</b>	16.2	32.0	14.8	75.9	40.3	13.8	40.6	21.3	24.3	61.0	30.0	42.2	<b>75.9</b>	<b>34.4</b>
<b>2002</b>	9.3	30.0	54.0	39.8	12.5	43.6	36.3	7.1	5.8	32.3	27.5	20.7	<b>54.0</b>	<b>26.6</b>
<b>2003</b>	74.0	37.0	54.6	33.1	37.6	27.5	17.8	18.0	18.0	84.5	40.2	52.2	<b>84.5</b>	<b>41.2</b>
<b>2004</b>	15.8	64.2	24.0	26.2	48.1	30.7	25.7	25.6	28.2	33.2	16.2	59.9	<b>64.2</b>	<b>33.2</b>
<b>2005</b>	15.9	33.7	48.8	44.0	22.4	26.8	16.3	15.5	26.0	45.0	71.0	9.3	<b>71.0</b>	<b>31.2</b>
<b>2006</b>	38.5	44.5	41.5	52.0	39.0	17.3	113.3	7.0	18.5	39.2	74.0	28.0	<b>113.3</b>	<b>42.7</b>
<b>2007</b>	37.0	7.5	48.0	21.0	45.4	16.5	60.0	46.2	45.2	37.8	63.5	18.5	<b>63.5</b>	<b>37.2</b>
<b>2008</b>	25.6	91.0	27.5	51.0	25.6	24.0	9.3	10.4	38.0	17.4	18.0	15.3	<b>91.0</b>	<b>29.4</b>
<b>2009</b>	29.4	49.0	28.0	35.5	36.5	47.0	9.1	25.0	31.5	18.4	25.5	42.0	<b>49.0</b>	<b>31.4</b>
<b>2010</b>	32.2	62.4	17.6	72.8	31.6	40.6	6.1	44.5	23.9	27.7	98.4	47.8	<b>98.4</b>	<b>42.1</b>
<b>2011</b>	42.4	11.8	63.2	51.9	31.5	65.2	49.2	9.8	21.6	24.6	49.2	35.5	<b>65.2</b>	<b>38.0</b>
<b>2012</b>	71.7	35.6	53.1	100.5	40.8	28.8	20.0	8.3	31.2	40.2	15.6	82.4	<b>100.5</b>	<b>44.0</b>
<b>2013</b>	71.7	32.7	45.3	27.4	32.1	20.1	15.0	49.0	41.8	27.0	64.5	28.4	<b>71.7</b>	<b>37.9</b>
<b>2014</b>	33.4	29.5	60.3	37.6	32.1	13.2	32.5	22.4	28.2	89.5	46.1	26.0	<b>89.5</b>	<b>37.6</b>
<b>2015</b>	28.4	40.9	16.4	43.7	34.4	40.2	12.8	34.6	13.7	32.9	64.2	60.3	<b>64.2</b>	<b>35.2</b>

**Fuente:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI

La serie de datos presentados en el cuadro anterior se puede representar gráficamente mediante un análisis de salto, los picos son las mayores precipitaciones registradas en cada periodo.

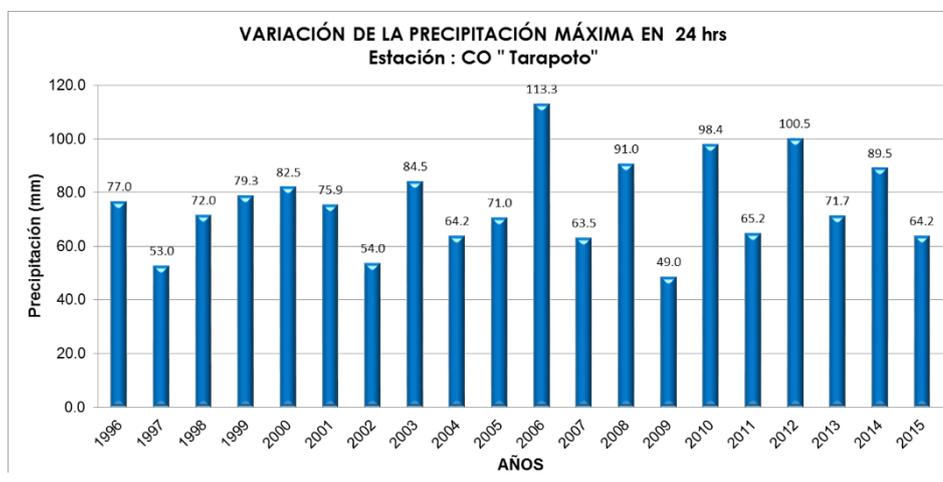
**Figura 3.5.1.-Análisis de salto del Registro Pluviométrico.**



Fuente: Elaboración propia

La ocurrencia cronológica de las precipitaciones máximas registradas es muy importante porque nos permite filtrar y ordenar los datos.

**Figura 3.5.2.- Variación de las máximas precipitaciones por año.**



Fuente: Elaboración propia

### 3.6. ANALISIS ESTADÍSTICO.

El diseño y la planeación de obras hidráulicas están siempre ligados con eventos hidrológicos, la complejidad de los procesos físicos que tienen lugar durante la generación de un caudal de entrada, en la mayoría de los casos es imposible una estimación confiable de la misma por métodos basados en las leyes de la mecánica o la física.

Por ello, y como ocurre en la gran parte de las ciencias, con frecuencia el estadístico es el camino obligado en la solución de los problemas. En particular, la probabilidad y la estadística juegan un papel de primer orden en el análisis hidrológico.

#### **Posiciones de Trazado:**

Una vez seleccionada la serie con la que se va realizar el análisis de frecuencias se ordenan los valores de mayor a menor, prescindiendo el año de ocurrencia.

Luego es necesario asignarle a cada valor una probabilidad de excedencia. Esta probabilidad de excedencia se usa comúnmente como el periodo de retorno. Existen varias fórmulas para posiciones de trazado, sin embargo la de Weibull es la más usada.

**Tabla 3.6.1.- Ordenamiento y análisis probabilístico de la información pluviométrica.**

<b>AÑO</b>	<b>m</b>	<b>P. MÁXIMA 24 hrs (mm)</b>	<b>PROBABILIDAD (obs)</b>	<b>P. RETORNO - WEIBULL <math>Tr=(N+1)/m</math></b>
2006	1	113.30	0.952	21.0
2012	2	100.50	0.905	10.5
2010	3	98.40	0.857	7.0
2008	4	91.00	0.810	5.3
2014	5	89.50	0.762	4.2
2003	6	84.50	0.714	3.5
2000	7	82.50	0.667	3.0
1999	8	79.30	0.619	2.6
1996	9	77.00	0.571	2.3
2001	10	75.90	0.524	2.1
1998	11	74.00	0.476	1.9
2013	12	71.70	0.429	1.8
2005	13	71.00	0.381	1.6
2011	14	65.20	0.333	1.5
2015	15	64.20	0.286	1.4
2004	16	64.20	0.238	1.3
2007	17	63.50	0.190	1.2
1997	18	53.00	0.143	1.2
2009	19	49.00	0.095	1.1
2002	20	43.60	0.048	1.1

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.1. DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA GUMBELL Y LOG GUMBELL.

Debido a la naturaleza de los eventos hidrológicos extremos que pueden ser valores máximos o mínimos seleccionados de una muestra de tamaño  $n$  y si esta se aproxima a una distribución límite, es posible demostrar que a medida que  $n$  aumenta, la función de distribución de probabilidad de  $x$  tiende a:

#### Parámetros estadísticos:

#### Calculo de la Media Aritmética:

La estimación por la muestra de la media es el promedio  $\bar{x}$  de la información de la muestra:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Entonces;

$$\bar{Y} = \frac{1511.30}{20} = 75.56 \text{ mm}$$

#### Calculo de la Desviación Estándar:

$$S = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}$$

$$S = 17.67 \text{ mm}$$

#### Distribución de probabilidad para serie de máximos anuales:

Para la distribución de Valor Extremo Tipo I, Chow dedujo la siguiente expresión:

$$\psi = \bar{y} - \frac{S_y}{G_n} \left\{ y_n + \ln \cdot \ln \left( \frac{Tm}{Tm - 1} \right) \right\}$$

El número de años registrados es igual a 20, de la tabla 8.6.1. Seleccionamos los valores  $Y_n$  y  $G_n$  calculados:

$$Y_n = 0.5236$$

$$G_n = 1.0628$$

**Tabla 3.6.2.-** Valores de las variables  $Y_n$  y  $S_n$ , según número de observaciones.

<b>Método de Gumbel. Valores de <math>Y_n</math> y <math>S_n</math></b>					
<b>n</b>	<b><math>Y_n</math></b>	<b><math>S_n</math></b>	<b>n</b>	<b><math>Y_n</math></b>	<b><math>S_n</math></b>
2	0.4043	0.4940	47	0.5473	1.1557
3	0.4286	0.6450	48	0.5477	1.1574
4	0.4458	0.7315	49	0.5481	1.1590
5	0.4588	0.7928	50	0.5485	1.1607
6	0.4690	0.8388	51	0.5489	1.1623
7	0.4774	0.8749	52	0.5493	1.1638
8	0.4843	0.9043	53	0.5497	1.1653
9	0.4902	0.9288	54	0.5501	1.1667
10	0.4952	0.9497	55	0.5504	1.1681
11	0.4996	0.9676	56	0.5508	1.1696
12	0.5035	0.9833	57	0.5511	1.1708
13	0.5070	0,9972	58	0.5515	1.1721
14	0.5100	1.0095	59	0.5518	1.1734
15	0.5128	1.0206	60	0.5521	1.1747
16	0.5157	1.0316	62	0.5527	1.1770
17	0.5181	1.0411	64	0.5533	1.1793
18	0.5202	1.0493	66	0.5538	1.1814
19	0.5220	1.0566	68	0.5543	1.1834
20	0.5236	1.0628	70	0.5548	1.1854
21	0.5252	1.0696	72	0.5552	1.1873
22	0.5368	1.0754	74	0.5557	1.1890
23	0.5283	1.0811	76	0.5561	1.1906
24	0.5296	1.0864	78	0.5565	1.1923
25	0.5309	1.0915	80	0.5569	1.1938
26	0.5320	1.0961	82	0.5572	1.1953
27	0.5332	1.1004	84	0.5576	1.1967
28	0.5343	1.1047	86	0.5580	1.1980
29	0.5353	1.1086	88	0.5583	1.1994
30	0.5362	1.1124	90	0.5586	1.2007
31	0.5371	1.1159	92	0.5589	1.2020
32	0.5380	1.1193	94	0.5592	1.2032
33	0.5388	1.1226	96	0.5595	1.2044
34	0.5396	1.1255	98	0.5598	1.2055
35	0.5403	1.1285	100	0.5600	1.2065
36	0.5410	1.1313	150	0.5646	1.2253
37	0.5418	1.1339	200	0.5672	1.2360
38	0.5424	1.1363	250	0.5688	1.2429
39	0.5430	1.1388	300	0.5699	1.2479
40	0.5436	1.1413	400	0.5714	1.2545
41	0.5442	1.1436	500	0.5724	1.2588
42	0.5448	1.1458	750	0.5738	1.2651
43	0.5453	1.1450	1000	0.5745	1.2685
44	0.5458	1.1499	-	-	-
45	0.5463	1.1519	$\infty$	0.5772	1.2826
46	0.5468	1.1538			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.6.3.- Resultados de la distribución de probabilidad de eventos extremos GUMBELL y LOG GUMBELL.**

AÑO	m	P(obs)	P. RETORNO - WEIBULL Tr= (N+1)/m	P. MÁXIMA 24 hrs (mm)	DISTRIBUCIÓN GUMBEL			DISTRIBUCIÓN LOG-GUMBEL		
					DP (GUM)	p(X<=x)= 1-(1/Tr)	Y	DP (LOG GUM)	W	Wi= LOG X
2006	1	0.952	21.00	113.3	117.06	0.952	3.020	129.92	2.114	2.05
2012	2	0.905	10.50	100.5	105.12	0.905	2.302	110.30	2.043	2.00
2010	3	0.857	7.00	98.4	97.94	0.857	1.870	99.96	2.000	1.99
2008	4	0.810	5.25	91.0	92.70	0.810	1.554	93.03	1.969	1.96
2014	5	0.762	4.20	89.5	88.51	0.762	1.302	87.83	1.944	1.95
2003	6	0.714	3.50	84.5	84.97	0.714	1.089	83.67	1.923	1.93
2000	7	0.667	3.00	82.5	81.87	0.667	0.903	80.19	1.904	1.92
1999	8	0.619	2.63	79.3	79.08	0.619	0.735	77.18	1.887	1.90
1996	9	0.571	2.33	77.0	76.51	0.571	0.581	74.51	1.872	1.89
2001	10	0.524	2.10	75.9	74.11	0.524	0.436	72.10	1.858	1.88
1998	11	0.476	1.91	74.0	71.82	0.476	0.298	69.87	1.844	1.87
2013	12	0.429	1.75	71.7	69.62	0.429	0.166	67.79	1.831	1.86
2005	13	0.381	1.62	71.0	67.45	0.381	0.036	65.81	1.818	1.85
2011	14	0.333	1.50	65.2	65.30	0.333	-0.094	63.89	1.805	1.81
2015	15	0.286	1.40	64.2	63.12	0.286	-0.225	62.01	1.792	1.81
2004	16	0.238	1.31	64.2	60.86	0.238	-0.361	60.12	1.779	1.81
2007	17	0.190	1.24	63.5	58.45	0.190	-0.506	58.17	1.765	1.80
1997	18	0.143	1.17	53.0	55.80	0.143	-0.666	56.09	1.749	1.72
2009	19	0.095	1.11	49.0	52.65	0.095	-0.855	53.72	1.730	1.69
2002	20	0.048	1.05	43.6	48.36	0.048	-1.113	50.65	1.705	1.64

**Máxima** 113.3  
**Mínima** 43.6  
**Media** 75.6  
**Acumulada** 1511.3  
**Desviación Estandar** 17.67

**Máxima** 2.1  
**Mínima** 1.6  
**Media** 1.9  
**Acumulada** 37.3  
**Desviación Estandar** 0.11

**Tabla 3.6.4.-** Valores para diferentes tiempos de retorno  $Tr$  aplicando la Función GUMBELL.

Tr	1-(1/Tr)	Y	X
1000	0.9990	6.907	181.7
500	0.9980	6.214	170.1
200	0.9950	5.296	154.9
100	0.9900	4.600	143.3
50	0.9800	3.902	131.7
25	0.9600	3.199	120.0
20	0.9500	2.970	116.2
10	0.9000	2.250	104.3
5	0.8000	1.500	91.8
2	0.5000	0.367	73.0

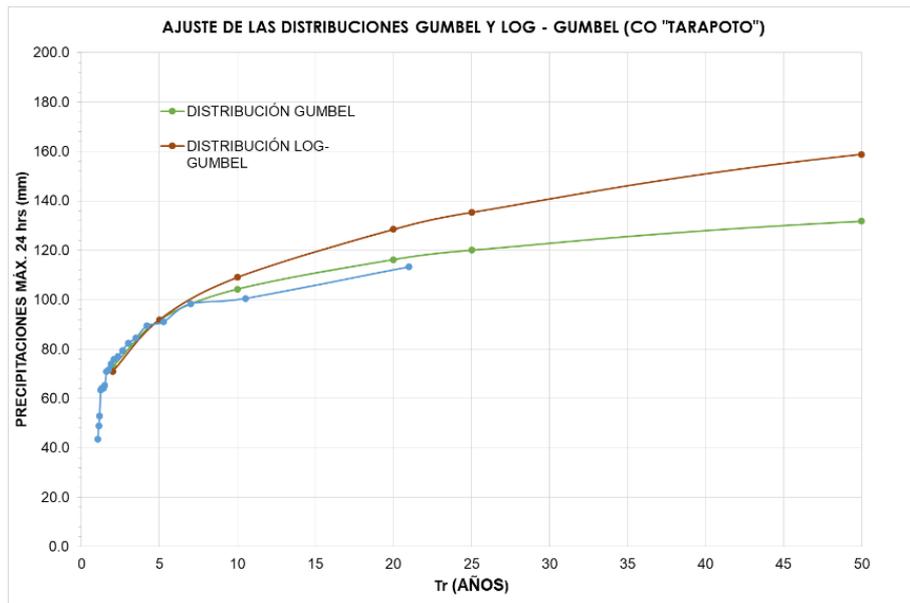
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.6.5.-** Valores para diferentes tiempos de retorno  $Tr$  aplicando la Función LOG-GUMBELL.

Tr	1-(1/Tr)	Y	W	X= ANTILOG(W)
1000	0.999	6.907	2.50	315.08
500	0.998	6.214	2.43	269.01
200	0.995	5.296	2.34	218.23
100	0.990	4.600	2.27	186.24
50	0.980	3.902	2.20	158.84
25	0.960	3.199	2.13	135.31
20	0.950	2.970	2.11	128.45
10	0.900	2.250	2.04	109.02
5	0.800	1.500	1.96	91.88
2	0.500	0.367	1.85	70.96

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.6.1.-** Relación precipitación vs periodo de retorno función Gumbell y Log-



*Gumbell.*

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.6.2. DISTRIBUCIÓN PROBABILISTICA NORMAL Y LOG NORMAL.

#### Parámetros estadísticos:

#### Calculo de la Media Aritmética:

La estimación por la muestra de la media es el promedio  $\bar{x}$  de la información de la muestra:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Entonces;

$$\bar{Y} = \frac{1511.30}{20} = 75.56 \text{ mm}$$

#### Calculo de la Desviación Estándar:

$$S = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}$$

$$S = 17.67 \text{ mm}$$

#### Calculo de la Varianza:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$S^2 = \frac{5929.79}{20-1}$$

$$S^2 = 312.09$$

#### Calculo del Coeficiente de Asimetría:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times 19768.11}{19 \times 18 \times 17.67^3}$$

$$C_s = 0.2095$$

#### Calculo del Coeficiente de Variación:

$$CV = \frac{S}{\bar{y}}$$

$$CV = \frac{17.67}{75.56}$$

$$CV = 0.23$$

**Tabla 3.6.6.- Valores de áreas bajo la curva de la distribución normal.**

Áreas debajo de la curva normal estándar desde 0 hasta Z										
Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0754
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2258	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
0.7	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2996	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4347	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.8475	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

**Tabla 3.6.7.- Resultados de la distribución de Probabilidad de eventos extremos NORMAL Y LOG NORMAL.**

AÑO	m	P(obs)	P. RETORNO - WEIBULL Tr= (N+1)/m	P. MÁXIMA 24 hrs (mm)	DISTRIBUCIÓN NORMAL				DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL		
					DP(NOR)	Z	Area bajo la Curva	F(X)	DP(LNOR)	Yi= LOG Xi	(Yi-Ym)^3
2006	1	0.952	21.00	113.3	105.07	1.67	0.4524	0.9524	110.218	2.05	0.007
2012	2	0.905	10.50	100.5	98.71	1.31	0.4048	0.9048	101.015	2.00	0.002
2010	3	0.857	7.00	98.4	94.47	1.07	0.3571	0.8571	95.310	1.99	0.002
2008	4	0.810	5.25	91.0	91.11	0.88	0.3095	0.8095	91.023	1.96	0.001
2014	5	0.762	4.20	89.5	88.11	0.71	0.2619	0.7619	87.351	1.95	0.001
2003	6	0.714	3.50	84.5	85.63	0.57	0.2143	0.7143	84.439	1.93	0.000
2000	7	0.667	3.00	82.5	83.16	0.43	0.1667	0.6667	81.623	1.92	0.000
1999	8	0.619	2.63	79.3	80.86	0.30	0.1190	0.6190	79.093	1.90	0.000
1996	9	0.571	2.33	77.0	78.74	0.18	0.0714	0.5714	76.827	1.89	0.000
2001	10	0.524	2.10	75.9	76.62	0.06	0.0238	0.5238	74.627	1.88	0.000
1998	11	0.476	1.91	74.0	76.62	0.06	-0.0238	0.4762	74.627	1.87	0.000
2013	12	0.429	1.75	71.7	78.74	0.18	-0.0714	0.4286	76.827	1.86	0.000
2005	13	0.381	1.62	71.0	80.86	0.30	-0.1190	0.3810	79.093	1.85	0.000
2011	14	0.333	1.50	65.2	83.16	0.43	-0.1667	0.3333	81.623	1.81	0.000
2015	15	0.286	1.40	64.2	85.63	0.57	-0.2143	0.2857	84.439	1.81	0.000
2004	16	0.238	1.31	64.2	88.11	0.71	-0.2619	0.2381	87.351	1.81	0.000
2007	17	0.190	1.24	63.5	91.11	0.88	-0.3095	0.1905	91.023	1.80	0.000
1997	18	0.143	1.17	53.0	94.47	1.07	-0.3571	0.1429	95.310	1.72	-0.003
2009	19	0.095	1.11	49.0	98.71	1.31	-0.4048	0.0952	101.015	1.69	-0.005
2002	20	0.048	1.05	43.6	105.07	1.67	-0.4524	0.0476	110.218	1.64	-0.012

**Acumulada** 1511.3  
**Media** 75.6  
**Desviación Estandar** 17.67  
**Varianza** 312.1  
**Coef. Asimetria** 0.21  
**Coef. Variación** 0.23

**Acumulada** 37.3  
**Media** 1.9  
**Desviación Estandar** 0.11  
**Varianza** 0.0  
**Coef. Asimetria** -0.40  
**Coef. Variación** 0.06

**Tabla 3.6.8.-** Valores para diferentes tiempos de retorno  $T_r$  aplicando la Función NORMAL.

Tr	F(x)i	Area bajo la curva	Z	XN
1000	0.9990	0.4990	3.10	130.33
500	0.9980	0.4980	2.88	126.44
200	0.9950	0.4950	2.58	121.14
100	0.9900	0.4900	2.33	116.73
50	0.9800	0.4800	2.06	111.96
25	0.9600	0.4600	1.75	106.48
20	0.9500	0.4500	1.65	104.71
10	0.9000	0.4000	1.29	98.35
5	0.8000	0.3000	0.85	90.58

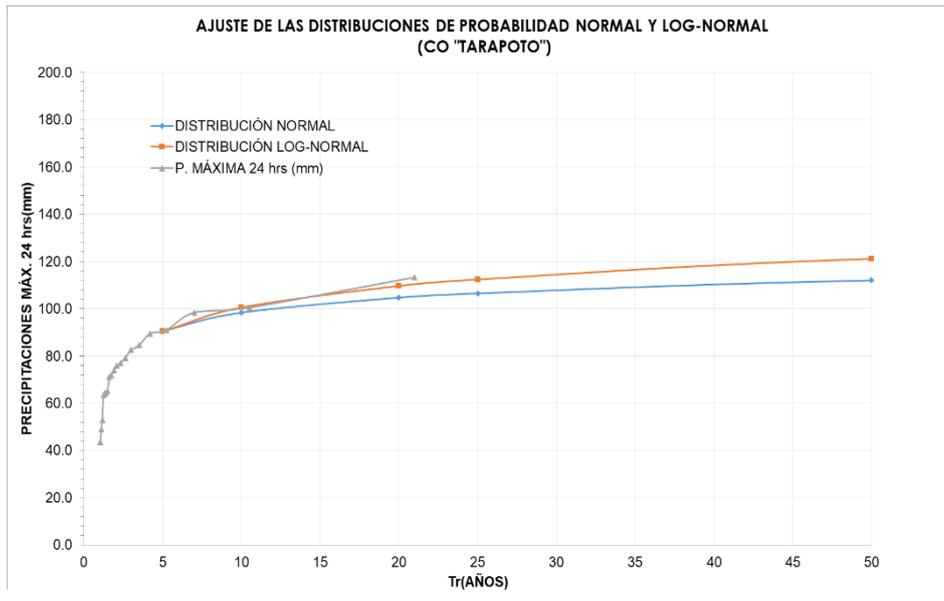
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.6.9.-** Valores para diferentes tiempos de retorno  $T_r$  aplicando la Función LOG-NORMAL.

Tr	F(x)i	Area bajo la curva	Z	XN
1000	0.9990	0.4990	3.10	155.840
500	0.9980	0.4980	2.88	147.753
200	0.9950	0.4950	2.58	137.398
100	0.9900	0.4900	2.33	129.324
50	0.9800	0.4800	2.06	121.138
25	0.9600	0.4600	1.75	112.375
20	0.9500	0.4500	1.65	109.686
10	0.9000	0.4000	1.29	100.526
5	0.8000	0.3000	0.85	90.364

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.6.2.-** Relación precipitación vs periodo de retorno función Normal y Log-Normal.



Fuente: Elaboración propia

### 3.0.3. DISTRIBUCION PROBABILISTICA TIPO III Y LOG PEARSON TIPO III.

#### Parámetros estadísticos:

#### Calculo de la Media Aritmética:

La estimación por la muestra de la media es el promedio  $\bar{x}$  de la información de la muestra:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Entonces;

$$\bar{Y} = \frac{1511.30}{20} = 75.56 \text{ mm}$$

#### Calculo de la Desviación Estándar:

$$S = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}$$

$$S = 17.67 \text{ mm}$$

#### Calculo de la Varianza:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$S^2 = \frac{5929.79}{20-1}$$

$$S^2 = 312.09$$

#### Calculo del Coeficiente de Asimetría:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{20 \times 19768.11}{19 \times 18 \times 17.67^3}$$

$$C_s = 0.2095$$

**Calculo del Coeficiente de Variación:**

$$CV = \frac{s}{\bar{y}}$$

$$CV = \frac{17.67}{75.56}$$

$$CV = 0.23$$

**Tabla 3.6.10.- Resultados de la distribución de Probabilidad de eventos extremos PEARSON TIPO III Y LOG PEARSON TIPO III.**

AÑO	m	P(obs)	P. RETORNO - WEIBULL Tr= (N+1)/m	P. MÁXIMA 24 hrs (mm)	DISTRIBUCIÓN PEARSON TIPO III	DISTRIBUCIÓN LOG-PEARSON III	
					DP(PEAR)	DP (LPEAR)	Yi= LOG Xi
2006	1	0.952	21.00	113.3	105.30	106.57	2.05
2012	2	0.905	10.50	100.5	98.86	100.00	2.00
2010	3	0.857	7.00	98.4	93.56	93.83	1.99
2008	4	0.810	5.25	91.0	90.63	90.17	1.96
2014	5	0.762	4.20	89.5	86.15	85.38	1.95
2003	6	0.714	3.50	84.5	82.59	81.84	1.93
2000	7	0.667	3.00	82.5	80.04	79.40	1.92
1999	8	0.619	2.63	79.3	78.16	77.64	1.90
1996	9	0.571	2.33	77.0	76.63	76.24	1.89
2001	10	0.524	2.10	75.9	75.46	75.19	1.88
1998	11	0.476	1.91	74.0	71.56	70.95	1.87
2013	12	0.429	1.75	71.7	65.52	63.54	1.86
2005	13	0.381	1.62	71.0	60.61	58.39	1.85
2011	14	0.333	1.50	65.2	56.09	54.01	1.81
2015	15	0.286	1.40	64.2	52.31	50.62	1.81
2004	16	0.238	1.31	64.2	48.92	47.75	1.81
2007	17	0.190	1.24	63.5	46.28	45.62	1.80
1997	18	0.143	1.17	53.0	43.63	43.60	1.72
2009	19	0.095	1.11	49.0	41.37	41.93	1.69
2002	20	0.048	1.05	43.6	39.11	40.33	1.64

**Acumulada** 1511.3  
**Media** 75.6  
**Desviación Estandar** 17.67  
**Varianza** 312.1  
**Coef. Asimetria** 0.21

**Acumulada** 37.3  
**Media** 1.9  
**Desviación Estandar** 0.11  
**Varianza** 0.0  
**Coef. Asimetria** -0.40

**Tabla 3.6.11.- Valores para diferentes tiempos de retorno  $T_r$  aplicando la Función PEARSON TIPO III.**

Tr	KT	YT
200	2.7723	124.54
100	2.4792	119.36
50	2.1642	113.80
25	1.8211	107.74
10	1.3018	98.56
5	0.8360	90.33
2	-0.0347	74.95

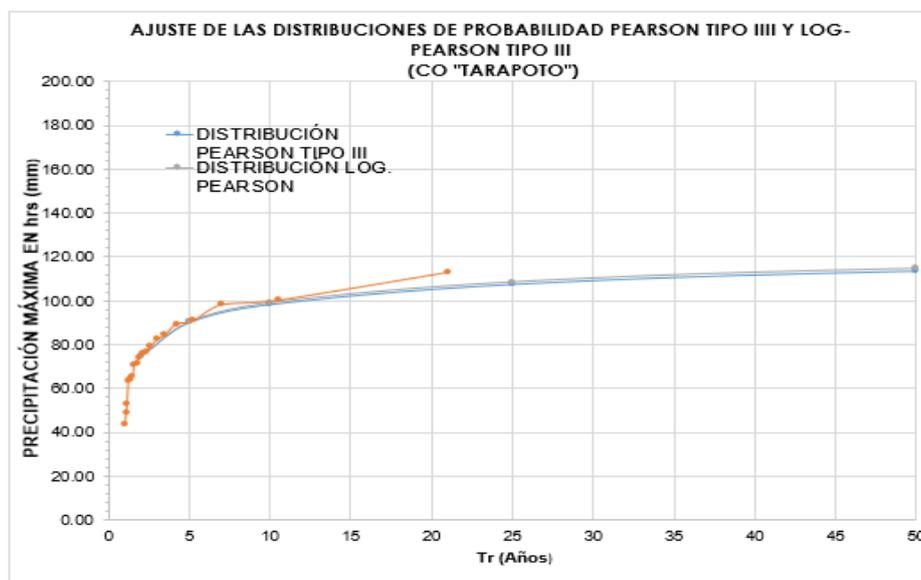
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.6.12.- Valores para diferentes tiempos de retorno  $T_r$  aplicando la Función LOG-PEARSON TIPO III.**

Tr	KT	YT	YT
200	2.2010	2.0981	125.35
100	2.0290	2.0800	120.23
50	1.8340	2.0595	114.68
25	1.6060	2.0355	108.52
10	1.2310	1.9961	99.10
5	0.8550	1.9565	90.47
2	0.0660	1.8735	74.74

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.6.3.- Relación precipitación vs periodo de retorno función Pearson Tipo III y Log-Pearson Tipo III.**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.6.13.- Valores de  $K_T$  para la distribución Pearson Tipo III (asimetría positiva)**

Valores de $K_T$ para la distribución Pearson Tipo III (asimetría positiva)							
Coeficiente de asimetría Cs o Cw	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	25	50	100	200
	Probabilidad de Excedencia						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

**Tabla 3.6.14.- Valores de  $K_T$  para la distribución Pearson Tipo III (asimetría negativa)**

Valores de $K_T$ para la distribución Pearson Tipo III (asimetría negativa)							
Coeficiente de asimetría Cs o Cw	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	25	50	100	200
	Probabilidad de Excedencia						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.376	0.681	0.742	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	0.396	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667	0.667

Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

## IV. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL

### 4.1. NORMAS Y PARAMETROS DE DISEÑO.

#### 4.1.1. VELOCIDADES.

##### 4.1.1.1. VELOCIDAD MÍNIMA.

La velocidad mínima sirve para asegurar el flujo evitando la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas son transportadas por el agua de lluvia. La velocidad mínima debe garantizar el arrastre hidráulico de los sólidos en los conductos. La norma peruana OS.060 recomienda que la velocidad no debe ser menor a 0.90 m/s.

##### 4.1.1.2. VELOCIDAD MÁXIMA.

La velocidad máxima en los colectores estará definido por el tipo de material del conducto a fin de evitar la acción erosiva sobre las paredes de la misma y no deberá exceder los valores indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 4.1.1.-** Velocidades máximas para drenaje pluvial de acuerdo al tipo de material.

<b>Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)</b>		
<b>Material de la Tubería</b>		<b>Agua con fragmentos de Arena y Grava</b>
Asbesto Cemento		3,0
Hierro Fundido Dúctil		3,0
Cloruro de Polivinilo		6,0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio		3,0
Arcilla Vitrificada		3,5
Concreto Armado de:	140 Kg/cm <sup>2</sup>	2,0
	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3,3
	250 Kg/cm <sup>2</sup>	4,0
	280 Kg/cm <sup>2</sup>	4,3
	315 Kg/cm <sup>2</sup>	5,0
Concreto Armado de curado al vapor	> 280 Kg/m <sup>2</sup>	6,6

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

##### 4.1.2. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n).

El coeficiente (*n*) de rugosidad de Manning es un valor adimensional que representa la resistencia del flujo y dependerá de la textura superficial interna del conducto o del álveo de los canales según sea el caso.

**Tabla 4.1.2.- Valores del coeficiente de rugosidad de Manning correspondiente a diferentes acabados.**

<b>Cunetas de las Calles</b>	<b>Coeficiente de Rugosidad <i>N</i></b>
<b>a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado</b>	0,012
<b>b. Pavimento Asfalto</b>	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
<b>c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico</b>	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
<b>d. Pavimento de Concreto</b>	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
<b>e. Ladrillo</b>	0,016
<b>f. Para cunetas con pendientes pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en:</b>	0,002

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

#### **4.1.3. PENDIENTE.**

La pendiente de los conductos fundamentalmente deberá ser lo más semejante a la del terreno natural de tal manera que se evitan excavaciones profundas, pero tomando en cuenta los siguientes parámetros:

##### **4.1.3.1. PENDIENTE MÍNIMA.**

La pendiente mínima de diseño se obtendrá bajo el criterio de la velocidad mínima de 0.90 m/s.

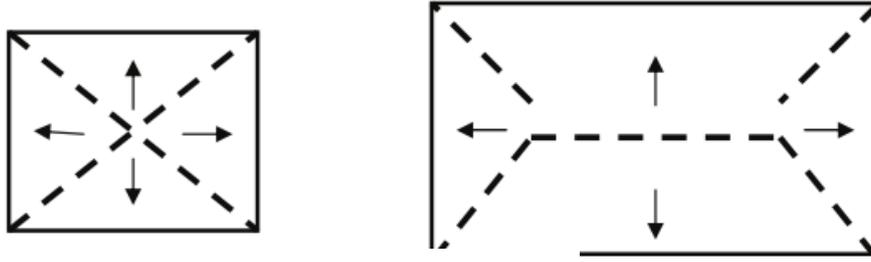
##### **4.1.3.2. PENDIENTE MÁXIMA.**

Son aquellas pendientes que van a generar velocidades que oscilan entre 3 m/s y 5 m/s, trabajando en condiciones normales.

#### **4.1.4. AREAS TRIBUTARIAS.**

Los caudales para el diseño del sistema de alcantarillado se obtendrán del aporte de las áreas tributarias. Se asignaron áreas proporcionales de acuerdo a la forma de las manzanas y distribución de los lotes con respecto al trazado de las redes colectoras de la forma como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 4.1.1.-** Forma geométrica del trazado de las áreas tributarias.



Fuente: LOJA, MARICELA. Estudio Hidrológico

#### 4.1.5. CAUDALES DE DISEÑO.

Para calcular el caudal de diseño a ser evacuado, por el sistema de drenaje pluvial, se puede aplicar el método racional la cual nos permite hacer estimaciones de los caudales máximos de escorrentía utilizando las intensidades máximas de precipitación.

A pesar de que han surgido críticas validas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando para el diseño de alcantarillados debido a su simplicidad:

$$Q = CiA$$

**Dónde:**

$Q$  : Caudal máximo de escorrentía.

$C$  : Coeficiente de escorrentía.

$i$  : intensidad máxima de la lluvia para un periodo de duración igual al tiempo de concentración, y para la frecuencia deseada en el diseño.

$A$  : Área de la cuenca.

Si  $i$  está en m/seg y  $A$  en m<sup>2</sup>,  $Q$  resulta en m<sup>3</sup>/seg. Si  $i$  está en mm/h y  $A$  en Ha, entonces  $Q$  en m<sup>3</sup>/seg viene dado por:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 13 km<sup>2</sup>.

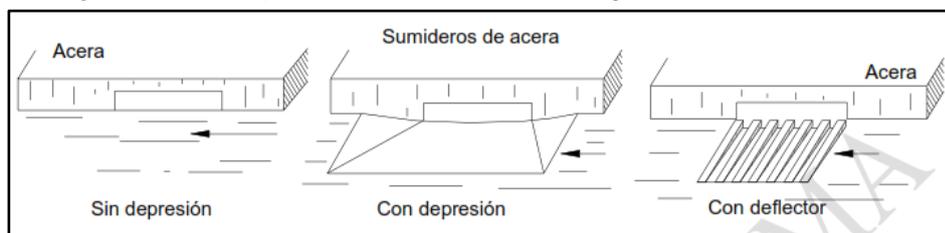
#### 4.1.6. SUMIDEROS.

Son estructuras de captación de las aguas de lluvia, localizadas por lo general antas de las esquinas y permiten interceptar del flujo antes de la zona de tránsito vehicular y peatonal. La elección del tipo de sumidero dependerá del planteamiento hidráulico, economía y de ubicación, la norma OS.060 especifica tres tipos, las cuales cada una tiene sus particularidades.

### **Sumideros Laterales en Sardinel o Solera:**

Este ingreso consiste en la abertura vertical del sardinel a través del cual pasa el flujo de las cunetas. Su utilización se limita a aquellos tramos donde se tenga pendientes longitudinales menores a 3%.

**Figura 4.1.2.- Tipos de sumideros de configuración lateral o solera.**



Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

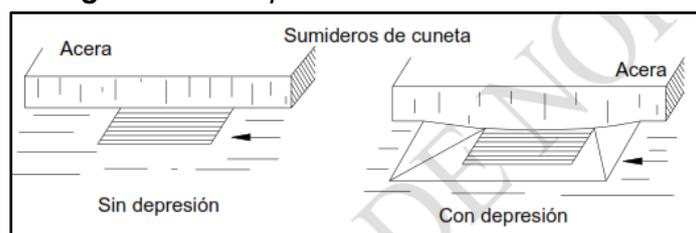
### **Sumideros de fondo:**

Este ingreso consiste en una abertura en la cuneta cubierta por uno o más sumideros. Se utilizarán cuando las pendientes longitudinales de las cunetas sean mayores del 3%.

Las rejillas para este tipo de sumideros serán de barras paralelas a la cuneta. Se podrán agregar barras cruzadas por razones estructurales, pero deberán mantenerse en una posición cercana al fondo de las barras longitudinales.

Los sumideros de fondo pueden tener una depresión para aumentar su capacidad de captación.

**Figura 4.1.3.- Tipos de sumideros de fondo.**

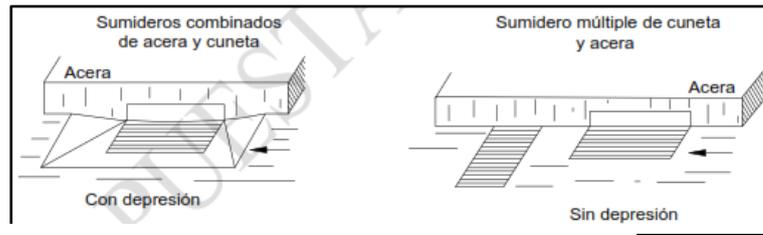


Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

### **Sumideros Mixtos y Combinados:**

Estas unidades consisten en un Sumidero Lateral de Sardinel y un Sumidero de Fondo actuando como una unidad. El diámetro mínimo de los tubos de descarga al buzón de reunión de 10”.

**Figura 4.1.4.- Tipos de sumideros de configuración mixto o combinado.**



**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

#### **Sumideros de Rejillas en Calzada:**

Consiste en una canalización transversal a la calzada y a todo lo ancho, cubierta con rejillas.

#### **4.1.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).**

Es un factor que depende del tipo de suelo, de la infiltración, retención superficial y de la topografía.

Existen tablas de valores correspondientes al coeficiente de escorrentía (C), para distintas características de las superficies y para diferentes tipos de zonas urbanas tal como se observa en las siguientes tablas.

**Tabla 4.1.3.- Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional.**

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1.00
Concreto/Techos	0.75	0.80	0.83	0.86	0.88	0.92	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición promedio (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Áreas de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Tabla 4.1.4.- Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas  
Para 5 y 10 años de Periodo de Retorno**

Características de la superficie	Coeficiente de Escorrentía
Calles	
Pavimento Asfáltico	0,70 - 0,95
Pavimento de concreto	0,80 - 0,95
Pavimento de Adoquines	0,70 - 0,85
Veredas	0,70 - 0,85
Techos y Azoteas	0,75 - 0,95
Césped, suelo arenoso	
Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,05 - 0,10
Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,10 - 0,15
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 - 0,20
Césped, suelo arcilloso	
Plano ( 0 - 2%) Pendiente	0,13 - 0,17
Promedio ( 2 - 7%) Pendiente	0,18 - 0,22
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 - 0,35
Praderas	0,20

Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Tabla 4.1.5.- Coeficientes de Escorrentía en áreas no desarrolladas en función del tipo de suelo.**

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo Arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

**Nota:**

Plano ( 0 - 5%) Pendiente

Ondulando ( 5- 10%) Pendiente

Pronunciado >10% Pendiente

Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

#### 4.1.8. CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA.

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje lo define como un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir el periodo de retorno de la lluvia.

Si el sitio de investigación se encuentra en el área de influencia de un pluviógrafo, es recomendable utilizar directamente las curvas IDF de la misma, caso contrario se podrá calcular precipitaciones menores que 24 horas basado en métodos desarrollado para dicho fin, tales como Dick Peschke. Este método permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas y se expresa de la siguiente manera:

$$P_d = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

**Dónde:**

$P_d$  : Profundidad total (mm)

$d$  : Duración en minutos

$P_{24h}$  : Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Como un método alternativo existe la posibilidad de utilizar las curvas IDF definidas por el estudio regional "Hidrología del Perú" (IILA – UM – SENAMHI 1983 Modificado) cuya expresión es la siguiente:

$$i_{t,T} = a * (1 + K * \text{Log}_{10}T) * (t + b)^{n-1}$$

*Para: t < 3horas*

**Dónde:**

$i_{t,T}$  : Profundidad de la lluvia (mm/hora)

$a$  : Parámetro de intensidad (mm)

$K$  : Parámetro de frecuencia (adimensional)

$b$  : Parámetro de tiempo (hora)

$n$  : Parámetro de duración (adimensional)

$t$  : Duración (hora)

$$P_{24,T} = \varepsilon_g * (1 + K * \text{Log}_{10}T)$$

$$a = \left( \frac{1}{t_g} \right)^n * \varepsilon_g$$

**Dónde:**

$P_{24,T}$  : Máxima precipitación 24 horas para periodo de retorno T.

$T$  : Tiempo de retorno.

$t_g$  : Duración de la lluvia diaria asumiendo un promedio de 15,2 horas para el Perú; pudiendo ser diferente según la condición local.

$K$  :  $K'_g$ , parametro de frecuencia según zona (ver Tabla 3. a).

$b$  : 0,5 horas (costa, centro y sur)

0,4 horas (sierra)

0,2 horas (costa norte y selva)

$\varepsilon_g$  : Parámetro para determinar  $P_{24,T}$

**4.1.8.1. ECUACIÓN DE INTENSIDAD.**

La norma peruana OS.060 define la intensidad de la lluvia como la intensidad promedio para un área de drenaje en particular medido en mm/h, cuya selección se basa en la duración de la precipitación de diseño, que será igual que el tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración, y del periodo de retorno, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{Td}$$

**Dónde:**

$P$  : Profundidad de lluvia (mm)

$Td$  : Duración, dada usualmente en horas

**4.1.8.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.**

Es el tiempo requerido para una gota recorrer el punto más alejado de la cuenca hasta el ingreso a un colector o canal. El tiempo de concentración ( $t_c$ ) es igual a la suma del tiempo de entrada ( $t_o$ ), más el tiempo de recorrido en el colector ( $t_f$ ) o demás componentes del sistema.

$$t_c = t_o + t_f$$

**Dónde:**

$t_o$  : Tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

$t_f$  : tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interes  $\sum \frac{Li}{Vi}$

Para calcular el tiempo de ingreso o tiempo de concentración en caso de no existir conductos se pueden utilizar las siguientes ecuaciones en la Tabla 6.4.1.

El tiempo de flujo  $t_f$  puede ser calculado mediante:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

**Dónde:**

$L_i$  : Longitud del  $i$  – ésimo conducción (ducto o canal) a lo largo de la trayectoria del flujo

$V_i$  : Velocidad del flujo en el ducto o canalización.

En ningún caso el tiempo de concentración debe ser inferior a 10 minutos.

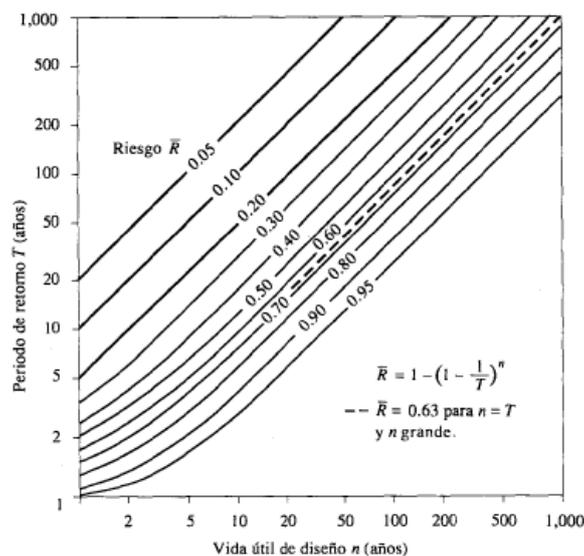
#### 4.1.9. PERIODO DE RETORNO.

El periodo de retorno es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud específica. Cuando se debe seleccionar el periodo de retorno para el diseño, es imprescindible tener en cuenta la relación entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, lo cual estará dada por la siguiente formula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Si la estructura ha sido diseñada para durar  $n$  años, la expresión anterior permite calcular el periodo de retorno  $T$ , especificando el riesgo de falla admisible  $R$ , lo cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente simulada, durante el tiempo de servicio de la estructura.

**Figura 4.1.5.-** Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil.



**Fuente:** CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

En la Tabla 3.7.6 se muestran los valores T para varios riesgos permisibles R y para el tiempo de servicio n de la estructura.

**Tabla 4.1.6.- Valores de Periodo de Retorno T (Años)**

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144
0,99	1	1,11	1,27	1,66	2,7	5	5,9	11	22	44

**Fuente:** MTC. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

La norma peruana de obras sanitarias en el Anexo N° 01 señala los siguientes criterios para la selección de periodo de retorno.

- El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia de la urbanización, correspondiendo a 2 años a pueblos pequeños.
- El sistema mayor de drenaje deberá ser diseño para el periodo de retorno de 25 años.

## 4.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.

### 4.2.1. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD MÍNIMA.

La velocidad mínima que adoptaremos para el proyecto será de 0.90 m/s, la cual garantiza el arrastre hidráulico de los sólidos en los conductos.

### 4.2.2. SELECCIÓN DE LA VELOCIDAD MÁXIMA.

La velocidad seleccionada para nuestro caso de acuerdo a la Tabla 3.7.1, estructuras de concreto armado de  $f'c=175$  Kg/cm<sup>2</sup>, interpolando tenemos un valor igual 2.65 m/s.

### 4.2.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.

Los caudales para el diseño de los colectores serán obtenidos en función a su área tributaria.

El caudal máximo que se genera en la cuenca durante una precipitación máxima lo obtendremos con el método racional, conforme a lo señalado en 4.1.5. CAUDALES DE DISEÑO, aplicable debido a que el área de drenaje es no mayor a 13 Km<sup>2</sup>.

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

**Tabla 4.2.1.-** Caudal máximo de diseño para un periodo de retorno  $Tr=50$  años

CUENCA	AREA (Ha)	C	Tc	INTENSIDAD (mm/hr)	CAUDAL (m3/s)
Pachacutec	10.18	0.80	74.10	61.26	1.39

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.2.2.-** Caudal máximo de diseño para un periodo de retorno  $Tr=25$  años

CUENCA	AREA (Ha)	C	Tc	INTENSIDAD (mm/hr)	CAUDAL (m3/s)
Pachacutec	10.18	0.77	74.10	52.18	1.14

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.4. AREAS TRIBUTARIAS.

Para efectos de cálculo se ha considerado el aporte de las áreas de los techos, pistas y áreas libres (ver Tabla 6.5.1 del Anexo 6.5).

#### 4.2.5. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA.

Para el cálculo del caudal de diseño se deberá evaluar el coeficiente de escorrentía sumando la multiplicación de las áreas parciales por el promedio de los coeficientes de cada una de las áreas parciales, todo ello dividido entre área total drenada.

**Tabla 4.2.3.-Cantidad de áreas contribuyentes de acuerdo al tipo de superficie.**

AREAS DE LAS DIFERENTES SUPERFICIES		
Asfalto	2.27	Ha
Techos	5.54	Ha
Area libre (Patios, lotes baldios, etc) 30% Min.	2.37	Ha

Fuente: Elaboración propia

$$C = \frac{\sum(cxa)}{\sum a}$$

**Dónde:**

$c$  : Coeficiente de escorrentia de cada una de las áreas parciales.

$a$  : Áreas parciales.

$C$  : Coeficiente de escorrentía del área drenada

Para el cálculo de los coeficientes de escorrentía se utilizaran lo valores mostrados en la Tabla 4.1.3.

#### **Calculo del coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno $Tr=50$**

**años:**

$$C = (Asfalto * c_{Tr=50} + Techos * c_{Tr=50} + Area Libre * c_{Tr=50}) / (Area Total)$$

$$C = (2.27Ha * 0.90 + 5.54Ha * 0.88 + 2.37Ha * 0.52) / (10.18Ha)$$

$$C = (8.151Ha) / (10.18Ha)$$

$$C = 0.80$$

#### **Calculo del coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno $Tr=25$**

**años:**

$$C = (Asfalto * c_{Tr=25} + Techos * c_{Tr=25} + Area Libre * c_{Tr=25}) / (Area Total)$$

$$C = (2.27Ha * 0.86 + 5.54Ha * 0.86 + 2.37Ha * 0.49) / (10.18Ha)$$

$$C = (7.878Ha) / (10.18Ha)$$

$$C = 0.70$$

#### 4.2.6. CÁLCULO DE LA CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA.

##### 4.2.6.1. METODO DE DICK-PESCHKE.

En base a la mencionado en 4.1.8 para el cálculo de la curva Intensidad-Duración-Frecuencia aplicaremos la metodología de Dick Peschke a las máximas precipitaciones en 24 horas calculados en el análisis estocástico realizado a los datos de la información pluviométrica.

**Tabla 4.2.4.-** Valores de las Precipitaciones máximas aplicando la Función LOG-GUMBELL.

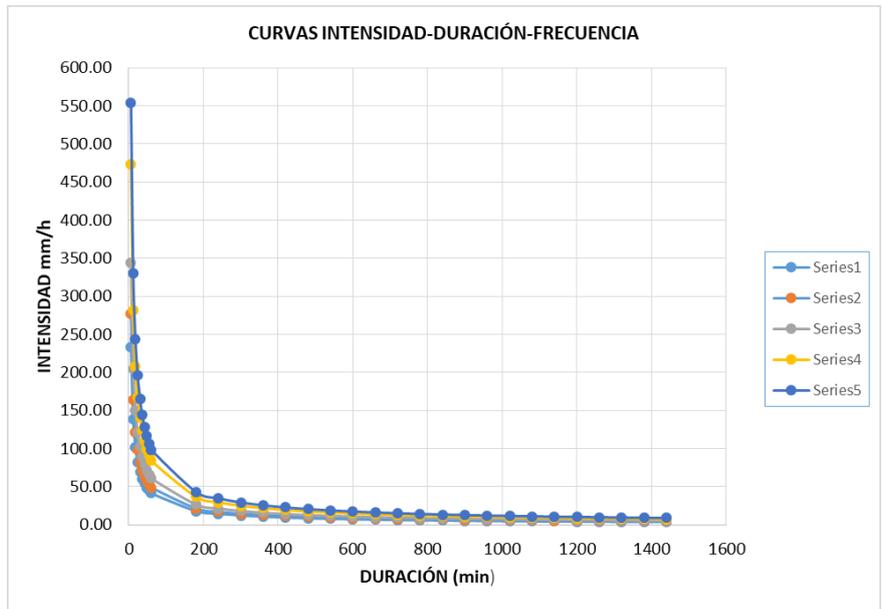
DISTRIBUCION	TIEMPO DE RETORNO					
	5	10	25	50	100	200
LOG GUMBEL	91.88	109.02	135.31	158.84	186.24	218.23

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.2.5.-** Intensidades (mm/hr) para diferentes periodos de retorno aplicando el método de DICK PESCHKE.

t minutos	Tiempo de retorno (años)				
	10	25	50	100	200
6	233.43	276.97	343.78	473.17	554.46
12	138.80	164.69	204.42	281.35	329.68
18	102.41	121.51	150.82	207.57	243.24
24	82.53	97.93	121.55	167.29	196.03
30	69.81	82.83	102.82	141.51	165.82
36	60.89	72.25	89.68	123.42	144.63
42	54.24	64.36	79.88	109.95	128.84
48	49.07	58.23	72.27	99.47	116.56
54	44.92	53.30	66.16	91.06	106.71
60	41.51	49.25	61.13	84.14	98.60
180	18.21	21.61	26.82	36.91	43.25
240	14.68	17.41	21.61	29.75	34.86
300	12.41	14.73	18.28	25.16	29.49
360	10.83	12.85	15.95	21.95	25.72
420	9.65	11.44	14.21	19.55	22.91
480	8.73	10.35	12.85	17.69	20.73
540	7.99	9.48	11.77	16.19	18.98
600	7.38	8.76	10.87	14.96	17.53
660	6.87	8.15	10.12	13.93	16.32
720	6.44	7.64	9.48	13.05	15.29
780	6.06	7.19	8.93	12.29	14.40
840	5.74	6.81	8.45	11.63	13.62
900	5.45	6.46	8.02	11.04	12.94
960	5.19	6.16	7.64	10.52	12.32
1020	4.96	5.88	7.30	10.05	11.78
1080	4.75	5.64	7.00	9.63	11.28
1140	4.56	5.41	6.72	9.25	10.83
1200	4.39	5.21	6.46	8.90	10.43
1260	4.23	5.02	6.23	8.58	10.05
1320	4.09	4.85	6.02	8.28	9.71
1380	3.95	4.69	5.82	8.01	9.39
1440	3.83	4.54	5.64	7.76	9.09

**Figura 4.2.1** Fuente: Elaboración propia *ln-Frecuencia aplicando el método de DICK PESCHKE.*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6.2. METODO IILA-SENAMHI-UNI.

##### DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS:

###### **Parámetros de intensidad:**

La zona del proyecto se encuentra en la Sub-zona 123<sub>13</sub> – San Martín. Del Anexo 6.5 en la Tabla 6.5.2, se obtiene los siguientes parámetros:

$$a = 34.90$$

###### **Parámetros de tiempo:**

b = 0.50 horas (Costa, centro, sur)

b = 0.40 horas (Sierra)

b = 0.20 horas (Costa norte y Selva)

Entonces para la Región San Martín, zona donde se ubica el proyecto.

$$b = 0.20 \text{ horas}$$

###### **Parámetros de duración:**

Del Anexo N° 6.5 en la Tabla 6.5.2, es posible determinar el valor de la duración (n).

$$n = 0.432$$

###### **Parámetros de frecuencia:**

Del Anexo N° 6.5 en la Tabla 6.5.1, se obtiene el parámetro de frecuencia (K)

$$K = 0.553$$

##### PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO:

$$i_{t,T} = a * (1 + K * \text{Log}_{10}T) * (t + b)^{n-1}$$

**Para: T=10 a 180 minutos (T= en horas) y Tr= 10 años.**

$$i_{(10,10)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10}10) * \left(\frac{10}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 95.828 \text{ mm/hr}$$

$$i_{(20,10)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10}10) * \left(\frac{20}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 77.457 \text{ mm/hr}$$

$$i_{(180,10)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10}10) * \left(\frac{180}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 27.994 \text{ mm/hr}$$

**Para: T=10 a 180 minutos (T= en horas) y Tr= 25 años.**

$$i_{(10,25)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10}25) * \left(\frac{10}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 109.406 \text{ mm/hr}$$

$$i_{(20,25)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10} 10) * \left(\frac{20}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 88.433 \text{ mm/hr}$$

$$i_{(180,25)} = 34.90 * (1 + 0.553 \text{Log}_{10} 10) * \left(\frac{180}{60} + 0.20\right)^{0.432-1} \rightarrow i_{max} = 31.961 \text{ mm/hr}$$

**Tabla 4.2.6.- Intensidades (mm/hr) para diferentes periodos de retorno aplicando el método del IILA-SENAMHI-UI.**

T	Tr	Tr
min	10	25
10	95.828	109.406
20	77.457	88.433
30	66.371	75.776
40	58.789	67.120
50	53.200	60.738
60	48.868	55.792
70	45.388	51.819
80	42.516	48.541
90	40.096	45.778
100	38.022	43.409
110	36.219	41.351
120	34.634	39.541
130	33.227	37.935
140	31.967	36.497
150	30.831	35.199
160	29.799	34.022
170	28.858	32.947
180	27.994	31.961

Fuente: Elaboración propia

#### Ecuación de Talbot:

$$I_{max} = \frac{a}{b + D}$$

$$b_1 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} = \frac{\sum Y}{n} - b_1 \frac{\sum X}{n}$$

**a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>** Se puede calcular con las fórmulas establecidas de los mínimos cuadrados:

$$a = \frac{1}{b_1} \quad b = \frac{a_1}{b_1}$$

**X=D=T=** Duración (minutos)

$$Y = 1/I_{(T,Tr)}$$

**Para: T=10 a 180 minutos y Tr= 10 años.**

$$Y_1 = \frac{1}{95.828} = 0.010$$

$$Y_2 = \frac{1}{77.457} = 0.013$$

$$Y_{18} = \frac{1}{27.994} = 0.036$$

Para: T= 10 a 180 min. Y Tr= 25 años.

$$Y_1 = \frac{1}{109.406} = 0.009$$

$$Y_2 = \frac{1}{88.433} = 0.011$$

$$Y_{18} = \frac{1}{31.961} = 0.031$$

**Tabla 4.2.7.-** Resumen de los valores para el cálculo de los parámetros de Talbot.

TIEMPO DE RETORNO = 10 AÑOS				
n=18	X=T (Min)	Y=1/i	XY	χ <sup>2</sup>
1	10	0.010	0.104	100
2	20	0.013	0.258	400
3	30	0.015	0.452	900
4	40	0.017	0.680	1600
5	50	0.019	0.940	2500
6	60	0.020	1.228	3600
7	70	0.022	1.542	4900
8	80	0.024	1.882	6400
9	90	0.025	2.245	8100
10	100	0.026	2.630	10000
11	110	0.028	3.037	12100
12	120	0.029	3.465	14400
13	130	0.030	3.913	16900
14	140	0.031	4.380	19600
15	150	0.032	4.865	22500
16	160	0.034	5.369	25600
17	170	0.035	5.891	28900
18	180	0.036	6.430	32400
Σ=	1710	0.446	49.310	210900
Promedio	95	0.025	2.739	11716.667

TIEMPO DE RETORNO = 25 AÑOS				
n=18	X=T (Min)	Y=1/i	XY	χ <sup>2</sup>
1	10	0.009	0.091	100
2	20	0.011	0.226	400
3	30	0.013	0.396	900
4	40	0.015	0.596	1600
5	50	0.016	0.823	2500
6	60	0.018	1.075	3600
7	70	0.019	1.351	4900
8	80	0.021	1.648	6400
9	90	0.022	1.966	8100
10	100	0.023	2.304	10000
11	110	0.024	2.660	12100
12	120	0.025	3.035	14400
13	130	0.026	3.427	16900
14	140	0.027	3.836	19600
15	150	0.028	4.261	22500
16	160	0.029	4.703	25600
17	170	0.030	5.160	28900
18	180	0.031	5.632	32400
Σ=	1710	0.390	43.190	210900
Promedio	95	0.022	2.399	11716.667

Fuente: Elaboración propia

**parámetros estadísticos de Talbot:**

Aplicando las formulas de la ecuación de Talbot para calcular los mínimos cuadrados tenemos la siguiente tabla.

**Tabla 4.2.8.-** Resultado de los parámetros de Talbot.

Tr	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	a	b
10	0.01110	0.000144	6952.773	77.161
25	0.00972	0.000126	7937.985	77.161

Fuente: Elaboración propia

**RESULTADOS:**

Intensidad máxima ajustada:

$$i_{max} = \frac{a}{b + D}$$

**Para: T=10 a 180 minutos y Tr= 10 años.**

$$I_{max} = \frac{6952.773}{77.161 + 10} = 79.770 \text{ mm/hr}$$

$$I_{max} = \frac{6952.773}{77.161 + 20} = 71.560 \text{ mm/hr}$$

$$I_{max} = \frac{6952.773}{77.161 + 180} = 27.037 \text{ mm/hr}$$

**Para: T= 10 a 180 min. Y Tr= 25 años.**

$$I_{max} = \frac{7937.985}{77.161 + 10} = 91.073 \text{ mm/hr}$$

$$I_{max} = \frac{7937.985}{77.161 + 20} = 81.700 \text{ mm/hr}$$

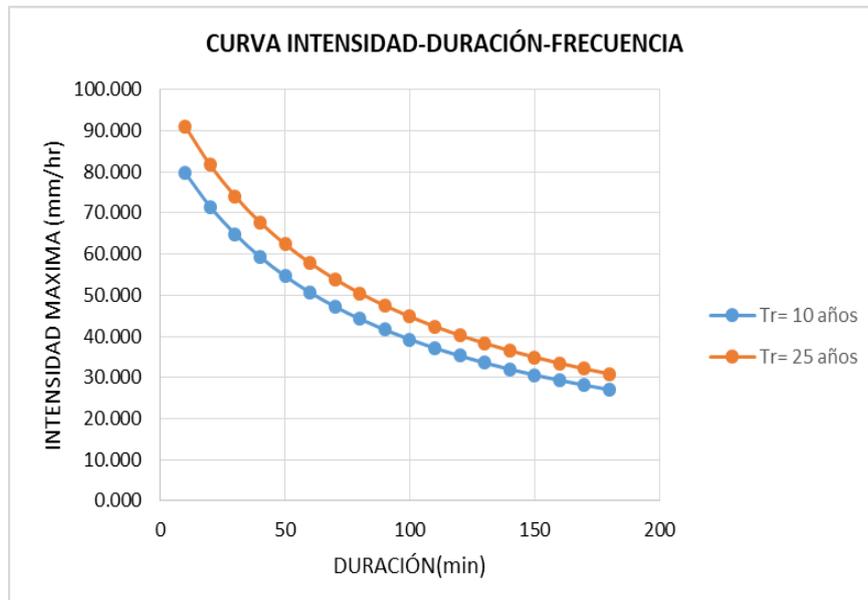
$$I_{max} = \frac{7937.985}{77.161 + 180} = 30.868 \text{ mm/hr}$$

**Tabla 4.2.9.- Intensidades máximas ajustadas mediante la ecuación de Talbot.**

T	Tr	Tr
min	10	25
10	79.770	91.073
20	71.560	81.700
30	64.882	74.076
40	59.344	67.753
50	54.677	62.425
60	50.691	57.874
70	47.246	53.941
80	44.240	50.509
90	41.593	47.487
100	39.246	44.807
110	37.149	42.413
120	35.265	40.262
130	33.562	38.318
140	32.017	36.554
150	30.607	34.944
160	29.317	33.471
170	28.131	32.117
180	27.037	30.868

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.2.2.- Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia aplicando el método del IILA-SENAMHI-UI.**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

Para el cálculo de este parámetro primero evaluaremos el tiempo de concentración sobre la superficie es decir el tiempo que tarda la gota más alejada en llegar al sistema de drenaje, y se puede utilizar las fórmulas de la Tabla 6.4.1.

**Tabla 4.2.10.-** Parámetros geomorfológicos para el cálculo del tiempo de concentración ( $T_c$ ) de la Micro-cuenca del Choclino.

CUENCA	AREA (Km <sup>2</sup> )	COTA MAXIMA	COTA MINIMO	LONGITUD PRINCIPAL (Km)	PENDIENTE (m/m)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA (C)
Choclino	5.334	800.00	200.00	7.099	0.085	0.77

Fuente: Elaboración propia

##### 4.2.7.1. FÓRMULA DE KIRPICH (1940).

Propuesto por Z.P. Kirpich en su publicación “Tiempo de concentración de pequeñas cuencas agrícolas” en 1940 cuya adaptación al sistema métrico es la siguiente expresión:

$$T_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

**Dónde:**

$T_c$  : Tiempo de concentracion en minutos.

$L$  : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, (m)

$S$  : Pendiente promedio de la cuenca, (m/m)

$$T_c = 0.01947 * (7.099 * 1000)^{0.77} * (0.085)^{-0.385}$$

$$T_c = 46.55 \text{ min}$$

##### 4.2.7.2. FÓRMULA DE PASSINI.

Por su parte Passini mejorando una fórmula de Ventura adopta la siguiente formula:

$$T_c = \frac{[0,108 * (A * L)^{1/3}]}{S^{0,5}}$$

**Dónde:**

$T_c$  : Tiempo de concentracion en horas.

$A$  : Superficie de la cuenca en Kilómetros cuadrados, (Km<sup>2</sup>)

$L$  : Longitud de la cuenca en Kilómetros, (km)

$S$  : Pendiente promedio de la cuenca, (m/m)

El valor numérico adoptado por Passini para el coeficiente  $\alpha=0,108$ , para Ventura este valor que depende de la pendiente se entre  $0,04 \leq \alpha \leq 0,13$ .

$$T_c = \frac{[0,108 * (5.334 * 7.099)^{1/3}]}{0.085^{0.5}}$$

$$T_c = 1.25 \text{ hrs}$$

$$T_c = 74.85 \text{ min}$$

#### 4.2.7.3. FÓRMULA DE GIANDOTTI (1934).

Este indicador fue propuesto por el italiano M. Giandotti en el año de 1934, en la publicación “Previsión de las inundaciones y de los escasos cursos de agua”, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1,5L}{25,3 * \sqrt{S * L}}$$

**Dónde:**

$T_c$  : Tiempo de concentracion en horas.

$A$  : Superficie de la cuenca en Kilómetros cuadrados, (Km<sup>2</sup>)

$L$  : Longitud de la cuenca en Kilómetros, (km)

$S$  : Pendiente promedio de la cuenca, (m/m)

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{5.334} + 1,5 * 7.099}{25,3 * \sqrt{0.085 * 7.099}}$$

$$t_c = 1.01 \text{ hrs}$$

$$t_c = 60.89 \text{ min}$$

#### 4.2.7.4. FÓRMULA DE BRANSBY WILLIAMS (1922).

Formulado por primera vez en el año 1922 por George Bransby Williams en su artículo publicado con el título de “Descarga de inundaciones y dimensiones de los vertederos en la India”, solo para cuencas circulares, pero se han hecho deducciones al respecto lo cual genero la siguiente expresión:

$$T_c = 14,6 * \frac{L}{A^{0.1} * S^{0.2}}$$

**Dónde:**

$T_c$  : Tiempo de concentracion en minutos.

$A$  : Superficie de la cuenca en Kilómetros cuadrados, (Km<sup>2</sup>)

$L$  : Longitud de la cuenca en Kilómetros, (km)

$S$  : Pendiente promedio de la cuenca, (m/m)

$$T_c = 14,6 * \frac{7.099}{5.334^{0,1} * 0.085^{0,2}}$$

$$T_c = 143.70 \text{ min}$$

#### 4.2.7.5. FÓRMULA DE LA FEDERAL AVIATION AGENCY (1970).

Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cunetas urbanas.

$$T_c = 0,7035 * \frac{(1,1 - C) * L^{0,50}}{S^{0,333}}$$

**Dónde:**

$T_c$  : Tiempo de concentracion en minutos.

$C$  : Coeficiente de escorrentia del método racional

$L$  : Longitud del flujo supercial, (m)

$S$  : Pendiente promedio de la superficie, (m/m)

$$T_c = 0,7035 * \frac{(1,1 - 0.77) * (7.099 * 1000)^{0,50}}{0.085^{0,333}}$$

$$T_c = 44.53 \text{ min}$$

**Tabla 4.2.11.-** Resumen de los resultados para el tiempo de concentración ( $T_c$ ) de la Micro-cuenca del Choclino.

METODO PARA CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Min)					Tc Promedio
Kirpich	Passini	Giandotti	Bransby Williams	Federal Aviation Administratio	
46.55	74.85	60.89	143.70	44.53	74.10

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2.8. SELECCIÓN DEL PERIODO DE RETORNO.

La selección del periodo de retorno para el diseño del proyecto se realizara bajo el criterio del análisis del riesgo, este riesgo hidrológico natural o inherente, de falla puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

- La vida útil para nuestro proyecto será de:  $n= 20$  años.
- Probabilidad de no ocurrencia del evento para  $n=20$  años:  $R=0.331$

$$0.331 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{20}$$
$$T = \frac{1}{1 - (1 - 0.331)^{1/20}}$$

Operando se encuentra que  $T= 50.20$  años

Si  $T= 50$  años, el riesgo de falla en  $n=25$  años es:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{50}\right)^{25}$$

$$R = 0.397$$

La probabilidad de que la capacidad no sea excedida durante este periodo de 25 años es  $1-0.397= 0.603$  ó 60.3%.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1. CONCLUSIONES.

- El proyecto “Diseño del drenaje pluvial para mejorar la transitabilidad en la AA.VV. Pachacútec del Distrito de la Banda de Shilcayo, San Martín 2016”, no generará impactos negativos significativos debido que la magnitud de las obras es limitada, presenta temporalidad y son mitigables a través de acciones adecuadas de gestión ambiental.
- Los elementos ambientales que sufren impactos adversos significativos son el aire y el suelo. A este último se le identifica (en algunos casos) un impacto adverso significativo, mas por el valor ambiental que por el daño que puede sufrir durante las actividades de construcción.
- Las condiciones laborales se verán afectadas positivamente en todos los casos por la demanda de mano de obra local, para acciones correspondientes a la construcción y mantenimiento de las obras.
- Los materiales pétreos y cementantes empleados en la construcción no supone un riesgo a la salud por sus características toxicas, únicamente una acumulación de partículas en los pulmones pueden generar alguna complicación, pero debido al factor de dilución por ser una actividad desarrollada al aire libre, y a que los materiales se mantienen húmedos, no se tienen reportes de enfermedades en esta actividad.
- Igualmente se muestran algunos impactos temporales, en el momento del mezclado, como la generación de **solventes, residuos de cemento y gases generados durante el proceso de mezclado**, estos gases son tanto producto de la combinación como de la volatilización de algunos componentes del cemento, por lo que se sugiere el uso de mascarillas.
- En la etapa de operación, predomina la ocurrencia de impactos positivos, puesto que la operatividad del drenaje pluvial mejorará las redes de transportes, optimizando la transitabilidad en la zona del proyecto.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda la ejecución del proyecto antes o después de la temporada de lluvia.
- La contratista encargada de la etapa de construcción debe comprometerse a cumplir con las recomendaciones y medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental, establecido en el presente estudio, ya que de esto dependerá que no exista en el futuro conflictos con la población y organismos ambientales gubernamentales y no gubernamentales.
- Apoyar los planes y programas de educación y sensibilización de la comunidad beneficiaria y del personal de obr

### 5.3. INFORMACIÓN METEOROLOGICA.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Servicio Nacional de  
Meteorología e Hidrología  
del Perú - SENAMHI

Dirección

**INFORMACION METEOROLOGICA  
PARA: OSCAR GOMEZ REATEGUI  
SEGÚN PROFORMA N° 224-DZ-9/2016**

**ESTACION: CO "TARAPOTO"**

Latitud : 06° 28'  
Longitud : 76° 22'  
Altura : 356 m.s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : SAN MARTIN  
Distrito : TARAPOTO

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS EN (mm.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1996	65.0	15.0	42.0	19.0	25.0	15.0	10.0	21.0	14.0	16.0	26.0	77.0	77.0
1997	25.0	35.0	34.0	20.0	47.0	8.0	15.0	36.0	40.0	10.0	20.0	53.0	53.0
1998	26.0	29.0	39.3	72.0	48.0	49.0	10.0	15.0	80.0	37.0	10.6	32.3	72.0
1999	79.3	42.5	15.6	18.9	54.5	17.5	27.9	23.0	11.3	17.3	48.8	46.5	79.3
2000	27.5	34.2	35.0	34.7	30.2	12.6	17.5	52.6	82.5	19.4	24.2	30.3	82.5
2001	16.2	32.0	14.8	75.9	40.3	13.8	40.6	21.3	24.3	61.0	30.0	42.2	75.9
2002	9.3	30.0	54.0	39.8	12.5	43.6	36.3	7.1	5.8	32.3	27.5	20.7	54.0
2003	74.0	37.0	54.6	33.1	37.6	27.5	17.8	18.0	18.0	84.5	40.2	52.2	84.5
2004	15.8	64.2	24.0	26.2	48.1	30.7	25.7	25.6	28.2	33.2	16.2	59.9	64.2
2005	15.9	33.7	48.8	44.0	22.4	26.8	16.3	15.5	26.0	45.0	71.0	9.3	71.0
2006	38.5	44.5	41.5	52.0	39.0	17.3	113.3	7.0	18.5	39.2	74.0	28.0	113.3
2007	37.0	7.5	48.0	21.0	45.4	16.5	60.0	46.2	45.2	37.8	63.5	18.5	63.5
2008	25.6	91.0	27.5	51.0	25.6	24.0	9.3	10.4	38.0	17.4	18.0	15.3	91.0
2009	29.4	49.0	28.0	35.5	36.5	47.0	9.1	25.0	31.5	18.4	25.5	42.0	49.0
2010	32.2	62.4	17.8	72.8	31.6	40.6	6.1	44.5	23.9	27.7	98.4	47.8	98.4
2011	42.4	11.8	63.2	51.9	31.5	65.2	49.2	14.5	21.6	24.6	49.2	61.8	65.2
2012	71.7	35.6	53.1	100.5	40.8	28.8	20.0	6.3	31.2	40.2	15.6	82.4	100.5
2013	71.7	32.7	45.3	27.4	32.1	20.1	15.0	49.0	41.8	27.0	64.5	28.4	71.7
2014	33.4	29.5	60.3	37.6	32.1	13.2	32.5	22.4	28.2	89.5	46.1	26.0	89.5
2015	28.4	40.9	16.4	43.7	34.4	40.2	12.8	34.6	13.7	32.9	64.2	60.3	64.2
MAXIMA	79.3	91.0	63.2	100.5	54.5	65.2	113.3	52.6	82.5	89.5	98.4	82.4	113.3

**NOTA** LA PRESENTE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPÓSITO DE LA SOLICITUD QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

Tarapoto, 1 de julio del 2016



*Julio Ernesto Urbión del Carpio*  
Ing. Meteorólogo  
DIRECTOR ZONAL 9  
SENAMHI



#### 5.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

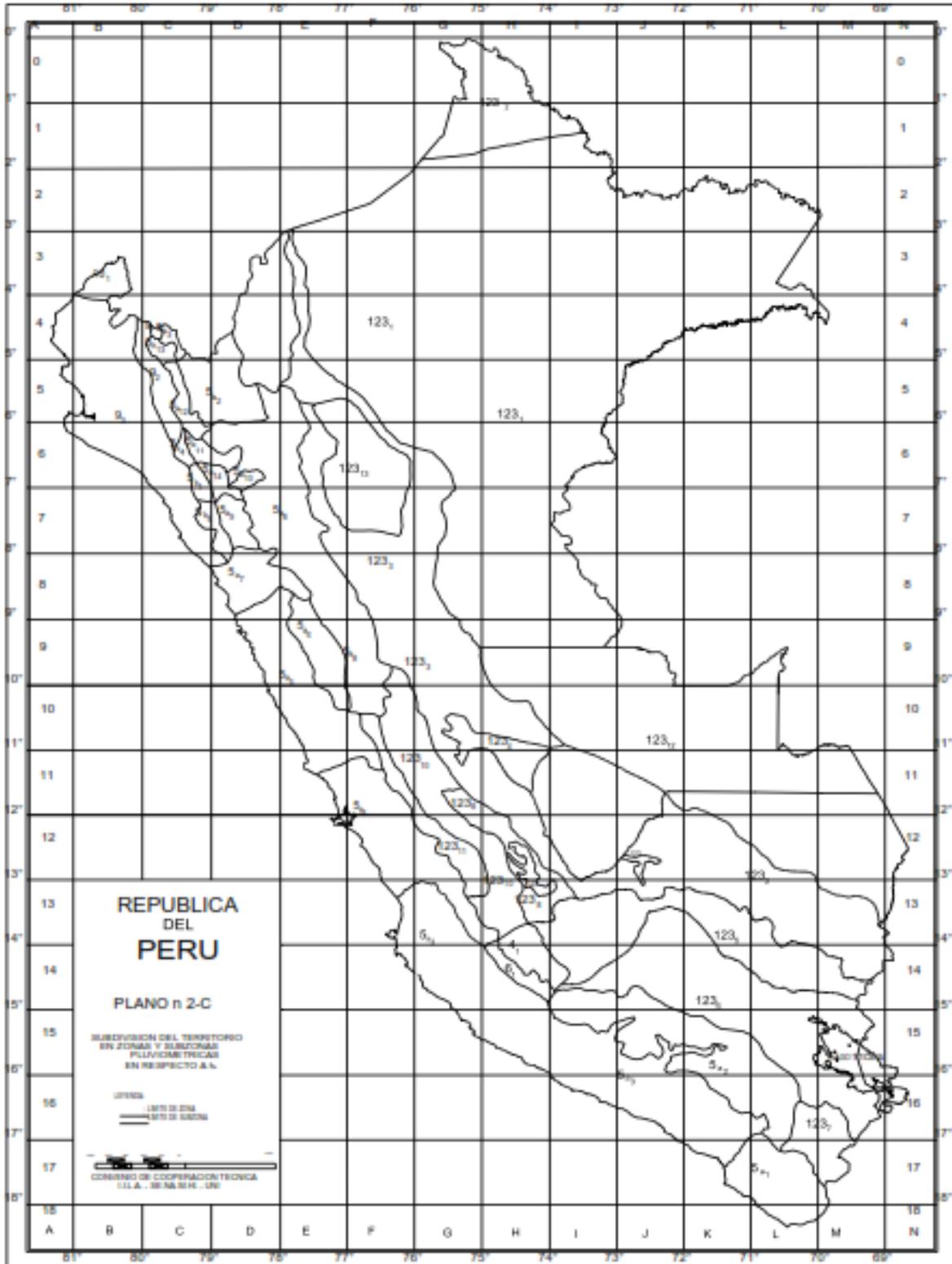
**Tabla 5.4.1.- Formulas para el cálculo del tiempo de concentración.**

METODO Y FECHA	FORMULA PARA Tc(min)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0,01947 * L^{0,77} * S^{-0,385}$ $t_c = 0,0195 * L^{0,77} * S^{-0,385}$ <p><math>L</math> : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m  <math>S</math> : Pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS de siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3% a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto asfalto, multiplicar $t_c$ por 0,4; para canales de concreto, multiplicar por 0,2; sin ajustes para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$ <p><math>L</math> : Longitud del curso de agua mas largo, m  <math>H</math> : diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m</p>	Escencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525 * (0,0000276 * i + c) * L^{0,33}}{S^{0,333} * i^{0,667}}$ <p><math>i</math> : Intensidad de lluvia, mm/h  <math>c</math> : Coeficiente de retardo  <math>L</math> : Longitud de la trayectoria de flujo, m  <math>S</math> : Pendiente de la trayectoria de flujo, m/m</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y áreas de césped ; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0,0070 para pavimentos muy lisos hasta 0,012 para pavimentos de concreto y 0,06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de $i$ por $L$ debe ser $\leq 3800$
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0,7035 * \frac{(1,1 - C) * L^{0,50}}{S^{0,333}}$ <p><math>C</math> : Coeficiente de escorrentía del método racional  <math>L</math> : Longitud del flujo superficial, m  <math>S</math> : Pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cunetas urbanas.
Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) Aron y Erborge (1973)	$t_c = \frac{7 * L^{0,6} * n^{0,6}}{i^{0,4} * S^{0,3}}$ <p><math>L</math> : Longitud del flujo superficial, m  <math>n</math> : Coeficiente de rugosidad de Manning  <math>i</math> : Intensidad de lluvia, mm/h  <math>S</math> : Pendiente promedio del terreno m/m</p>	Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto $i$ (intensidad de lluvia) como $t_c$ son desconocidos; la superposición de una curva de intensidad-duración-frecuencia da una solución gráfica directa para $t_c$ .
Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{0,0136 * L^{0,8} * \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0,7}}{S^{0,5}}$ <p><math>L</math> : Longitud hidráulica de la cuenca (mayor trayectoria de flujo), m  <math>CN</math> : Numero de curva SCS  <math>S</math> : Pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 810 ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que $t_c = 1,67$ veces el retrato de la cuenca.

Fuente: CHOW, VENT. Hidrología aplicada.

## 5.5. ZONAS Y SUB-ZONAS PLUVIOMETRICAS.

Figura 5.5.1.-Mapa de subdivisión del territorio en zonas y sub-zonas pluviométricas.



Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Tabla 5.5.1.- Subdivisión del territorio en zonas y sub-zonas pluviométricas y valores de los parámetros  $K'_g$  y  $\epsilon_g$  que definen la distribución de probabilidades de  $h_g$  en cada punto de estas**

ZONA	$K'_g$	SUBZONA	$\epsilon_g$
123	$K'_g = 0,553$	123 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 85,0$
		123 <sub>2</sub>	$\epsilon_g = 75,0$
		123 <sub>3</sub>	$\epsilon_g = 100 - 0,022 Y$
		123 <sub>4</sub>	$\epsilon_g = 70 - 0,019 Y$
		123 <sub>5</sub>	$\epsilon_g = 24,0$
		123 <sub>6</sub>	$\epsilon_g = 30,5$
		123 <sub>7</sub>	$\epsilon_g = -2 + 0,006 Y$
		123 <sub>8</sub>	$\epsilon_g = 26,6$
		123 <sub>9</sub>	$\epsilon_g = 23,3$
		123 <sub>10</sub>	$\epsilon_g = 6 + 0,005 Y$
		123 <sub>11</sub>	$\epsilon_g = 1 + 0,005 Y$
		123 <sub>12</sub>	$\epsilon_g = 75,0$
		123 <sub>13</sub>	$\epsilon_g = 70$
4	$K'_g = 0,861$	4 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 20$
5a	$K'_g = 11 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	5 a <sub>1</sub>	$\epsilon_g = -7,6 + 0,006 Y$ (Y > 2300)
		5 a <sub>2</sub>	$\epsilon_g = 32 - 0,177 D_c$
		5 a <sub>3</sub>	$\epsilon_g = -13 + 0,010 Y$ (Y > 2300)
		5 a <sub>4</sub>	$\epsilon_g = 3,8 + 0,0053 Y$ (Y > 1500)
		5 a <sub>5</sub>	$\epsilon_g = -6 + 0,007 Y$ (Y > 2300)
		5 a <sub>6</sub>	$\epsilon_g = 1,4 + 0,0067$
		5 a <sub>7</sub>	$\epsilon_g = -2 + 0,007 Y$ (Y > 2000)
		5 a <sub>8</sub>	$\epsilon_g = 24 + 0,0025 Y$
		5 a <sub>9</sub>	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
		5 a <sub>10</sub>	$\epsilon_g = 18,8 + 0,0028 Y$
		5 a <sub>11</sub>	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5 a <sub>12</sub>	$\epsilon_g = 19,0 + 0,005 Y$
		5 a <sub>13</sub>	$\epsilon_g = 23,0 + 0,0143 Y$
		5 a <sub>14</sub>	$\epsilon_g = 4,0 + 0,010 Y$
5b	$K'_g = 130 \cdot \epsilon_g^{-1,4}$	5 b <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 4 + 0,010 Y$ (Y > 1000)
		5 b <sub>2</sub>	$\epsilon_g = 41,0$
		5 b <sub>3</sub>	$\epsilon_g = 23,0 + 0,143 Y$
		5 b <sub>4</sub>	$\epsilon_g = 32,4 + 0,004 Y$
		5 b <sub>5</sub>	$\epsilon_g = 9,4 + 0,0067 Y$
6	$K'_g = 5,4 \cdot \epsilon_g^{-0,6}$	6 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 30 - 0,50 D_c$
9	$K'_g = 22,5 \cdot \epsilon_g^{-0,85}$	9 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 61,5$
		9 <sub>2</sub>	$\epsilon_g = -4,5 + 0,323 D_m$ (30 ≤ D <sub>m</sub> ≤ 110)
		9 <sub>3</sub>	$\epsilon_g = 31 + 0,475(D_m - 110)$ (D <sub>m</sub> ≤ 110)
10	$K'_g = 1,45$	10 <sub>1</sub>	$\epsilon_g = 12,5 + 0,95 D_m$

**Y** : Altitud en msnm

**D<sub>c</sub>** : Distancia a la cordillera en Km

**D<sub>m</sub>** : Distancia al mar en Km

**Fuente:** NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Tabla 5.5.2.-** Valores de los parámetros  $a$  y  $n$  que, junto con  $K'$ , definen las curvas de probabilidad pluviométrica en cada punto de las sub-zonas.

SUNZONA	ESTACION	Nº TOTAL DE ESTACIONES	VALOR DE $n$	VALOR DE $a$
123 <sub>1</sub>	321-385	2	0,357	32,2
123 <sub>3</sub>	384-787-805	3	0,405	$a = 37,85 - 0,0083 Y$
123 <sub>13</sub>	244-193	2	0,432	
123 <sub>5</sub>	850-903	2	0,353	9,2
123 <sub>6</sub>	840-913-918	4	0,380	11
	958			
123 <sub>8</sub>	654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	0,232	14
123 <sub>9</sub>	769	1	0,242	12,1
	446-557-594	14	0,254	$a = 3,01 + 0,0025 Y$
123 <sub>10</sub>	653-672-696			
	708-711-712			
	715-717-724			
	757-773			
123 <sub>11</sub>	508-667-719	5	0,286	$a = 0,46 + 0,0023 Y$
	750-771			
5 a <sub>2</sub>	935-968	2	0,301	$a = 14,1 - 0,078 D_C$
5 a <sub>5</sub>	559	1	0,303	$a = -2,6 + 0,0031 Y$
5 a <sub>10</sub>	248	1	0,434	$a = 5,80 - 0,0009 Y$

Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

**Tabla 5.5.3.-** Estaciones pluviográficas: valor de  $t$  para el cual resulta  $\epsilon t = \epsilon g$

COD.	ESTACION	$t_g$	COD.	ESTACION	$t_g$
193	Moyobamba	15,2	695	Chihirocha	19,6
244	Porvenir	13,5	708	Palaco	10,6
248	Bambamarca	15,2	709	Ranra	12,3
321	Contamana	15,3	711	Telleria	12,8
384	Uchiza	15,4	712	Acostambo	15,3
508	Oyon	15,5	713	Pajayagra	14,4
559	Picoy	15,5	714	Huancayoccasa	13,4
805	Quincemil	19,1	715	Los Nogales	13,9
903	Progreso	10,5	717	Pampas	16,5
968	Sibayo	15,9	719	Cercapuquio	8,5
958	Huaraya Moyo	17,5	724	Kichuas	16,9
557	Upamayo	19,4	723	Villena	8,7
594	Hueque	16,4	745	Santa Rosa	16,2
653	Pachacayo	16,1	750	Chillicocho	15,7
654	Mantaro	11,9	752	Churcampa	16,3
667	Yauricocha	17,5	757	Huancavelica	16,3
674	Huaytapallana	14,8	769	Huanta	16,0
679	Angasmayo	12,1	771	Astobamba	20,0

Fuente: NORMA OS-060. Drenaje pluvial urbano

## 5.6. ÁREAS TRIBUTARIAS

*Tabla 5.6.1.- Áreas tributarias de los Lotes.*

AREAS TRIBUTARIAS		
UBICACIÓN	CODIGO	ÁREA (Ha)
LOSA DEPORTIVA SATÉLITE	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 01)	0.33173
CEMENTERIO	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 02)	1.83680
MANZANA "D"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 03)	0.11438
MANZANA "C"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 04)	0.13235
MANZANA "B"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 05)	0.11660
MANZANA "A"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 06)	0.20900
MANZANA "A"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 07)	0.21993
MANZANA "B"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 08)	0.11391
MANZANA "C"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 09)	0.14003
MANZANA "D"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 10)	0.11014
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 11)	0.30139
MANZANA "E"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 12)	0.24373
MANZANA "F"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 13)	0.10937
MANZANA "G"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 14)	0.12896
MANZANA "H"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 15)	0.12285
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 16)	0.07881
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 17)	0.15687
MANZANA "E"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 18)	0.25661
MANZANA "F"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 19)	0.10903
MANZANA "G"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 20)	0.13399
MANZANA "H"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 21)	0.12000
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 22)	0.15523
MANZANA "I"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 23)	0.06100
MANZANA "I"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 24)	0.16117
MANZANA "J"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 25)	0.11430
MANZANA "K"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 26)	0.13775
MANZANA "L"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 27)	0.12000
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 28)	0.20000
MANZANA "I"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 29)	0.04717
MANZANA "J"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 30)	0.04000
MANZANA "J"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 31)	0.04000
MANZANA "J"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 32)	0.04000
MANZANA "K"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 33)	0.13557
MANZANA "L"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 34)	0.11700
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 35)	0.20003
MANZANA "M"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 36)	0.08148
MANZANA "N"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 37)	0.13914
MANZANA "Ñ"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 38)	0.11469
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 39)	0.11799
MANZANA "M"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 40)	0.05411
MANZANA "N"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 41)	0.13785
MANZANA "Ñ"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 42)	0.04061
MANZANA "Ñ"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 43)	0.03613
MANZANA "Ñ"	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 44)	0.03197
AA.VV PRIMAVERA	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 45)	0.14163
BARRIO 21 DE SETIEMBRE	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 46)	0.10908
BARRIO 21 DE SETIEMBRE	Area Tributaria -(A <sub>T</sub> 47)	0.11751

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.6.2.- Áreas tributarias de las vías.**

AREAS TRIBUTARIAS		
UBICACIÓN	CODIGO	ÁREA (Ha)
JR. LOS ANGELES	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 01)	0.17234
JR. LOS ANGELES	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 02)	0.04205
JR. LOS ANGELES	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 03)	0.04072
JR. LOS ANGELES	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 04)	0.03571
JR. LOS ANGELES	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 05)	0.05446
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 06)	0.05852
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 07)	0.05853
JR. FRANCISCO IZQUIERDO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 08)	0.07125
JR. FRANCISCO IZQUIERDO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 09)	0.07131
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 10)	0.02984
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 11)	0.02991
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 12)	0.03657
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 13)	0.03649
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 14)	0.03080
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 15)	0.03087
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 16)	0.05610
JR. 02 DE AGOSTO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 17)	0.05622
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 18)	0.05022
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 19)	0.05910
JR. LA UNION	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 20)	0.11171
JR. LA UNION	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 21)	0.11183
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 22)	0.02666
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 23)	0.03118
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 24)	0.02996
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 25)	0.03547
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 26)	0.02683
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 27)	0.03146
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 28)	0.05504
JR. INCA PACHACUTEC	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 29)	0.06452
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 30)	0.01556
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 31)	0.01555
JR. CESAR VALLEJO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 32)	0.14094
JR. CESAR VALLEJO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 33)	0.14149
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 34)	0.02237
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 35)	0.02240
JR. LA OROYA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 36)	0.08222
JR. LA OROYA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 37)	0.08172
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 38)	0.01851
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 39)	0.01870
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 40)	0.05943
JR. LA MOLINA	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 41)	0.05965
JR. CHOCLINO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 42)	0.01888
JR. CHOCLINO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 43)	0.01914
JR. CHOCLINO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 44)	0.02229
JR. CHOCLINO	Via Tributaria -(V <sub>T</sub> 45)	0.02272

**RECOLECCION DE DATOS - ENCUESTA**

**Jr. INCA PACHACUTEC (Entre Cdra. 01 y 04)**



**Jr. LA MOLINA (Entre Cdra. 02 y 04)**



**Jr. LOS ANGELES (Entre Cdra. 01 y 04)**



**Jr. CESAR VALLEJO (Entre Cdra. 01 y 04)**

