

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL**



---

---

**“PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO Y LA  
INFLUENCIA EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL  
DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2018”**

---

---

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**ELABORADO POR:**

BACH. VILLALOBOS PUJAY, KAROL WALTER

**ASESOR:**

ING. BOYANOVICH ORDOÑEZ, LILI TATIANA

HUÁNUCO – PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
*Facultad de Ingeniería*

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:20 horas del día 28 del mes de MAYO del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

M.G. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS (Presidente)  
ING. JOSUÉ CHOQUEVILCA CHINOVEL (Secretario)  
ING. JUAN ALEX ALVARADO ROMERO (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 522-2019-D-FI-UOH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO Y LA INEFICIENCIA EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2018"

presentado por el (la) Bachiller VILLALBOS PIJAY KAROL WALTER, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 17:50 horas del día 28 del mes de MAYO del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mi pareja y a mis amigos quienes me brindaron su apoyo incondicional en la investigación de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad de Huánuco, Facultad de Ingeniería, a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil por acogerme durante mi formación profesional.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil quienes con sus experiencias, conocimientos y consejos me guiaron en mi vida universitaria.

A mi asesor la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez por su apoyo incondicional para hacer posible la materialización de este trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE GRAFICOS.....	x
INDICE DE IMAGEN.....	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema.....	19
1.2. Formulación del problema.....	21
1.3. Objetivo general.....	21
1.4. Objetivos específicos.....	21
1.5. Justificación de la investigación.....	22
1.6. Limitaciones de la investigación.....	23
1.7. Viabilidad de la investigación.....	23

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	25
2.2 Bases teóricas.....	38
2.3 Definiciones conceptuales.....	79
2.4 Hipótesis.....	83
2.5 Variables.....	83
2.5.1 Variable dependiente.....	83
2.5.2 Variable independiente.....	83
2.6 Operacionalización de variables (Dimensiones e Indicadores).....	84

**CAPITULO III**  
**METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

3.1	Tipo de investigación.....	85
3.1.1	Enfoque.....	85
3.1.2	Alcance o nivel.....	85
3.1.3	Diseño.....	85
3.2	Población y muestra.....	86
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	87
3.3.1	Para la recolección de datos (técnicas e instrumentos utilizados).....	87
3.3.2	Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos).....	88
3.3.3	Para el análisis e interpretación de los datos.....	88

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS**

4.1	Procesamiento de datos.....	89
4.2	Contrastación de hipótesis.....	139

**CAPITULO V**  
**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

5.1	Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación.....	144
-----	-----------------------------------------------------------------------------------	-----

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>146</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>148</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>149</b>

## **ANEXOS**

<b>Anexo N°01.- Resolución de aprobación de proyecto de trabajo de investigación.....</b>	<b>152</b>
<b>Anexo N°02.- Resolución de designación de asesor de tesis.....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo N°03.- Matriz de consistencia.....</b>	<b>154</b>
<b>Anexo N°04.- Modelo de encuesta.....</b>	<b>155</b>
<b>Anexo N°05.- Modelo de encuesta – Ensayo Hidráulico.....</b>	<b>156</b>
<b>Anexo N°06.- Antecedentes de la prensa escrita.....</b>	<b>157</b>
<b>Anexo N°07.- Panel Fotográfico.....</b>	<b>159</b>
<b>Anexo N°08.- Ensayos, diseño de las estructuras, pruebas de laboratorio.....</b>	<b>164</b>
<b>Anexo N°09.- Planos.....</b>	<b>225</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°01:</b> Calculo del Perido de Diseño.....	40
<b>TABLA N°02:</b> Factor del Indice de Compacidad (Maximo Villon – Hidrologia).....	43
<b>TABLA N°03:</b> Caracteristicas de la Cuenca (FARIAS – 2005).....	44
<b>TABLA N°04:</b> SENAMHI Registro Histórico de Precipitación – Huánuco....	46
<b>TABLA N°05:</b> SENAMHI Registro Historico de Precipitación – Canchan....	46
<b>TABLA N°06:</b> Caudales promedio Rio Higueras.....	47
<b>TABLA N°07:</b> Colectores del Drenaje Pluvial de Huanuco.....	50
<b>TABLA N°08:</b> Colectores en investigacion del drenaje pluvial de Huánuco.	51
<b>TABLA N°09:</b> Periodo de retorno de diseño recomendado para estructuras menores.....	51
<b>TABLA N°10:</b> Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams.....	56
<b>TABLA N°11:</b> Coeficientes de escorrentía para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno.....	56
<b>TABLA N°12:</b> Registro Histórico de la estación climatológica de la cuenca del Huallaga.....	62
<b>TABLA N°13:</b> Registro Histórico de los Años 2016 – 2017.....	62
<b>TABLA N°14:</b> Precipitacion Anual en Huánuco (mm).....	63
<b>TABLA N°15:</b> Precipitacion Anual en Canchan (mm).....	64
<b>TABLA N°16:</b> Valores de periodo de Retorno T (años).....	68
<b>TABLA N° 17:</b> Valores maximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	68
<b>TABLA N°18:</b> Calculo del tiempo de concentración.....	69
<b>TABLA N°19:</b> Parámetros Morfológicos de la Cuenca del Rio Higueras.....	90



<b>TABLA N°20:</b> Datos Históricos de Precipitación de la Estación de Huánuco.....	91
<b>TABLA N°21:</b> Datos Históricos de Precipitación de la Estación de Canchan.....	92
<b>TABLA N°22:</b> Precipitaciones Máximas de la Estación Meteorológica de Huánuco y Canchan.....	93
<b>TABLA N°23:</b> Temperatura Histórica de Máximos y Mínimos.....	94
<b>TABLA N°24:</b> Resumen de Temperaturas Máximas y Mínimas en C°.....	95
<b>TABLA N°25:</b> Intensidades Máximas Para Diferentes Duraciones.....	96
<b>TABLA N°26:</b> Periodo de Retorno (t=2,10,20,50,100,200,500 años).....	96
<b>TABLA N°27:</b> Resumen de las Características de las Cuencas del Drenaje Pluvial.....	100
<b>TABLA N°28:</b> Calculo de transporte de sedimentos por quebradas.....	101
<b>TABLA N°29:</b> Pendientes del canal y de los colectores principales.....	102
<b>TABLA N°30:</b> Los ensayos que se realizaron en el laboratorio.....	102
<b>TABLA N°31:</b> Dimensiones del Tanque de Almacenamiento.....	107
<b>TABLA N°32:</b> Coeficiente de Arrastre.....	107
<b>TABLA N°33:</b> Coeficiente de Arrastre calculo hidráulico.....	110
<b>TABLA N°34:</b> Resultado del sistema hidráulico.....	111
<b>TABLA N°35:</b> Disponibilidad hídrica posterior a la captación.....	112
<b>TABLA N°36:</b> Datos para Hallar la Muestra.....	125
<b>TABLA N°37:</b> Pregunta Numero N°01.....	126
<b>TABLA N°38:</b> Pregunta Numero N°02.....	126
<b>TABLA N°39:</b> Pregunta Numero N°03.....	127
<b>TABLA N°40:</b> Pregunta Numero N°04.....	128
<b>TABLA N°41:</b> Pregunta Numero N°05.....	129

<b>TABLA N°42:</b> Pregunta Numero N°06.....	130
<b>TABLA N°43:</b> Pregunta Numero N°07.....	131
<b>TABLA N°44:</b> Pregunta Numero N°08.....	131
<b>TABLA N°45:</b> Pregunta Numero N°09.....	132
<b>TABLA N°46:</b> Pregunta Numero N°10.....	133
<b>TABLA N°47:</b> Pregunta Numero N°01 – Ensayo Hidráulico.....	134
<b>TABLA N°48:</b> Pregunta Numero N°02 – Ensayo Hidráulico.....	134
<b>TABLA N°49:</b> Pregunta Numero N°03 – Ensayo Hidráulico.....	135
<b>TABLA N°50:</b> Pregunta Numero N°04 – Ensayo Hidráulico.....	136
<b>TABLA N°51:</b> Pregunta Numero N°05 – Ensayo Hidráulico.....	137
<b>TABLA N°52:</b> Pregunta Numero N°06 – Ensayo Hidráulico.....	138
<b>TABLA N°53:</b> Pruebas de Chi – Cuadrado.....	139
<b>TABLA N°54:</b> Tabla de distribución – chi cuadrado.....	139
<b>TABLA N°55:</b> Resultados del sistema hidráulico.....	141

## INDICE DE GRAFICOS

<b>GRAFICO N° 01:</b> Curva Hipsométrica de la Cuenca del Rio Higueras.....	44
<b>GRAFICO N°02:</b> Abaco de Coeficiente de arrastre vs Numero de Reynol...	59
<b>GRAFICO N°03:</b> Precipitacion Anual.....	65
<b>GRAFICO N°04:</b> Esquema del Sistema Hidráulico.....	78
<b>GRAFICO N°05:</b> Variación de las Precipitaciones de Huánuco y Canchan.	93
<b>GRAFICO N°06:</b> Grafico de Temperaturas Históricos.....	94
<b>GRAFICO N°07:</b> Grafico de Temperaturas.....	95
<b>GRAFICO N°08:</b> Curvas Estándar de Intensidad – Duración.....	97
<b>GRAFICO N°09:</b> Diseño de Captación.....	106
<b>GRAFICO N°10:</b> Tanque de Almacenamiento.....	107
<b>GRAFICO N°11:</b> Tabla de Coeficiente de arrastre.....	108
<b>GRAFICO N°12:</b> Comparación de resultados.....	111
<b>GRAFICO N°13:</b> Simulación Hidráulica del Colector Jr. Seichi Izumi.....	114
<b>GRAFICO N°14:</b> Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años. Del Jr. Seichi Izumi.....	114
<b>GRAFICO N°15:</b> Caudales (lts/seg) Según Modelación del Jr. Seichi Izumi.....	115
<b>GRAFICO N°16:</b> Perfil del Colector Jr. Sichi Izumi.....	115
<b>GRAFICO N°17:</b> Gráfico de Caudales en Lts/seg. Del Jr. Seichi Izumi.....	115
<b>GRAFICO N°18:</b> Simulación Hidráulica del Colector Tarapacá.....	117
<b>GRAFICO N°19:</b> Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años. Del Jr. Tarapacá.....	117

<b>GRAFICO N°20:</b> Caudales en Lts/seg. Según modelación del Jr. Tarapacá.....	118
<b>GRAFICO N°21:</b> Perfil del Colector Tarapacá.....	118
<b>GRAFICO N°22:</b> Caudales Máximos en (Lts/seg). Del Jr. Tarapacá.....	118
<b>GRAFICO N°23:</b> Simulación Hidráulica del Colector Huánuco.....	120
<b>GRAFICO N°24:</b> Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años. Del Jr. Huánuco.....	120
<b>GRAFICO N°25:</b> Caudales en Lts/seg. Según Modelación del Jr. Huánuco.....	121
<b>GRAFICO N°26:</b> Perfil del Colector Huánuco.....	121
<b>GRAFICO N°27:</b> Caudales Máximos en Lts/seg. Del Jr. Huánuco.....	121
<b>GRAFICO N°28:</b> Simulación Hidráulica del Colector Damaso Beraun.....	123
<b>GRAFICO N°29:</b> Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años. Del Jr. Damaso Beraun.....	123
<b>GRAFICO N°30:</b> Caudales en Lts/seg. Según Modelación del Jr. Damaso Beraun.....	124
<b>GRAFICO N°31:</b> Perfil del Colector Dámaso Beraún.....	124
<b>GRAFICO N°32:</b> Caudales Máximos en Lts/seg. Del Jr. Damaso Beraun.....	125
<b>GRAFICO N°33:</b> Pregunta Numero N°01.....	126
<b>GRAFICO N°34:</b> Pregunta Numero N°02.....	127
<b>GRAFICO N°35:</b> Pregunta Numero N°03.....	128
<b>GRAFICO N°36:</b> Pregunta Numero N°04.....	129
<b>GRAFICO N°37:</b> Pregunta Numero N°05.....	129
<b>GRAFICO N°38:</b> Pregunta Numero N°06.....	130
<b>GRAFICO N°39:</b> Pregunta Numero N°07.....	131

<b>GRAFICO N°40:</b> Pregunta Numero N°08.....	132
<b>GRAFICO N°41:</b> Pregunta Numero N°09.....	132
<b>GRAFICO N°42:</b> Pregunta Numero N°10.....	133
<b>GRAFICO N°43:</b> Pregunta Numero N°01 – Ensayo Hidráulico.....	134
<b>GRAFICO N°44:</b> Pregunta Numero N°02 – Ensayo Hidráulico.....	135
<b>GRAFICO N°45:</b> Pregunta Numero N°03 – Ensayo Hidráulico.....	136
<b>GRAFICO N°46:</b> Pregunta Numero N°04 – Ensayo Hidráulico.....	136
<b>GRAFICO N°47:</b> Pregunta Numero N°05 – Ensayo Hidráulico.....	137
<b>GRAFICO N°48:</b> Pregunta Numero N°06 – Ensayo Hidráulico.....	138
<b>GRAFICO N°49:</b> Grafico comparativo de los dos sistemas.....	141

## INDICE DE IMAGEN

<b>IMAGEN N° 01:</b> Corrientes de la Sub Cuenca Higueras.....	41
<b>IMAGEN N°02:</b> Cuenca del Rio Higueras.....	42
<b>IMAGEN N° 03:</b> Factor del Indice de Compacidad (Maximo Villon – Hidrologia).....	43
<b>IMAGEN N°04:</b> Modelo SWMM 5vE.....	54
<b>IMAGEN N°05:</b> Esquema de conductos.....	54
<b>IMAGEN N°06:</b> Comparación de flujo en tuberías y flujo en canales abiertos.....	55
<b>IMAGEN N°07:</b> tipos de sistema de drenaje urbano.....	57
<b>IMAGEN N°08:</b> Estaciones Climatológicas de la Ciudad de Huánuco.....	60
<b>IMAGEN N°09:</b> Los colectores principales y secundarios de la ciudad de Huánuco.....	67
<b>IMAGEN N°10:</b> Cuenca hidrológica del río Higueras.....	69
<b>IMAGEN N°11:</b> Colector Dámaso Beraún con descarga al malecón Daniel Alomía Robles.....	71
<b>IMAGEN N°12:</b> Drenaje en obras hidráulicas.....	72
<b>IMAGEN N°13:</b> Definición de Altura de Barraje.....	74
<b>IMAGEN N°14:</b> Ventana de Captación.....	74
<b>IMAGEN N°15:</b> Muros de Encausamiento.....	75
<b>IMAGEN N°16:</b> Colectores del Drenaje Pluvial de Huánuco.....	75
<b>IMAGEN N°17:</b> Sección Rectangular del Drenaje Pluvial de Huánuco.....	77
<b>IMAGEN N°18:</b> Sección Circular del Drenaje Pluvial de Huánuco.....	77
<b>IMAGEN N°19:</b> Rio Higueras en Época de Estiaje.....	98

<b>IMAGEN N°20:</b> Rio Higueras Épocas de Avenidas.....	98
<b>IMAGEN N°21:</b> Ensayos de Suelos en el Laboratorio.....	103
<b>IMAGEN N°22:</b> Ensayos de Suelos en el Laboratorio.....	104
<b>IMAGEN N°23:</b> Redes de Colectores Principales.....	105
<b>IMAGEN N°24:</b> Diferentes Secciones de los Colectores Principales.....	105
<b>IMAGEN N°25:</b> Pruebas Hidráulicas en los Jirones Críticos.....	112

## RESUMEN

Con el planteamiento de un sistema hidráulico se busca mejorar y optimizar la operación y mantenimiento del drenaje pluvial el cual está acorde de los parámetros topográficos, meteorología, climatología e hidrología de la cuenca del Rio Higueras y la cuenca del Rio Huallaga. Logrando que fluya agua por gravedad por los colectores críticos del drenaje pluvial de Huánuco el cual a la vez reducirá las molestias respiratorias que se perciben en las calles céntricas de la ciudad los cuales emanan del drenaje pluvial.

Se determinó los parámetros morfométricos de la cuenca del Rio Higueras para establecer las alturas mínimas y máximas de las obras hidráulicas, pasará por el proceso decantación de sólidos y sedimentos.

En la tesis de investigación se logró identificar mediante una evaluación a los colectores críticos del drenaje pluvial (Jr. Huánuco, Jr. Tarapacá, Jr. Seichi Izumi y Jr. Dámaso Beraún) donde se centró la investigación. Para lo cual se planteó el diseño de un sistema hidráulico que consta desde la captación, desarenador, línea de conducción, tanque de almacenamiento en los colectores críticos. Por el cual fluirá agua por gravedad captado desde el Rio Higueras. El flujo será periódico según diseño durante el día el cual presenta fuerzas de arrastre de sólidos y materia orgánica, caudales de diseño con una velocidad máxima constante en un periodo de tiempo y un flujo que presenta un Reynolds mayor a 3000.

En la investigación se realizó una modelación hidráulica con el Software SWMM 5vE, para un periodo de retorno de 20 años. Con 6 horas de precipitación constante logrando una eficiencia de arrastre hidráulico al 80% en cada descarga por los colectores principales.

**Palabras clave:** Simulación o modelación hidráulica, operación y mantenimiento, colectores principales y secundarios del drenaje pluvial, arrastre hidráulico de sedimentos.



## SUMMARY

With the approach of a hydraulic system, it is sought to improve and optimize the operation and maintenance of the storm drainage, which is in accordance with the topographic parameters, meteorology, climatology and hydrology of the Higueras River basin and the Huallaga River basin. Achieving the flow of water by gravity through the critical collectors of the Huánuco storm drainage, which at the same time will reduce the respiratory discomfort perceived in the downtown streets of the city, which emanate from the storm drainage.

The morphometric parameters of the Higueras River basin were determined to establish the minimum and maximum heights of the hydraulic works, through the process of decanting solids and sediments.

In the research thesis, it was possible to identify by means of an evaluation the critical collectors of the pluvial drainage (Jr. Huánuco, Jr. Tarapacá, Jr. Seichi Izumi and Jr. Dámaso Beraún) where the research was focused. For which the design of a hydraulic system that consists of the catchment, desarenador, line of conduction, storage tank in the critical collectors was raised. By which water will flow by gravity captured from the Rio Higueras. The flow will be periodic according to design during the day which presents drag forces of solids and organic matter, design flows with a constant maximum speed in a period of time and a flow that has a Reynolds greater than 3000.

In the research, hydraulic modeling was carried out with SWMM Software 5vE, for a return period of 20 years. With 6 hours of constant precipitation achieving an efficiency of hydraulic drag to 80% in each discharge by the main collectors.

**Key words:** Simulation or hydraulic modeling, operation and maintenance, main and secondary collectors of storm drainage, hydraulic drag sediments

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulado “PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO Y LA INFLUENCIA EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO – 2018”. La ciudad presenta una extensión 12,921.00ml de drenaje pluvial construido el año 2009, cuyo problema es la falta de operación y mantenimiento a consecuencia de ello del drenaje pluvial emanan malos olores ya que en su interior hay acumulación de sedimentos y materia orgánica en descomposición.

Se realizó una encuesta a la población huanuqueña para clasificar e identificar los jirones donde se va realizar la investigación el cual arrojó 7440.25 ml el cual consta de los siguientes jirones (Jr. Seichi Izumi, Jr. Tarapacá y Jr. Dámaso Beraún). Estos colectores fueron identificados como críticos definidos así por la falta de una buena operación y mantenimiento del colector. El objetivo de la investigación es la buena operación y mantenimiento del drenaje pluvial mediante un sistema hidráulico que consta desde la captación, desarenador, línea de conducción, tanque de almacenamiento y serán ubicados en los colectores críticos. El sistema presenta un caudal de diseño, presión hidrostática, velocidad máxima y un coeficiente de arrastre con los que fue diseñado y modelado.

La investigación realizada está estructurada de la siguiente manera. En el Capítulo I, Se desarrolló el problema de investigación el cual es la deficiencia en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, para lo cual se plantea una adecuada operación y mantenimiento mediante flujo constante por gravedad el cual elimina los sedimentos y materia orgánica en el interior del drenaje pluvial reduciendo así la percepción de los malos olores. En el Capítulo II se relató lo concerniente al marco teórico los cuales involucra a la hidrología, la meteorología, la climatología y la topografía. En el Capítulo III se desarrolló la metodología de la investigación cuyo enfoque de investigación presenta un enfoque cuantitativo, un nivel correlacional y un diseño experimental de tipos cuasi experimental. La investigación presenta la variable

dependiente (operación y mantenimiento) y la variable independiente (planteamiento de un sistema hidráulico).

En el Capítulo IV, se procesó los resultados obtenidos de la meteorología, hidrología, y los datos topográficos, la encuesta realizada mediante cuadros estadísticos análisis e interpretación, modelamiento hidráulico en el software SWMM v5E para la red de drenaje. En el Capítulo V la contrastación de los resultados con diferentes referencias bibliográficas, y los aspectos complementarios como las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos el cual consta ensayo mecánica de suelos, aforos, cuadro de datos de nodos, planos y panel fotográfico.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas hidráulicos son tan antiguas como la civilización misma, en aquellos aprendieron a utilizar y dominar el agua para el consumo y riego, en nuestro país datan de tiempos preincaicos cuya construcción fue diseñada para el escurrimiento de aguas pluviales y como obras de protección en ríos, los sistemas de represas altoandinas y sistemas de riego fueron utilizados para el beneficio de sus cultivos. En la actualidad estas obras de arte contribuyen al crecimiento urbano, garantizan la estabilidad, integridad y el libre transitar en épocas invernales disminuyendo molestias en las vías y calles.

Durante muchas décadas las calles de la ciudad de Huánuco sufría de inundaciones por la constante precipitación en las épocas de invierno, el cual afectaba la transitabilidad y movilidad por las diversas calles de la ciudad con sedimentos y materia orgánica los cuales generaban polvareda y malos olores arrastrados por el viento del valle. En el año 2009 la Municipalidad Provincial de Huánuco construyó una obra denominado “Construcción del sistema de drenaje de la ciudad de Huánuco” cuya supervisión estuvo a cargo del “Consortio Aguas”, el mismo que está compuesto por una red de colectores subterráneos y ramales secundarios con una extensión de 12,921.00 ml. Que conducen las aguas pluviales por los siguientes colectores: 1°colector viña del rio, 2°colector Jactay (Jr. Seichi Izumi), 3°colector Junín, 4°colector Tarapacá, 5°colector Huánuco, 6°colector Independencia (Jr. Dámaso Beraún), 7°colector 14 de Agosto y el 8°colector Huallayco, con el vertido final al rio Huallaga.

El drenaje pluvial presenta un normal funcionamiento en las épocas de lluvia, ya que estas recolectan, conducen y permiten el rápido desalojo de las precipitaciones pluviales superficiales. Impidiendo así la propagación de olores no deseados por el continuo discurrir de agua, los malos olores se propagan en las épocas de estiaje ya que por los colectores no existe un flujo constante para el arrastre de todo tipo de sedimentos.

Actualmente la obra del drenaje pluvial presenta deficiencias en la operación y mantenimiento a consecuencia de ello por los sumideros del drenaje pluvial emanan malos olores generando molestias e incomodidad incluso afectando la salud de la población huanuqueña. Estos se generan de los sedimentos, partículas, aguas contaminadas y residuos sólidos vertidos al drenaje pluvial, debido a que dichos productos son acumulados y no son arrastrados en la época de estiaje.

Para solucionar y reducir los malos olores que emanan del drenaje pluvial la Institución encargada “Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Huánuco” (Seda-Huánuco) realiza constantes jornadas de limpieza y mantenimiento del drenaje pluvial con cal y silicato para disminuir y reducir los malos olores, generando gastos que finalmente son asumidos por los ciudadanos.

Dicho proceso no tiene ningún resultado positivo ya que en las calles céntricas como: Jr. San Martín, Jr. Huánuco, Jr. Huallayco, Jr. 2 de Mayo, Jr. 28 de Julio y Jr. Hermilio Valdizan, estos olores se incrementan en los días de temperatura elevada y en la época de estiaje, donde la población no puede transitar sin percibir los fuertes olores, disminuyendo estos considerablemente en las épocas de lluvia.

El problema viene generando este problema: ha provocado la aparición de plagas como las cucarachas, roedores, mosquitos, hongos, etc. Lo que podría convertirse en un foco infeccioso de enfermedades por proliferación de malos olores y la contaminación ambiental.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1.1 PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera el planteamiento de un sistema hidráulico contribuye en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018?

### **2.1.2 PROBLEMA ESPECÍFICO**

- ¿Cuáles son los colectores críticos del drenaje pluvial por donde atravesará flujo constante por gravedad que contribuyen en la operación y mantenimiento del mismo?
- ¿Son necesarios los datos meteorológicos, hidrológicos y topográficos para el planteamiento de un sistema hidráulico que influye en la operación del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco - 2018?
- ¿Cuál será el diseño y modelación del sistema hidráulico que contribuya a la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Plantear un sistema hidráulico que contribuya a la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los colectores críticos del drenaje pluvial por donde atravesará flujo constante por gravedad para el planteamiento del sistema hidráulico que contribuye en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco - 2018.

- Evaluar los datos meteorológicos, hidrológicos y topográficos para el planteamiento del sistema hidráulico que contribuye en la operación del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco - 2018.
- Diseñar y modelar un sistema hidráulico que contribuye a la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La población que transita por las calles céntricas y las diversas arterias de la ciudad de Huánuco presentan diversas molestias y quejas por los malos olores emanados de las rejillas debido al mal mantenimiento y limpieza del sistema de drenaje pluvial, dichos olores se perciben con intensidad en los jirones más críticos identificado por la percepción de los ciudadanos Jr. Huánuco, Jr. Tarapacá, Jr. Dámaso Beraún y Jr. Seichi Izumi. Incrementándose en los días soleados.

Con la siguiente investigación se pretende evaluar el drenaje pluvial y diseñar un sistema hidráulico con coeficientes de arrastre de sedimentos adecuados para mejorar la operación y mantenimiento adecuado a fin de disminuir y controlar la percepción de los malos olores.

Esta investigación se justifica en la necesidad de plantear la operación y mantenimiento adecuado en el drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco. Lo cual se obtendrá diseñando y modelando un sistema hidráulico controlado para el mantenimiento de los colectores dotando a dicho sistema de flujo constante el que por arrastre realice la limpieza total del material orgánico e inorgánico de los acueductos del drenaje pluvial, lo que disminuirá considerablemente los malos olores que emanados de las rejillas.

La relevancia social de la investigación es el beneficio directo a toda la población de Huánuco, el buen tratamiento de la operación

incrementará positivamente a la disminución y reducción de los malos olores y limpieza de todo el ducto del drenaje pluvial.

El diseño hidráulico se planteará con una captación con un pre sedimentador en el Rio Higueras el cual estará ubicado aguas debajo de la captación de SEDA Huánuco para trasladarse por gravedad mediante canal abierto o tubería según sea necesario hasta Jactay (1918.00m.s.n.m), para dotar a todos los colectores, los cuales contarán con compuertas de regulación para el paso del caudal con una velocidad adecuado a fin de arrastrar de todo el material acumulado en los ductos del colector.

## **1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- La investigación cuenta con limitados datos y/o investigaciones sobre hidrología, alcantarillado y datos meteorológicos en la ciudad de Huánuco.
- Las limitaciones de los recursos humanos para la recolección de datos y muestras y el periodo en el que se va llevar a cabo la investigación.
- La dificultad de obtener información por parte del tesista de las entidades públicas vinculadas con el tema de investigación.
- La investigación se desarrollará en la cuenca del rio higueras, en los colectores críticos los cuales son Colector Seichi Izumi, Colector Tarapacá, Colector Huánuco y Colector Dámaso Beraún.

## **1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Para desarrollar el proyecto se tiene con el acceso al lugar de estudio para la recolección y toma de datos desde la captación hasta el vertido final en el rio Huallaga.



Es viable por lo que la información recopilada beneficiará a la población de la ciudad de Huánuco con el sistema de operación y mantenimiento correcto de los colectores del drenaje pluvial, así como también se cuenta con los recursos económicos y la disposición del investigador para llevar a cabo la investigación. Además de ello se posee el tiempo necesario para realizar la investigación, para la obtención de datos y diseño de la estructura hidráulica.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1 NIVEL INTERNACIONAL**

Lopez de la Rosa, Rodriguez Esparza y Zuñiga de Leon (2015), siendo tema de investigación: “Caracterización y problemáticas generadas por los sedimentos arrastrados en el escurrimiento pluvial” en la maestría en Hidrología llegando a una conclusión: Las partículas sólidas o sedimentos transportados por el agua sin duda implican una gran problemática para la infraestructura pluvial ya que ocasiona la obstrucción de las líneas que capturan la misma y provocan erosión en las superficies donde circula debido a los impactos de los sedimentos con la misma, causando una degradación y desprendimiento de partículas. El agua de lluvia que ingresa al vaso de captación, al catalogarse como bicarbonatada cálcica, es decir, compuesta principalmente de bicarbonatos y calcio, haciendo este último que la tonalidad varíe en el sedimento dependiendo su concentración. Además, el agua incluye una gran cantidad de coliformes fecales, a una razón de 24,000 colonias por cada 100 mililitros de agua depositados en el dique. Generando un gran foco de infección cuando el agua permanece estancada.

Robles Morales, Salas Plata y Rodriguez Esperanza (2015). En la maestría en drenaje pluvial con la investigación titulada “Manejo del drenaje pluvial mediante control de la fuente de escurrimiento superficiales” llegando a la siguiente conclusión: Los efectos devastadores de una inundación en un

ámbito urbano pueden llegar a prevenirse si tales zonas contaran con un buen sistema de drenaje que permita al agua fluvial desembocar en los lugares diseñados y planeados para tal fin. Y aunque la ejecución de tales obras puede llegar a ser costosa, suele ser más costoso aun el escenario donde una inundación cobra vidas humanas y daños materiales cuantiosos. Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta que nos permite modelar y analizar situaciones de inundaciones y así poder encontrar un diseño que desempeñe mejor todos los aspectos que requeridos para que funcione efectivamente. Las decisiones que se tomen sobre las obras hidráulicas que protejan los intereses antes mencionados deben tomarse con un enfoque económico, social y ambientalmente sustentable. El embalse del agua mediante diques, puede significar una solución viable al problema de las inundaciones en la ciudad, a la vez que una forma de propiciar la recarga de los acuíferos.

Rodriguez Sanchez (2013). En el Master en dirección de proyectos realizó la siguiente investigación “Nuevas tendencias en la gestión de drenaje pluvial en una cuenca urbana” lo cual llegó a las siguientes conclusiones:

- Conclusiones de la aplicación de los modelos hidráulicos en la cuenca de varea La modelación de redes de saneamiento supone un avance importantísimo en la gestión explotación de redes. Tener un potencial tan grande en el conocimiento de la red y la posibilidad de estudiar las implicaciones de implementar nuevas redes aguas arriba un avance importantísimo que no debe ser desaprovechado por las distintas administraciones responsables. Una de las líneas que se han llevado a cabo últimamente es incrementar ese potencial mediante el establecimiento de una conexión entre los sistemas de información geográfica y los modelos de

saneamiento. Un trabajo muy importante y que aún debe mejorar para poder facilitar al ingeniero la introducción de datos es la conexión entre el software de libre distribución, gvSIG con el modelo también de libre distribución SWMM. A propósito de este comentario, la empresa Tecnicosassociats en la Jornada Latinoamericana e do Caribe do gvSIG se presentó el trabajo “Diseño y explotación de redes de saneamiento y drenaje urbano en combinación con EPA-SWMM. Un caso práctico en la corona metropolitana de Barcelona”. En este trabajo se exponen las siguientes conclusiones al emplear el sistema.

- Facilitar la exportación de los datos necesario para compatibilizar la información con EPA-SWMM.
- Facilitar la utilización de la herramienta gvSIG detectadas.
- Crear un modelo suficientemente flexible, abierto y dinámico para adaptarlo a los dos SIG privados que en el aquel momento concurrían de forma simultánea en la explotación de una red. Uno destinado al inventario municipal y otra propiedad de la contrata del mantenimiento y destinado a las tareas de gestión del mismo.
- Permitir la planificación, facilitando la toma de decisiones sobre la red, así como la decisión para la renovación de contratos de mantenimiento.
- Facilitar la realización de un plan director de saneamiento, con el cual poder priorizar y listar actuaciones de inversión, explotación de subvenciones. Esto suponía poder mostrar mapas de riesgo mapas de indicadores de calidad y de indicadores de estado.
- Flexibilidad para en un futuro establecer comunicación con un SCADA de control a tiempo de real de los tiempos de real de los elementos de la instalación, estaciones meteorológicas para poder anticipar

comportamientos y mejorar la capacidad de respuesta de la red ante eventos extraordinarios.

- Conclusiones de la aplicación de las nuevas tendencias en la gestión de pluviales en una cuenca urbana: El campo de la modelación de la red de saneamiento es un campo que tradicionalmente no se acomete en las ciudades, debido a la dificultad de llevar a cabo un buen plan de saneamiento en el que se propongan medidas correctoras a las redes de saneamiento del tipo ampliación de colectores, instalación de depósitos de retención, o ejecutar la duplicación de la red para tener un sistema separativo de saneamiento. Además pondría de relieve las deficiencias de la red lo que supondría un incremento en la responsabilidad que asumen los gestores de las redes de cara a inundaciones en garajes y plantas bajas por la entrada de agua de las redes. Es por ello algunas de las medidas que las nuevas tendencias en la gestión de pluviales en una cuenca urbana es un sistema que, a largo plazo, puede dar resultados intentando llevar una buena y correcta planificación de las inversiones. Para ello previamente se debe conocer en profundidad la red de saneamiento, es decir modelar la red de saneamiento. Interesante a la hora de valorar donde actuar y en qué puntos la actuación es urgente sería la modelación de la red de tipo dual, pudiendo así establecer escalas de importancia en base a la peligrosidad de la inundación que se pueda generar, conociendo el caudal y la velocidad de la circulación del flujo del agua en la calle. En la cuenca de Varea, se puede observar incrementando la permeabilidad de los pavimentos que prácticamente es la única medida factible, la punta de los caudales se reduce. Esto supondría que haciendo un buen estudio de consecuencias y una buena valoración de la ejecución de este tipo de obras puede suponer la reducción de las inversiones que se debieran acometer para evitar la entrada en carga de la red y el consecuente vertido de aguas

Antonio Carpio, Garcia Sigaran y Tobias Hernandez (2015). Cuya investigación titulada: “Propuesta de diseño del drenaje pluvial, alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para las aguas residuales del casco urbano y Colonia la Entrevista del Municipio San Cayetano Istepeque departamento de San Vicente” cuya investigación llegó a las siguientes conclusiones: Se han diseñado tres sistemas independientes de alcantarillado pluvial, dos para la colonia La Entrevista, y uno para el barrio San Cayetano; en el barrio Istepeque no se diseñó alcantarillado pluvial pues este barrio presenta una topografía favorable para el funcionamiento del drenaje superficial existente (cordón-cunetas), y de acuerdo a entrevistas realizadas a los habitantes de este lugar este drenaje no presenta inconvenientes en época lluviosa.

Con los sistemas de alcantarillado pluvial propuestos en cada localidad se logra solucionar los problemas de inundaciones y estancamientos causados por las aguas lluvias en su totalidad, mejorando así la comodidad de los habitantes de las zonas y logrando que las calles sean transitables y cómodas en tiempos de lluvia. Así también al reducir los estancamiento se disminuye la proliferación de vectores causantes de enfermedades como los zancudos.

Los sistema de alcantarillado pluvial se han diseñado con sus descarga individuales y a cada descarga se le ha propuesto su respectiva obra de protección, logrando así una adecuada incorporación de las aguas lluvias a los cauces naturales y evitando con estas obras de protección posibles erosiones o alteraciones negativas en las quebradas y ríos donde se depositarán las aguas lluvias.

Con el diseño del alcantarillado sanitario propuesto se ha logrado tener una cobertura cercana a un 95.00% de las viviendas que actualmente existen en la zona de estudio. Las viviendas que no se pueden incorporar al sistema tendrán una

solución alternativa para la disposición de las aguas negras y grises (sistema de fosa séptica). La alternativa de tratamiento de las aguas negras y grises para las zonas de difícil acceso constan de tanque séptico, trampa de grasas y zanjas de infiltración o pozo de absorción, se construirán zanjas o pozos de absorción dependiendo las condiciones del nivel freático y la disponibilidad de espacio que haya en los terrenos.

Con el sistema alcantarillado sanitario diseñado se evitará que los habitantes del municipio de San Cayetano Istepeque sigan descargando las aguas grises resultantes de las actividades domésticas hacia las calles y avenidas, disminuyendo considerablemente los estancamientos de estas aguas, asimismo se evitara los malos olores y vectores causantes de enfermedades producidos por dichos estancamientos.

Para poder tener la mayor cobertura posible en la recolección de las aguas residuales y además para garantizar que; tanto el sistema del alcantarillado sanitario como la planta de tratamiento, funcionen por gravedad, se propuso un terreno para la planta de tratamiento que está ubicado a 166m al sureste del barrio San Cayetano con un área de 5128.68 m<sup>2</sup>.

Martinez Canelo (2013). En la investigación titulada: “Sistemas urbanos de drenaje sostenible SUDS como alternativa de control y regulación de las aguas de lluvia en la Ciudad de Palmira”. Investigación basada en drenajes sostenibles llegó a la siguiente conclusión: Realizada la consulta de diversas fuentes en materia de SUDS, fue posible conocer la gran variedad de técnicas no convencionales que han surgido como alternativa a las deficiencias de los sistemas convencionales para la recolección y transporte de aguas lluvias, así como los múltiples beneficios de la implantación adecuada de estos sistemas en diversos escenarios. Estas técnicas de gran aceptación y aplicación en muchos países surgieron en respuesta a los problemas asociados al crecimiento de las

ciudades, a la impermeabilización del suelo, a la limitación de los sistemas existentes de drenaje.

La ciudad de Palmira presenta al interior del perímetro urbano un porcentaje importante de áreas y vacíos urbanos destinados al desarrollo de diversos proyectos urbanísticos, adicionalmente en la última actualización del POT incluye nuevas áreas de expansión que incrementarían las superficies impermeables y con ello los volúmenes de escorrentía generando mayor presión y demanda no solo sobre la infraestructura de drenaje existente sino también sobre las fuentes receptoras. En este contexto se selecciona un proyecto destinado a la construcción de vivienda justificando la necesidad de realizar un manejo y control de las escorrentías por la limitada capacidad de la infraestructura existente y la magnitud de las obras necesarias en caso de una alternativa tradicional.

En la selección de la metodología aplicada para predimensionar la obra de regulación de aguas lluvias y demás elementos que la conforman se optó por aplicar el procedimiento normalizado por el Ministerio de vivienda y urbanismo de Chile, por tratarse de una metodología sencilla fundamentada en principios de hidráulica e hidrología básica de amplia aplicación, adaptando los parámetros y criterios a las condiciones propias de la ciudad de Palmira y del proyecto Urbanización Plaza Campestre Etapa II.

Mediante la implementación y simulación del modelo hidráulico fue posible verificar el funcionamiento del sistema una vez implantado el estanque de detención, con la ventaja de simular el flujo tanto en la red como en el depósito de forma conjunta e interactiva, determinando el volumen necesario para un evento específico y comprobando la funcionalidad de los demás elementos que conforman el sistema, incluida la entrega regulada a la red existente.



## 2.1.2 NIVEL NACIONAL

Acosta Floreano (2014). Realizó la siguiente investigación “Diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de Levanto - Chachapoyas” llegando a las siguientes conclusiones: La topografía de la zona de estudio es variable y con pendientes mínimas.

Con la infraestructura de un Canal de Coronación proyectada se logrará elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para este de localidad de Levanto den un paso importante en su proceso de desarrollo.

El Tipo de flujo, velocidad, ancho de Solera y Radio Hidráulico en cada tramo. Sido verificados y simulados mediante el uso del programa HCANALES y de amplio uso en nuestro país.

Se realizó el Estudio del diseño a nivel de ingeniería y su impacto ambiental para la construcción del canal de coronación en la evacuación de aguas pluviales de la localidad de levanto, Obteniendo las secciones a usar en el Canal.

Los trabajos de labor de mantenimiento deben hacerse con personal calificado, con correcto conocimiento de los materiales y funciones de los elementos estructurales y materiales que conforman las diversas obras realizadas.

Se ha realizado la Evaluación del Impacto Ambiental del Proyecto en estudio y se ha dado las medidas de mitigación respectivas.

Dueñas Palomino y Mayhuire Ponce (2015). La tesis titulado “Evaluación de la influencia de las aguas pluviales en la red colectora de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián” en su investigación llego a las siguientes conclusiones:

Se logró demostrar la hipótesis general afirmando que los volúmenes de aguas pluviales que ingresan a la red recolectora de aguas residuales en la urbanización Túpac Amaru del distrito de San Sebastián, rebasan la capacidad de conducción en la época de lluvias; siendo crítica en la Calle Tinta, donde el volumen rebasado es del 24% hasta 170% en relación a la capacidad de la red actual, datos mostrados en la tabla N° 183; así como también se muestra las demás relaciones de volúmenes excedentes de las otras calles evaluadas en la tabla N°184 a la tabla N°198.

Se alcanzó demostrar la sub-hipótesis N°1 determinando que la capacidad de la red de conducción de aguas residuales de la Urbanización Túpac Amaru es insuficiente para conducir los volúmenes originados por la demanda de aguas residuales de la población, incrementado con el volumen de agua generado por el de las aguas pluviales, como se muestra en la tablas N° 183 hasta la N°198. El caudal generado por las precipitaciones pluviales junto al caudal de aguas residuales del aporte de la población de las calles afectadas, es superior a la capacidad de conducción de la red actual.

Las áreas impermeables de la urbanización Túpac Amaru generan un coeficiente de escorrentía alto en la zona 04 por los escasas superficies de infiltración, hallándose mayor número áreas pavimentadas y construcciones con techos; alcanzando así un valor de 0.78 señalado en la tabla N° 127. Por el contrario de las zonas 01 con un coeficiente de 0.50, las zonas 02 y 03 con un coeficiente de 0.49 mostrados en las tablas N° 124, N°

125 y N° 126 respectivamente. Queda así demostrado la sub-hipótesis N°2.

Se logró demostrar la sub hipótesis N°3, determinando que la escorrentía de la cuenca aportante de Túpac Amaru es directamente proporcional a la intensidad de las precipitaciones. Obteniendo una intensidad de 23.05 mm/hr para toda la urbanización Túpac Amaru se determinó un escurrimiento de 0.040 m<sup>3</sup>/seg. para la zona 01, de 0.117 m<sup>3</sup>/seg para la zona 02, de 0.154 m<sup>3</sup>/seg para la zona 03 y de 1.256 m<sup>3</sup>/seg para la zona 04. Valores mostrados en las tablas N° 128, N°129, N°130 y N°131 respectivamente.

El área total de la zona de estudio es de 0.4022 km<sup>2</sup>, en la que se genera un caudal de 1.567 m<sup>3</sup>/seg. Por efecto de las precipitaciones pluviales por las zonas de estudio, como se muestran en las tablas N° 128, N° 129 N° 130 y N°131. Determinando que el valor de este caudal es alto con respecto a la capacidad de los evacuadores pluviales existentes en la zona. Logrando así demostrar la sub-hipótesis N°4.

La sub hipótesis N°5 quedó demostrada existiendo la necesidad de un sistema separativo que capte adecuadamente la escorrentía superficial de las precipitaciones mediante sumideros y rejillas, para su conducción y evacuación a su depósito de drenaje natural, en este caso el rio Huatanay, hecho que ha sido demostrado en el análisis que se hizo en la presente investigación, que implicó la determinación de los caudales originados por la escorrentía de las aguas pluviales y caudales por aporte de la población a la red de alcantarillado para después hacer la comprobación de la influencia de estos volúmenes con la capacidad de la red actual. El diseño del sistema de evacuación de aguas pluviales propuesto se encuentra detallado en el ítem 4.6 de la presente investigación, complementado por los planos en el Anexo N°02.

Los colectores de aguas residuales de la urbanización Túpac Amaru poseen la capacidad suficiente para atender la demanda de agua residual generada por la población, como se demuestra en la tabla N° 183 a la tabla N°198, ya que los colectores poseen capacidades, las cuales fueron halladas por diversos métodos cuyos resultados se encuentran en la tabla N° 150 a la tabla N° 165. Se adoptaron los resultados del Método Manning, como lo indica la norma OS.070 “Redes de Aguas Residuales”. Logrando así demostrar la sub-hipótesis N°6.

Con los resultados obtenidos en las encuestas, se pudo identificar, mencionar y clasificar los diferentes impactos que afectan directa e indirectamente a los pobladores de la urbanización Túpac Amaru, así se llegó a tener una lista de clasificación impactos como se muestra en la tabla N° 199, para tener un concepto claro de cómo mitigar estos impactos, de forma segura y económica. La sub-hipótesis N°7 logró ser demostrada.

Yañez Portal (2014). El tesista realizó la siguiente investigación “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa” el cual llegó a las conclusiones siguientes:

Se concluyó al analizar el diseño Hidráulico de la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, que este no es el correcto para un buen funcionamiento del sistema de drenaje, siendo esta una de las causas que alteran la eficiencia del drenaje pluvial.

Al analizar la zona en estudio se verificó que el sistema de drenaje es in-deficiente.

Se concluyó al analizar la eficiencia de conducción que los caudales mínimos recomendables técnicamente a derivar, para tener velocidad aceptable y no producir sedimentación que

reduce la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, no es el indicado para las secciones existentes.

También se determinó que las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa no se llevan a cabo ocasionado que la capacidad hidráulica de las cuentas disminuya.

Al desarrollar un buen estudio hidrológico para determinar los caudales de diseño y ejecutar un software especializado para sistemas de drenaje pluvial se puede disminuir los sistemas de drenaje ineficientes en Cajamarca aplicando las tecnologías que están disponibles en el mercado.

Se demostró que la eficiencia de operación ( $E_o$ ), que evalúa la calidad de la operación del sistema de drenaje es más del 100%, es decir, que las secciones existentes están sometidas a caudales mayores a su capacidad provocando inundaciones en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa.

Granda Acha (2012). En la tesis titulada “Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la Urb. Angamos”. Llegando a la siguiente conclusión:

El proceso inadecuado de urbanización es perjudicial a los intereses públicos y representa un perjuicio extremadamente alto para toda la sociedad a lo largo del tiempo. La sociedad paga más por la canalización, contra una solución de amortiguamiento, y aun así aumentan las inundaciones para la población que viven aguas abajo.

De los resultados obtenidos en SWMM, podemos concluir que la Urb. Angamos no sufriría inundación (debido a las lluvias) de sus calles; para intensidades de hasta 67 mm/h ( $T_r = 25$  años). Sin embargo para un evento de fenómeno de “El niño” similar al de 1988, es decir con intensidades máximas entre los 86 y 96 mm/h

( $T_r = 50$  años), la capacidad del dren de descarga quedaría superado en un 23% y las calle “Los Ceibos” y “F” se verían inundadas.

La construcción de zanjas de infiltración en las zonas de cotas menores (en este caso en la descarga al dren) no es recomendable debido a que aquí se depositaran los sedimentos de todo el recorrido del agua; además las zanjas no cumplen su función si los caudales que pasan por ellas son muy elevados considerando sus dimensiones. Es por ello que la construcción de estas zanjas es recomendable en las zonas de cotas más altas donde los caudales no es excesivo y no existe la presencia de muchos sedimentos.

Como se puede observar en los resultados, el SWMM proporciona una serie de herramientas interactivas y recursos que hacen de su uso una muy buena opción para el análisis de proyectos de drenaje urbano; con lo cual queda demostrado el objetivo central de esta tesis.

De la comparación y análisis de los resultados podemos concluir que el SWMM ofrece valores más refinados que el Método Racional; esto debido a que cubre algunas de sus limitaciones. Sin embargo se debe tener en cuenta que SWMM es sensible a los datos de ingreso y puede dar resultados erróneos si no se toman las consideraciones adecuadas.

### **2.1.3 NIVEL LOCAL**

A nivel local no se encontró ningún antecedente en las universidades a nivel regional.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 SISTEMA HIDRAULICO O ESTRUCTURA HIDRAULICA

- a) **Historia:** las civilizaciones más antiguas se desarrollaron a lo largo de los ríos más importantes que constituían un camino fácil para la comunicación y era fuente de agua para riego y consumo humano. Los canales fueron las primeras obras hidráulicas de la humanidad, el material excavado era depositado a los lados de la zanja dando lugar a los diques. Posteriormente fueron desarrollando diversas obras hidráulicas necesarias para la defensa ribereña, embalses para almacenar agua durante el invierno, drenaje de zonas pantanosas. Arquímedes fue el fundador de la hidrostática. En el campo de la hidráulica él fue el inventor de la espiral sin fin, la que, al hacerla girar al interior de un cilindro, es usada aún hoy para elevar líquidos.
- b) **Concepto:** Son obras de ingeniería que captan, transportan, distribuyen y regulan el régimen natural del agua. “Se entiende por obra hidráulica o infraestructura hidráulica donde el elemento dominante tiene que ver con el agua. Se puede decir que las obras hidráulicas constituyen un conjunto de estructuras construidas con el objetivo de controlar el agua”. (Sam Blanco, 2011)
- c) **Importancia:** la hidrología proporciona al ingeniero o al hidrólogo los métodos para resolver problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas. (Villon Béjar, 2002, pág. 15). Además de ello determina si el volumen aportado por una corriente es suficiente para las siguientes actividades.
- El abastecimiento de agua potable a una población
  - Satisfacer la demanda de un proyecto de irrigación

- Satisfacer la demanda de un proyecto de generación de energía eléctrica.
- Alcantarillas, puentes, presas, estructuras de protección, vertederos y sistema de drenaje.

La sub cuenca del Rio Higueras cuenta con la estructura hidráulica de la captación de canchan el cual tiene la capacidad actual de 1000 l/seg. Además cuenta con canales de riego artesanal y revestido con una longitud de 28094.00ml abasteciendo un área de 430.70 Ha. (AGRICULTURA, 1981, pág. 17)

**d) Clasificación de Obras Hidráulicas:** Se clasifican según su función. (Ingeniería Civil, 2008)

- *Obras de captación:* captaciones, bocatomas.
- *Obras de transporte:* canales abiertos, canales cerrados, acueductos, sifones, desfuegos.
- *Obras de control:* diques, vertederos, caídas, rápidas.
- *Obras de distribución:* compuertas de regulación
- *Obras de recolección:* reservorios, presa, represa.
- *Obras de tratamiento:* sistema de abastecimiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales o servidas.
- *Obras de protección y mejoras de causes:* defensas rivereñas, encausamientos.
- *Obras de transportación de energía hidráulica:* centrales hidroeléctricas.

**e) Horizonte y periodo de Diseño:** El horizonte de evaluación para proyectos de saneamiento será de 20 años.

Respecto al período óptimo de diseño se ha utilizado el criterio de factor de economía de estaca, el cual obedece a absorber el déficit existente en el sistema de saneamiento,



De acuerdo al cálculo efectuado se ha determinado el periodo de diseño sin déficit calculado bajo la fórmula:

$$X1 = 2.6*((1-a)^{1.12})/(TD)$$

Donde:

X1 : periodo de diseño sin déficit.

A : Factor de economía de escala.

TD : Tasa de descuento.

Asimismo, se determinó el período de diseño con déficit calculado bajo la fórmula:

$$X2 = X1 + ((1-a)^{0.7}/TD) + (PD^{0.9}/((PD+X1)^{0.6}))$$

Donde,

PD: Periodo de déficit.

En ese sentido, se determinó el período óptimo de diseño de cada estructura que contara el proyecto de investigación y los resultados fueron:

**TABLA N°01:** Calculo del Perido de Diseño

Item	Estructura	Factor economía escala	Tasa de descuento	Periodo Déficit	(x) sin def	(x) con def	Periodo diseño
	<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>						
1	Captación Tipo Barraje	0.42	10%	16	14.13	<b>22.53</b>	<b>23</b>
2	Líneas de Conducción	0.51	10%	6	11.69	<b>18.66</b>	<b>19</b>
3	Reservorio	0.58	10%	23	9.84	<b>17.36</b>	<b>18</b>
4	Colectores	0.49	10%	19	12.23	<b>20.27</b>	<b>20</b>

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo al cálculo anterior se observa que el sistema de producción de potable deberá diseñarse para un periodo de 23 años (Captación), 19 años (Línea de conducción), 18 años (Reservorio – taque de almacenamiento) y 20 años (Colectores), pero considerando que las inversiones se deben realizar de manera conjunta y no se generen “cuellos de botella en este

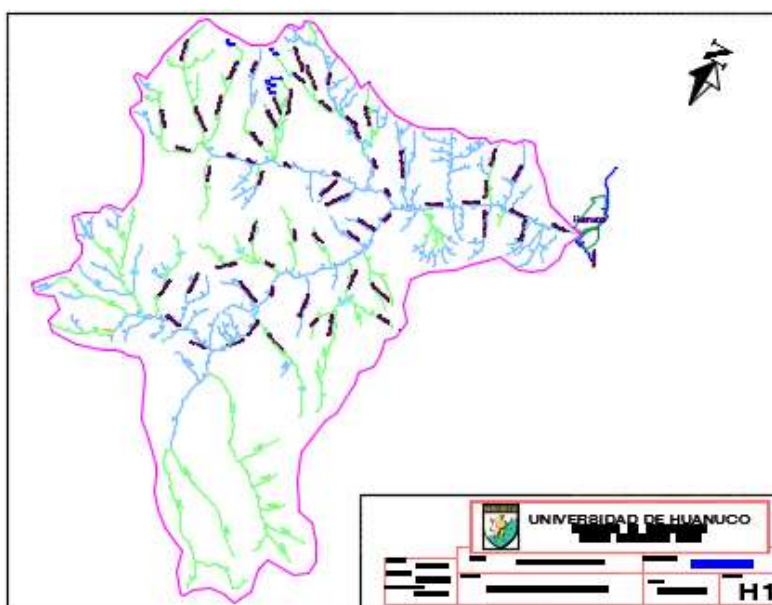
año”, se establece que el período de diseño de las estructuras de captación, conducción y tratamiento debe ser de 20 años.

### 2.2.2 CUENCA HIDROLOGICA

La cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido. (Villon Béjar, 2002)

La cuenca en estudio es la cuenca del rio Higueras. Cuyos suelos que tienen altas tasas de infiltración (bajo potencial de escurrimiento) aun cuando están enteramente mojadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.

**IMAGEN N° 01:** Corrientes de la Sub Cuenca Higueras



FUENTE: Elaboración Propia

- a) **Rectángulo Equivalente:** Es una transformación geométrica que permite expresar a la cuenca de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo. (Villon Béjar, 2002, pág. 43)

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} x \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{1.12''}{K''}}\right)$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

Cota Min = 1950 m.s.n.m

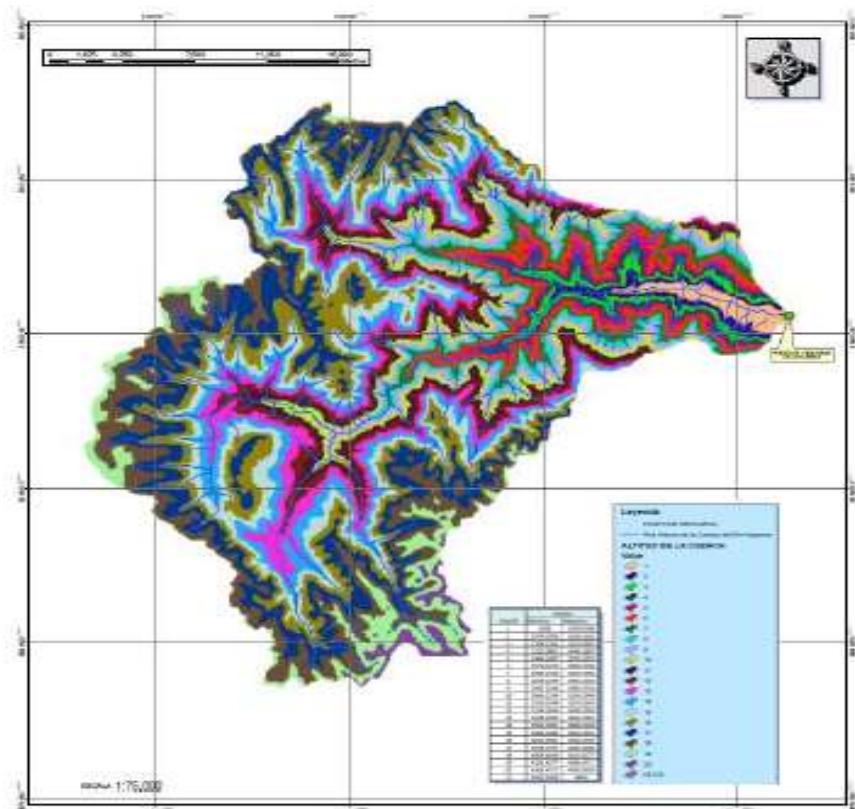
Cota Max = 4400 m.s.n.m

L = 54.36km (largo de la cuenca)

A =11.38 km (ancho de la cuenca)

*Caracterización de la Cuenca (Rio Higueras)*

**IMAGEN N°02:** Cuenca del Rio Higueras



FUENTE: INGEMMET -2016

- b) **Índice de Compacidad (Índice de Gravelius):** Expresa la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca.

$$K = \frac{P=\text{perímetro de la cuenca}}{Po=\text{perímetro de un círculo de igual área}}$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

$$K = 0.28x \frac{131.90 \text{ km}}{\sqrt{618.79 \text{ km}^2}}$$

$$K = 1.48$$

**TABLA N° 02:** Factor del Índice de Compacidad (Maximo Villon – Hidrologia)

K	FORMA DE LA CUENCA
K>1	Alargada
K<1	Redondeada

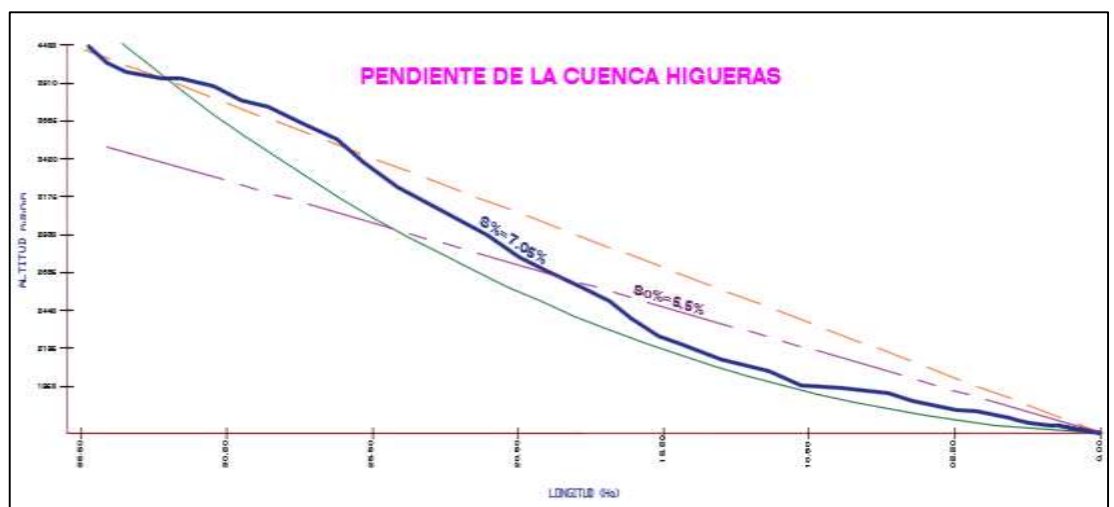
FUENTE: Elaboración Propia

**F = 1.48** (forma de la cuenca Higueras Alargada)

- c) **Pendiente de Cauce:** En el estudio del comportamiento del recurso hídrico, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, existe varios métodos para obtener la pendiente de un cauce, entre los que se puede mencionar. (Villon Béjar, 2002, pág. 55)

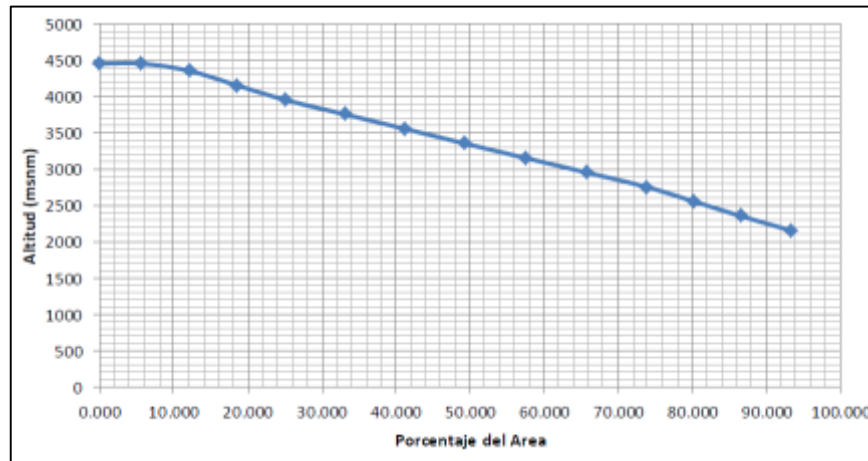
$$S = \frac{H=\text{diferencia de cotas}}{L=\text{Longitud del cauce}}$$

**IMAGEN N° 03:** Factor del Índice de Compacidad (Maximo Villon – Hidrologia)



FUENTE: Elaboración Propia

**GRAFICO N° 01:** Curva Hipsométrica de la Cuenca del Rio Higueras



FUENTE: Elaboración Propia

d) **Red de Drenaje:** La forma de drenaje, proporciona también indicios de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca. Las características de una red de drenaje, pueden describirse principalmente de acuerdo al orden de las corrientes, longitud de los tributarios, densidad de corriente y densidad de drenaje.

- Corriente efímera.
- Corriente intermitente
- Corriente perenne

e) **Densidad de Drenaje:** Esta característica proporciona una información más real de la anterior ya que se expresa como la longitud de las corrientes, por unidad de área. (Villon Béjar, 2002, pág. 63)

$$Dd = \frac{L = \text{Longitud de las corrientes en Km}}{A = \text{área total de la cuenca en Km}}$$

**TABLA N°03:** Características de la Cuenca (FARIAS – 2005)

DENSIDAD DE DRENAJE	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA
0.0 < Dd < 1	Regularmente Drenada
0.1 < Dd < 1.5	Normalmente Drenada
Dd > 1.5	Bien Drenada

Fuente: Elaboración Propia

**2.2.3 PRECIPITACIÓN:** Es toda forma de humedad que originándose en las nubes, hasta llegar a la superficie del suelo; la precipitación puede ser de forma:

- Lluvias, granizadas, garuas y nevadas

La precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y su medición y análisis forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua. (Villon Béjar, 2002)

**a) Formas de Precipitación**

- *Llovizna:* Pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caídas muy bajas.
- *Lluvia:* gotas de agua con diámetro mayor a 0.5 mm.
- *Granizo:* precipitación en forma de bolsas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 – 125 mm.

**b) Medición de la Precipitación:**

Se mide en términos de la altura de lámina de agua, y se expresa comúnmente en milímetros. Indica la altura de agua que se acumularía en una superficie horizontal. Los aparatos de medición se clasifican de acuerdo con el registro de las precipitaciones los cuales son:

- Pluviómetro
- Pluviógrafo

En la investigación se tomó las muestras de la serie histórica de precipitaciones máximas 24 h. de la estación meteorológica de Huánuco y la estación meteorológica de canchan los cuales están inmerso al área de estudio. (AMBIENTE, 2018)

## ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA HUÁNUCO

**TABLA N°04: SENAMHI Registro Histórico de Precipitación - Huánuco.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEPT	OCT	NOV	DIC
1994	6.5	8.7	10.9	24.0	15.0	0.0	0.0	0.0	20.5	19.0	7.2	20.6
1995	8.0	18.9	17.5	8.9	1.8	0.7	1.2	0.4	3.0	8.9	13.9	12.3
1996	13.5	9.1	15.9	17.1	10.4	0.0	0.1	3.5	1.4	9.3	15.1	8.1
1997	10.5	6.6	11.4	10.6	4.2	1.9	0.0	4.1	5.3	8.3	11.2	7.8
1998	17.9	16.5	27.5	1.0	2.7	1.8	4.7	1.5	3.2	13.4	26.0	7.2
1999	13.1	28.0	15.2	5.4	9.2	8.1	2.4	0.6	33.0	5.6	10.7	13.7
2000	10.8	14.2	14.6	7.7	5.3	7.3	3.2	12.1	4.0	2.8	20.3	19.3
2001	11.3	8.9	10.6	25.7	7.4	0.8	5.2	5.0	2.0	10.0	48.7	10.8
2002	13.0	19.4	14.9	27.2	9.7	2.1	0.1	1.3	2.8	22.9	7.8	5.2
2003	12.3	6.4	9.4	14.9	3.0	0.1	2.1	6.9	4.4	12.5	23.0	18.1
2004	7.6	8.1	11.9	10.5	11.7	1.4	0.8	4.6	11.3	6.4	13.0	17.6
2005	5.9	16.6	25.5	2.4	0.6	0.0	1.6	7.5	3.5	11.0	8.7	20.1
2006	28.0	12.3	18.9	8.3	1.9	3.6	3.3	2.0	7.2	18.9	21.7	18.2
2007	8.7	2.4	12.3	7.5	5.3	1.2	0.1	2.9	2.3	25.8	13.7	27.3
2008	7.9	12.5	16.6	15.8	2.7	1.8	3.3	0.7	14.2	11.7	33.1	30.6
2009	19.6	10.0	19.4	10.6	7.3	9.0	0.3	3.4	2.3	16.8	8.5	9.1
2010	4.9	17.4	22.5	5.8	2.4	1.2	4.0	5.0	9.6	12.0	21.8	19.9
2011	13.6	11.6	35.4	8.0	9.5	1.8	3.8	1.5	11.4	20.4	19.3	36.2
2012	16.3	12.3	11.6	16.3	5.7	1.9	0.9	2.5	2.6	16.2	29.6	30.7
2013	11.2	13.8	14.7	12.3	4.3	1.4	4.6	5.1	23.3	11.5	10.3	19.9
2014	15.4	21.9	15.2	24.8	18.2	3.2	0.6	0.3	11.7	23.2	7.6	13.5
2015	14.3	7.6	12.4	31.7	7.3	1.2	0.5	0.7	1.3	10.5	15.7	13.3
2016	11.2	13.0	12.2	2.4	0.0	0.5	0.2	0.5	0.4	6.4	5.6	14.2
2017	12.5	11.1	15.4	10.6	9.4	2.0	4.0	1.6	5.9	13.3	12.5	25.8

Fuente: Elaboración Propia

## ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA CANCHAN

**TABLA N°05: SENAMHI Registro Historico de Precipitación - Canchan.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SEPT	OCT	NOV	DIC
1994	14.0	15.8	8.5	18.0	11.6	1.3	0.7	0.0	0.0	13.3	13.2	0.0
1995	15.0	15.6	16.7	8.5	4.4	2.0	0.0	0.0	7.4	4.5	6.3	13.3
1996	8.6	8.5	13.4	17.7	7.7	4.3	1.0	1.5	4.8	10.4	10.3	11.2
1997	22.7	7.0	15.0	4.2	6.1	9.5	1.0	5.2	5.6	8.3	7.0	11.2
1998	16.8	15.2	24.8	2.9	3.3	1.2	0.0	0.5	5.4	6.5	22.2	14.0
1999	16.9	25.1	21.9	4.0	6.2	4.4	0.0	1.0	7.6	5.0	11.0	14.4
2000	12.8	12.5	11.6	6.2	3.6	6.8	2.2	12.1	8.3	15.1	7.0	28.1
2001	24.7	7.5	16.1	19.0	5.2	2.2	4.4	2.8	5.0	18.0	10.2	17.8
2002	13.3	12.3	29.6	20.1	5.8	1.0	4.5	4.1	4.5	21.3	8.7	14.4
2003	14.5	14.4	14.4	12.6	2.6	0.0	9.6	6.8	7.7	29.0	17.1	22.3
2004	7.3	19.4	33.2	9.7	17.4	5.0	0.0	4.6	10.0	12.8	6.2	18.2
2005	13.1	25.2	16.8	7.0	0.5	0.0	4.0	17.9	5.0	11.8	13.1	33.0
2006	31.6	17.1	19.5	9.0	4.5	4.8	2.7	1.4	6.3	26.8	19.5	15.4
2007	16.8	2.7	11.2	6.0	8.0	0.0	2.2	3.0	4.1	37.1	8.6	26.9
2008	28.1	20.3	10.9	14.2	3.9	1.1	1.6	1.6	18.4	9.5	24.5	29.6
2009	27.0	26.9	25.2	23.7	5.1	24.6	4.3	0.7	3.7	11.8	12.1	16.2
2010	4.1	16.7	28.6	17.9	6.0	0.0	2.4	4.6	12.5	14.5	19.0	11.4
2011	15.7	8.7	21.3	7.1	14.2	0.0	1.8	3.5	5.1	19.1	13.7	24.4
2012	17.5	18.1	15.4	13.2	3.0	1.5	4.2	3.1	2.4	16.8	20.6	23.7
2013	9.2	13.2	21.3	21.7	1.8	16.0	7.6	15.6	3.2	12.3	17.8	14.3
2014	14.7	19.0	17.5	16.7	17.5	1.3	2.8	0.0	10.5	27.4	8.8	16.0
2015	6.2	17.4	15.2	15.2	9.4	0.0	0.4	1.2	4.4	7.4	15.0	9.5
2016	8.0	9.6	10.5	3.8	1.0	0.0	2.2	2.3	2.2	9.7	14.9	20.3
2017	9.4	13.3	13.5	6.3	10.9	0.0	3.4	3.4	1.7	6.4	10.9	41.8

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA N°06:** Caudales promedio Rio Higueras

MES	PRECIPITACION (mm)		Q (m3/s)
	Total	Efectiva	
ENERO	56.3	42.2	<b>9.335</b>
FEBRERO	66.8	47.4	<b>10.619</b>
MARZO	72.8	52.7	<b>11.93</b>
ABRIL	34.3	21.9	<b>8.361</b>
MAYO	13	6.8	<b>7.381</b>
JUNIO	9.9	4.1	<b>6.004</b>
JULIO	6	2.8	<b>3.318</b>
AGOSTO	7.3	1	<b>1.636</b>
SETIEMBRE	16.1	6.7	<b>2.392</b>
OCTUBRE	38.8	18.6	<b>3.86</b>
NOVIEMBRE	49.3	31.7	<b>6.371</b>
DICIEMBRE	51.8	38.1	<b>7.944</b>
<b>TOTAL</b>	<b>422.3</b>	<b>273.9</b>	<b>79.15</b>

Fuente: Elaboración Propia - Estudio Hidrológico 2017

**2.2.4 ESCURRIMIENTO:** Se define como agua proveniente de la precipitación, que circula sobre o debajo de la superficie terrestre, una parte de la precipitación se infiltra, satisface la humedad del suelo, de las capas que se encuentran .sobre el nivel freático del agua. Una pequeña proporción se pierde clasificándose así en tres tipos.

- a) **ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL:** Es aquel que proviene de la precipitación no infiltrada y que escurre sobre la superficie del suelo. El efecto sobre el escurrimiento total es inmediato, y existirá durante la tormenta e inmediatamente después de que esta termine.
- b) **ESCURRIMIENTO SUBSUPERFICIAL:** Es aquel que proviene de una parte de la precipitación infiltrada. El efecto sobre el escurrimiento total, puede ser inmediato o retardado.
- c) **ESCURRIMIENTO SUBTERRANEO:** es aquel que proviene del agua subterránea, la cual es recargada por la



parte de la precipitación que se infiltra, una vez que el suelo está saturado.

d) **MEDICION DEL ESCURRIAMIENTO:** La hidrometría es la rama de la hidrología que estudia la medición del escurrimiento denominado aforo. Aforar una corriente significa determinar a través de mediciones, el caudal que pasa por una sección dada y en un momento dado. Existen diversos métodos para determinar el caudal de una corriente de agua, cada uno aplicable a diversas condiciones, según el tamaño de la corriente o según la precisión con que se requieran los valores obtenidos. Los métodos más utilizados son:

- Aforo con flotadores
- Aforo volumétricos
- Aforos químicos
- Aforos con vertederos
- Aforo con correntómetro o molinete
- Aforo con medidas de la sección y la pendiente

✓ **Aforo con flotadores:** Por este método se mide la velocidad superficial de la corriente y el área transversal, luego con estos valores se calculará el caudal de longitud.

$$Q = v * A$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

✓ **Medida de la velocidad superficial de la corriente:**

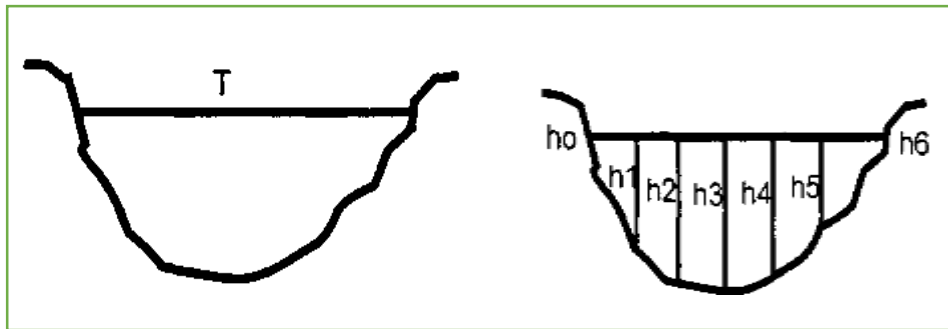
$$v = \frac{L}{T}$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

✓ **Calculo del área promedio del tramo**

$$A = \frac{Aa+Ab}{2}$$

✓ **Calculo del área en una sección**



$$A = \left(\frac{h_0+h_1}{2}\right)t$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

- ✓ **Aforo volumétrico:** Consiste en hacer llegar la corriente a un depósito o recipiente de volumen conocido, y medir el tiempo que tarde en llenarse dicho depósito. Calcular con un cronometro.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Fuente: (Villon Béjar, 2002)

Se aforó en la siguiente coordenda X= 357829 E, Y= 8902690 S. Del Rio Higueras donde se proyecta la capataccion de la investigación.

Caudal de estiaje del Rio Higueras

$$Q = 2.32 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal de avenida del Rio Higueras

$$Q = 8.74 \text{ m}^3/\text{seg}$$

## 2.2.5 ALCANTARILLADO

Se denomina red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación y transporte de las aguas pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o al lugar donde se tratan.

El alcantarillado funciona por efecto de la gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de los predios a la red pública, desde el centro de la comunidad hacia el exterior de la misma. Cada cierta distancia se debe construir pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento.

- ✓ **Alcantarillado pluvial:** Son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de estas aguas es drenada o se infiltra y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos o desechos. En muchas localidades no se realiza la diferenciación entre alcantarillado sanitario y pluvial y todo el material recolectado es concentrado combinadamente al mismo destino causando que los desechos se junten todos.
- ✓ **El drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco:** Consta de 9 colectores de aguas de lluvia con una longitud total de 12,921.06ml, de los cuales es materia de investigación 4 colectores principales cuyo longitud es de 7,440.25 ml el cual es un 57.5% de la población.

**TABLA N°07:** Colectores del Drenaje Pluvial de Huanuco

COLECTORES	UND	DISTANCIA	%
Colector Viña del Rio	ml	440.93	3.41
Colector Jactay	ml	1569.18	12.14
Colector Junín	ml	1227.32	9.50
Colector Tarapacá	ml	1869.5	14.47
Colector Huánuco	ml	2010.82	15.56
Colector Dámaso Beraún	ml	1990.75	15.41
Colector Constitución	ml	2214.3	17.14
Colector 14 de Agosto	ml	1261.76	9.77
Colector Huallayco	ml	336.5	2.60
<b>TOTAL</b>		<b>12921.06</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**TABLA N°08:** Colectores en investigación del drenaje pluvial de Huánuco

COLECTORES EN INVESTIGACIÓN	UND	DISTANCIA	%
Colector Jactay	ml	1569.18	21.09
Colector Tarapacá	ml	1869.5	25.13
Colector Huánuco	ml	2010.82	27.03
Colector Dámaso Beraún	ml	1990.75	26.76
<b>TOTAL</b>		<b>7440.25</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.6 CAUDALES MAXIMOS

La magnitud del caudal de diseño, es función directa del periodo de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil del mismo, son utilizados para diseñar los siguientes:

- Las dimensiones de un cauce
- Sistemas de drenaje
- Muros de encausamiento
- Alcantarillas
- Vertederos de demasías
- Luz de puentes

**TABLA N°09:** Periodo de retorno de diseño recomendado para estructuras menores

Tipo de Escritura	Periodo de Retorno (Años)
Puente sobre carretera importante	50 - 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
alcantarillas sobre camino secundario	5 _ 10
drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvias de corta duración	1 _ 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	02 _ 10
Drenaje agrícola	05 _ 10
Muros de encauzamiento	02 _ 50

Fuente: Máximo Villon Bejar - HIDROLOGIA

La cuenca del Rio Higueras el cual abarca en la totalidad a los distritos de Margos, Chaulan, Huancapallac, Jacas Chico y Huánuco.

El caudal aforado es: (ver detalle en hoja de Aforo 1 y 2)

$$Q_{\max} = 8.74 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\min} = 2.32 \text{ m}^3/\text{seg}$$

### 2.2.7 MODELACIÓN HIDRAULICA

La modelación hidráulica busca simular el comportamiento del sistema de almacenamiento temporal. Para ello se ha empleado el modelo de dominio público SWMM 5vE de la EPA de los Estados Unidos.

La versatilidad de este modelo de simulación, y su condición de libre distribución y código abierto, le ha permitido convertirse en uno de los más empleados en muchos países, capaz de simular escorrentía de agua de tormentas y fenómenos de desborde en alcantarillas.

**a) Descripción de EPA SWMM 5:** El stormwater management model (modelo de gestión de aguas pluviales) es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en período extendido. el programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos. El módulo de escorrentía o hidrológico de SWMM 5vE funciona con una serie cuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía. El módulo de transporte o hidráulico de SWMM 5vE analiza el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores. Así mismo, SWMM 5vE es capaz de seguir la evolución de la cantidad y calidad del agua de escorrentía de cada cuenca, así como el caudal, el nivel de

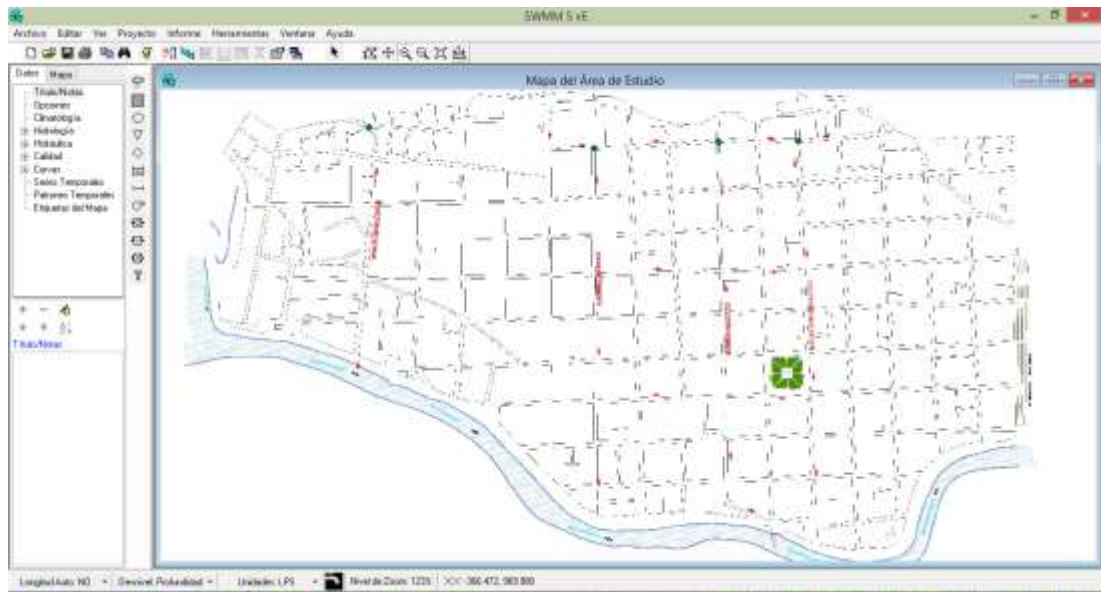
agua en los pozos o la calidad del agua en cada tubería y canal durante la simulación compuesta por múltiples intervalos de tiempo.

**b) *Aplicaciones Típicas del Sistema:***

- Diseño y dimensionado de componentes de la red de drenaje para prevenir inundaciones.
- Dimensionamiento de estructuras de retención y accesorios correspondientes para el control de inundaciones y protección de la calidad de las aguas.
- Delimitación de zonas de inundación en barrancos y cauces naturales.
- Diseño de estrategias de control de la red para minimizar el número de descargas de sistemas unitarios.
- Evaluación del impacto de aportes e infiltraciones en las descargas de sistemas de evacuación de aguas residuales.
- Generar cargas de fuentes contaminantes no puntuales para estudios de acumulación de residuos.
- Evaluar la eficacia de las Buenas Prácticas de Gestión (BMPs) para reducir las cargas contaminantes durante una tormenta.

*BLOQUE RUNOFF:* es el modelo caracteriza a la cuenca y tiene una función de simular los fenómenos de generación de escorrentía de la cuenca y la generación de hidrogramas. La escorrentía se genera aproximando el funcionamiento de cada una de estas zonas a un depósito no lineal, cuyo cálculo se lo realiza con el método modificado de la onda cinemática.

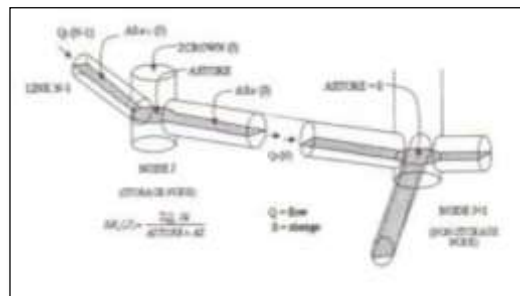
## IMAGEN N°04: Modelo SWMM 5vE



Fuente: Elaboración Propia

La modelación del sistema de alcantarillado está basada en el concepto “conducto nudo”. Esto permite una gran flexibilidad en el tipo de problemas que pueden ser analizados con Extran, los que incluyen a tuberías paralelas, redes, divisiones laterales (reboses), orificios, bombas y sobrecarga parcial dentro del sistema

## IMAGEN N°05: Esquema de conductos.



### 2.2.8 CANALES ABIERTOS Y TUBERIAS

“El movimiento es permanente y uniforme, la profundidad del agua (tirante) está determinada por la pendiente, la rugosidad, la forma de la sección transversal y por el caudal” (Rocha Felices, 2007).

“la presión ejercida por el agua en cada sección del tubo se indica en el tubo piezométrico correspondiente, mediante la altura y de la columna de agua por encima del eje central de la tubería”. (Ven Te Chow, 1997). La clasificación del flujo en canales abiertos.

**a) Tipo de Flujo:** el flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. De acuerdo al cambio en la profundidad de flujo con respecto al tiempo y al espacio.

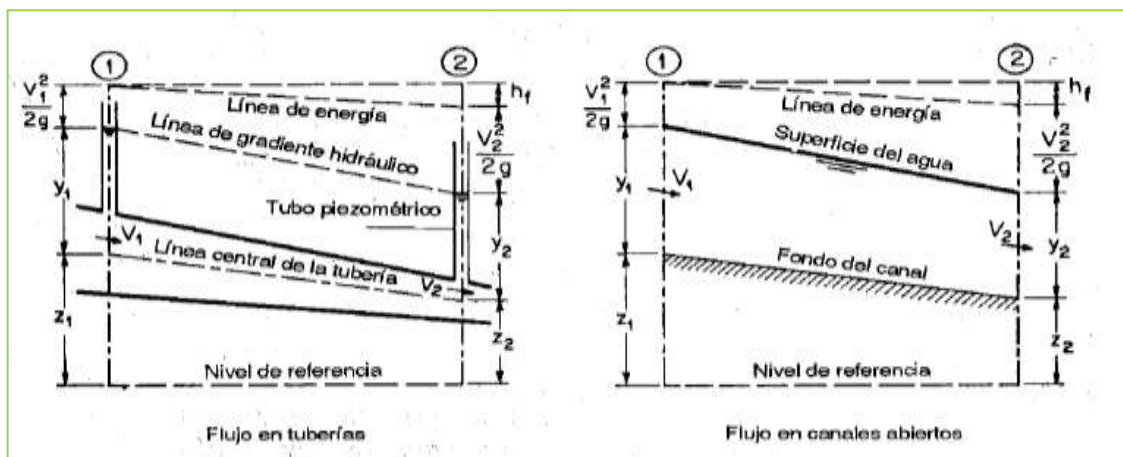
✚ *Flujo permanente*

- Flujo uniforme
- Flujo variado

✚ *Flujo no permanente*

- Flujo uniforme no permanente
- Flujo no permanente

**IMAGEN N°06:** Comparación de flujo en tuberías y flujo en canales abiertos



Fuente: Ven Te Chow – Teorema de Bernoulli

**b) Consideraciones Para el Diseño:** Los canales cerrados son diseñados con las siguientes consideraciones:

- Caudal de diseño
- Coeficiente de fricción
- La pendiente con lo que colocará las tuberías
- Análisis hidráulico



- Diámetro, velocidades y presiones máximas
- Velocidad del flujo.
- Ubicación y recubrimiento.

**TABLA N°10:** Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERIA	"C"
Acero sin cobertura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
concreto	110
Fibra de Vidrio	150
Hierro Fundido	100
Hierro Fundido Dúctil con Revestimiento	140
Hierro Galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de Vinilo (PVC)	150

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**c) Drenaje Pluvial Urbano:** “El cual comprende la recolección transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipiten sobre el área urbana”. (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2014, pág. 39)

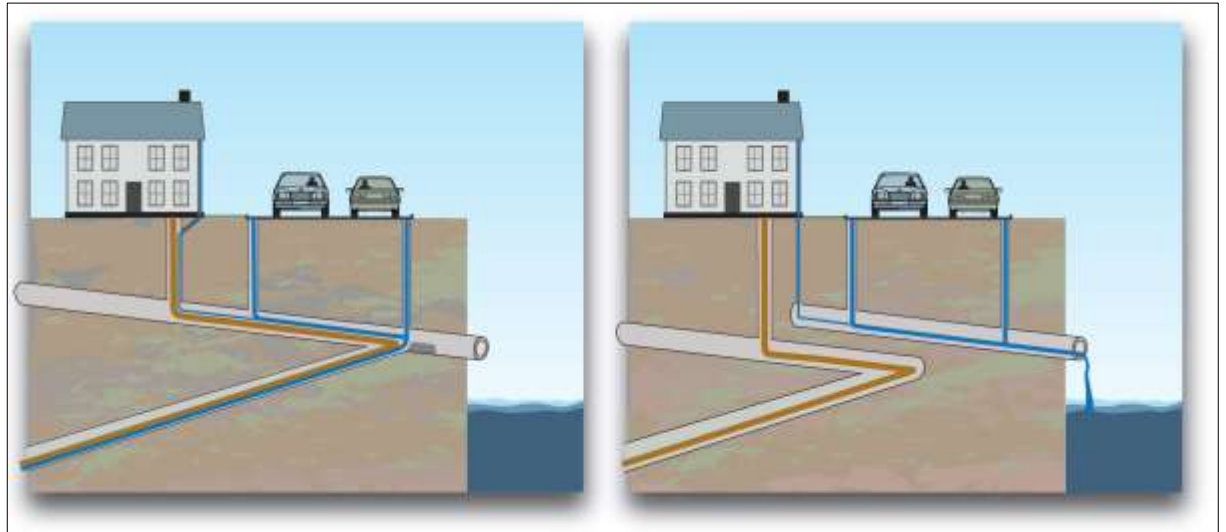
**TABLA N°11:** Coeficientes de escorrentía para áreas urbanas para 5 y 10 años de periodo de retorno.

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
Calles <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimento Asfáltico</li> <li>• Pavimento de Concreto</li> <li>• Pavimento de Adoquines</li> </ul>	0.70-0.95 0.85-0.95 0.70-0.85
Veredas	0.70-0.85
Techos y Azoteas	0.75-0.95
Césped, Suelo Arenoso <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano (0-2%) pendiente</li> <li>• Promedio (2-7%) pendiente</li> <li>• Pronunciado (&gt;7%) pendiente</li> </ul>	0.05-0.10 0.10-0.15 0.15-0.20
Césped, Suelo Arcilloso <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano (0-2%) pendiente</li> <li>• Promedio (2-7%) pendiente</li> </ul>	0.13-0.17 0.18-0.22
Pronunciado (>7%) pendiente	0.25-0.35
Praderas	0.20

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES- Drenaje Pluvial Urbano OS-060

d) **Tipos de Sistema de Drenaje Urbano:** Los cuales se clasifican según su tipo de agua que conduzcan. Sistema de alcantarillado sanitario, Sistema de alcantarillado pluvial y el Sistema de alcantarillado combinado.

**IMAGEN N°07:** tipos de sistema de drenaje urbano



**Sistema de alcantarillado combinado**

**Sistema de alcantarillado separado**

Estas aguas mixtas son transportadas a una planta donde se las trata antes de verterlas. Si el volumen de aguas residuales de un sistema de alcantarillado combinado excede su capacidad, como durante una tormenta intensa, el sistema está diseñado para verter el exceso, que puede incluir aguas negras y sustancias químicas tóxicas, directamente a los cuerpos de agua cercanos. (PERSPECTIVES, 2012)

- El periodo de retorno no debe ser menor de 20 años.
- La escorrentía superficial dentro del área de drenaje nos permitirá determinar la capacidad de la tubería capaz de conducir dicho caudal fluyendo a tubo lleno

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Fuente: RNE – NORMA OS.060

e) **Coefficiente de Arrastre:** Desde el punto de vista de la fuente de sedimentos, el transporte puede dividirse en la carga de lavado “wash load” que comprende el material muy fino y se transporta en suspensión, y la carga de material de fondo “bed load” que se transporta por el fondo y en suspensión, dependiendo del tamaño del sedimento y de la velocidad de flujo.

Para el cálculo del transporte de sedimentos de tipo hidráulico, a través de las características de flujo.

Para el estudio de arrastre de sedimentos se emplea el cálculo del coeficiente de MANNIG.

$$C^* = \frac{V}{V^*} = \left[ \frac{8}{f} \right]^{1/2} = \frac{2.3026}{\kappa} \log \left[ a \frac{R}{K_s} \right]$$

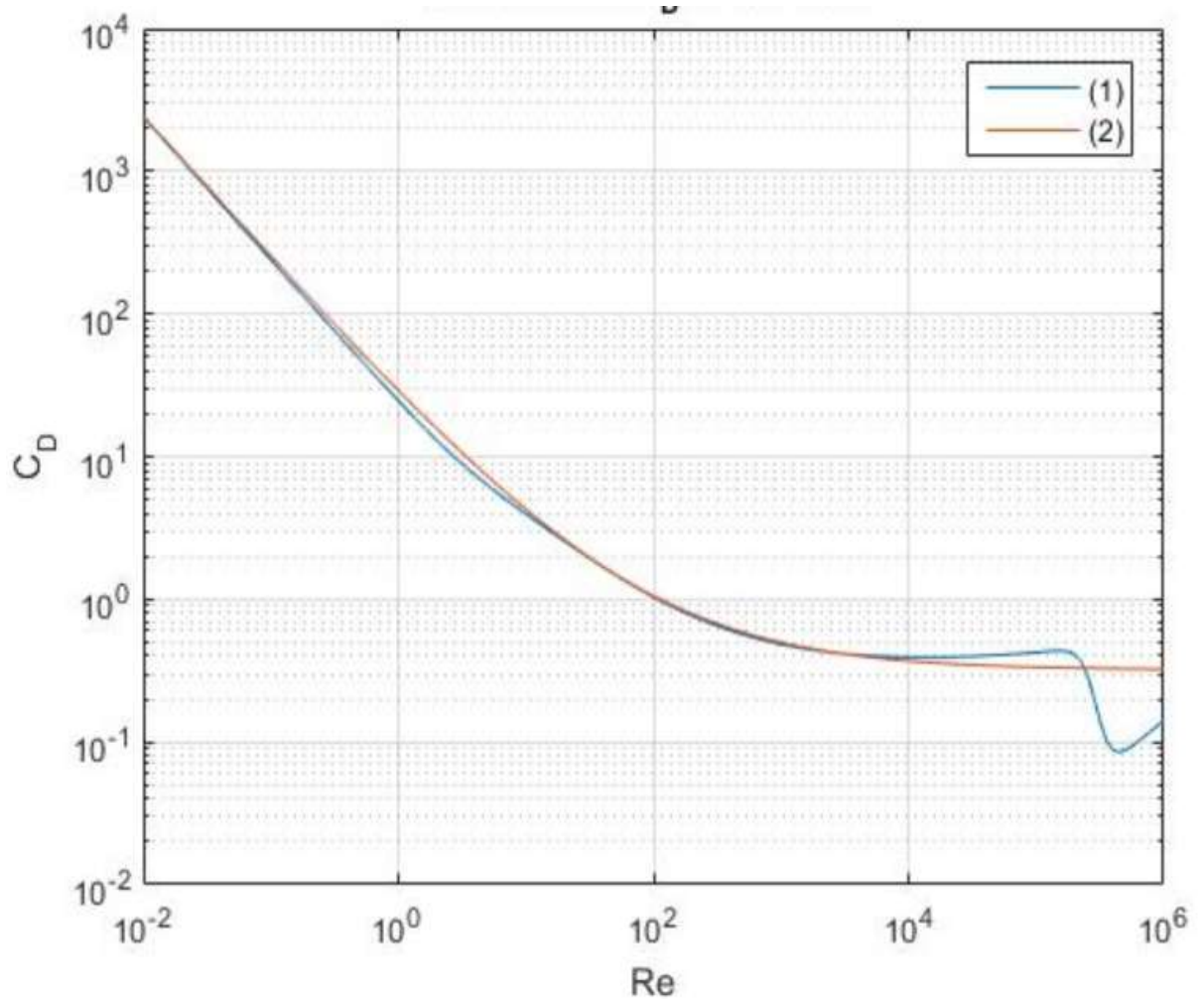
Se utilizó el NUMERO DE REYNOLDS para caracterizar el movimiento de un fluido. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

$$Re = \frac{\rho v_s D_H}{\mu}$$

f) **Fuerza de Rozamiento:** Es la fuerza que opone un fluido al movimiento de un objeto sólido. La fuerza de rozamiento es proporcional al cuadrado de la velocidad relativa  $v$  del objeto respecto del fluido y la constante de proporcionalidad denominada coeficiente de arrastre  $C_d$  que depende a su vez del número de Reynolds

g) **Fórmula de Stokes:** Para una esfera de diámetro  $D$  que se mueve en un fluido con bajos números de Reynolds cuyo  $C_d = 24/Re$ . La fuerza de rozamiento vale,

**GRAFICO N°02:** Abaco de Coeficiente de arrastre vs Numero de Reynolds



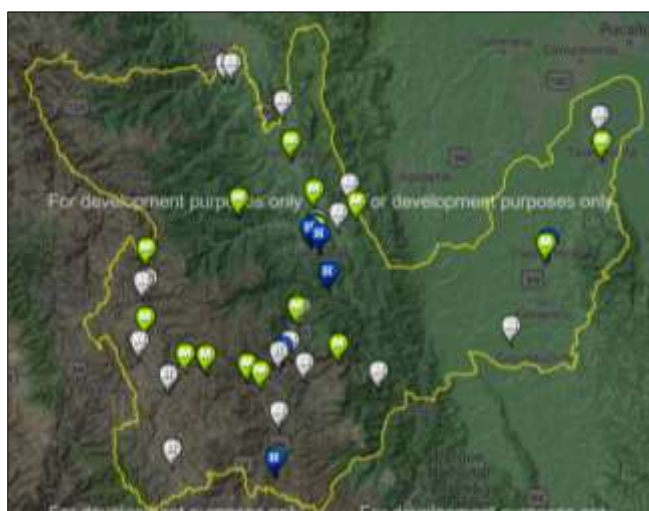
Fuente: Ven Te Chow

### 2.2.9 METEOROLOGÍA

a) **Historia:** Desde la más remota antigüedad se tiene constancia de la observación de los cambios en la atmósfera. Galileo construyó un termómetro en 1607, seguido de la invención del barómetro por parte de Evangelista Torricelli en 1643. El primer descubrimiento de la dependencia de la presión atmosférica con relación a la altitud fue realizado por Blaise Pascal y René Descartes; la idea fue profundizada luego por Edmund Halley, mientras que Horace de Saussure completa el elenco del desarrollo de los más importantes instrumentos meteorológicos en 1780 con el higrómetro a cabello, que mide la humedad del

aire. Franklin fue asimismo el primero en registrar de modo preciso y detallado las condiciones del tiempo en base diaria, así como en efectuar previsiones del tiempo sobre esa base. La ciencia que estudia estas características, las propiedades y los movimientos de las tres capas fundamentales de la Tierra, es la Geofísica. En ese sentido, la meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y sus fenómenos. (Octavio Vasquez, 2014)

**IMAGEN N°08:** Estaciones Climatológicas de la Ciudad de Huánuco



Fuente: Datos Hidrometeorológicos en Huánuco

**b) Conceptualización:** la meteorología es una ciencia auxiliar de la climatología ya que los datos atmosféricos obtenidos en múltiples estaciones meteorológicas durante largo tiempo se usan para definir el clima, predecir el tiempo, comprender la interacción de la atmósfera con otros subsistemas, etc. El conocimiento de las variaciones meteorológicas y el impacto de las mismas sobre el clima han sido siempre de suma importancia para el desarrollo de la agricultura, la navegación, las operaciones militares y la vida en general.

**¿Qué es la meteorología?:** La Meteorología es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados

meteoros. El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo. (Rodríguez Jiménez, Benito Capa, & Portela Lozano, 2004).

**c) *Objeto de Estudio de la Meteorología:*** Los concernientes a la climatología y la previsión del tiempo. Su campo de estudios abarca, por ejemplo, las repercusiones en la Tierra de los rayos solares, la radiación de energía calorífica por el suelo terrestre, los fenómenos eléctricos que se producen en la ionosfera, los de índole física, química y termodinámica que afectan a la atmósfera, los efectos del tiempo sobre el organismo humano, etc. En lo concerniente a la evolución del tiempo, tiene especial importancia el estudio del agua atmosférica en sus tres formas: (gaseosa, líquida y sólida), así como las condiciones y circunstancias que rigen sus cambios de estado (calor latente de evaporación, de fusión, etc.), de la estabilidad e inestabilidad del aire húmedo, de las nubes y las precipitaciones. Otra rama fundamental se esfuerza en determinar las leyes que rigen la circulación general de la atmósfera, la formación y los movimientos de las masas de aire, el viento y las corrientes en general, la turbulencia del aire, las condiciones en que se forman y mueven los frentes, anticiclones, ciclones y otras perturbaciones, así como los procesos que dan lugar a los meteoros.

**d) *Importancia de la Meteorología:*** La oficina de Meteorología el ente que brinda toda la información meteorológica en un país, es de suma importancia no solo para mitigar desastres sino también para prevenirlos. Muchas obras de ingeniería civil son profundamente influenciadas por factores climáticos, entre los que se destaca por su regularidad las precipitaciones

pluviales. Un correcto dimensionamiento del drenaje garantiza la vida útil de una carretera, una vía férrea, un aeropuerto, etc. En la figura N°10 se observa la temperatura histórica de los últimos años hasta un Max de 30°C.

e) **Variables de la Meteorología:** son las siguientes:

- Temperatura
- Presión atmosférica
- Viento
- Humedad
- Precipitación

### CUADRO DE ESTACIONES CLIMATICAS HUÁNUCO

**TABLA N°12:** Registro Histórico de la estación climatológica de la cuenca del Huallaga

ESTACIONES CLIMATICAS	MESES	TEMPERATURA BAJA	TEMPERATURA ALTA
Verano	Julio-Agosto	24 °C	29.5 °C
Invierno	Noviembre-Abril	10 °C	18 °C
Primavera	Setiembre-October	19 °C	22°C
Otoño	Mayo-Junio	16 °C	18°C

Fuente: SENAMHI

**TABLA N°13:** Registro Histórico de los Años 2016 - 2017

MESES	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>2016</b>	13.6	30.6	14.5	29.4	14.5	30.4	12.4	30.4	10.5	30.3	9.4	29	9.1	29.3	9.5	29.2	12.5	30.3	13.4	31	12.9	31.5	13.2	30.2
<b>2017</b>	12.5	28.8	13.6	30.3	13.4	29.7	13.1	29.7	13.6	30.2	10	29.4	6	28.7	10.2	29.7	13.6	29.4	13	30.5	14.5	30.5	12.9	30.1

Fuente: SENAMHI registro histórico

f) **Precipitación Pluvial:** Las precipitaciones que se producen en la zona de estudio son de la forma de lluvia, llovizna y garúas. La presencia de los fenómenos meteorológicos están enmarcados dentro de las estaciones climatológicas, es así que en los entre los meses de Octubre a Marzo se presenta precipitaciones en forma progresiva y continua, marcándose así como estaciones de primavera y invierno, mientras que

entre los meses de Abril a Agosto son las épocas existe ausencia de precipitaciones.

***Registro Histórico Anual de la precipitación en la cuenca del Huallaga***

**TABLA N°14:** Precipitación Anual en (mm)

<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACION (mm)</b>
1994	132.4
1995	95.5
1996	103.5
1997	81.9
1998	123.4
1999	145
2000	121.6
2001	146.4
2002	126.4
2003	113.1
2004	104.9
2005	103.4
2006	144.3
2007	109.5
2008	150.9
2009	116.3
2010	126.5
2011	172.5
2012	146.6
2013	132.4
2014	155.6
2015	116.5
2016	66.6
2017	124.1

Fuente: SENAMHI – Registro Histórico de la Estación de Huanuco



**Registro Histórico Anual de la precipitación en la cuenca del Rio Higueras**

**TABLA N°15: Precipitación Anual en (mm)**

<b>AÑO</b>	<b>PRECIPITACION (mm)</b>
1994	96.4
1995	93.7
1996	99.4
1997	102.8
1998	112.8
1999	117.5
2000	126.3
2001	132.9
2002	139.6
2003	151
2004	143.8
2005	147.4
2006	158.6
2007	126.6
2008	163.7
2009	181.3
2010	137.7
2011	134.6
2012	139.5
2013	154
2014	152.2
2015	101.3
2016	84.5
2017	121

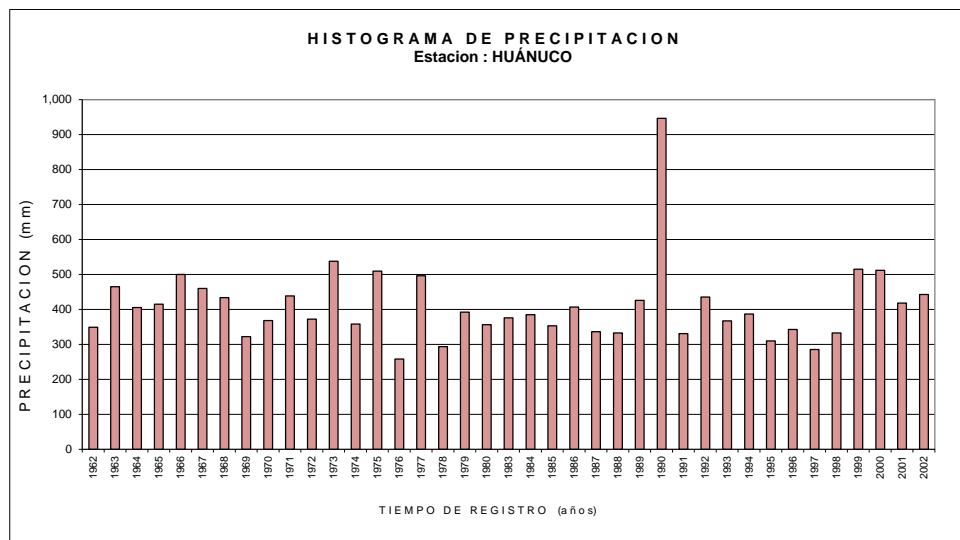
Fuente: SENAMHI – Registro Historico de la Estación de Canchan

**g) Estación Meteorológica:** Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. En la investigación los puntos donde se encuentran las estaciones son en distrito de Pillco Marca y en la localidad de canchan. Lo cual está equipada con los principales instrumentos de medición, entre los que se encuentran los siguientes:

- Anemómetro (mide la velocidad del viento)
- Veleta (señala la dirección del viento)
- Heliógrafo (mide la insolación recibida en la superficie terrestre)
- Higrómetro (mide la humedad)
- Piranómetro (mide la radiación solar)
- Pluviómetro (mide el agua caída)
- Termómetro (mide la temperatura)

En el proyecto de investigación existen dos estaciones ubicados en el Rio Higueras y el Rio Huallaga

**GRAFICO N°03: Precipitación Anual**



Fuente: SENAMHI – Registro Histórico de la Estación Meteorologica de Huánuco

## 2.2.10 HIDROLOGIA - HIDROGRAFIA

- a) **Historia:** desde el principio de los tiempos lo seres vivos han adoptado el agua como fuente de vida, nuestro país cuenta con 54 cuencas hidrográficas, 52 de las cuales son pequeñas cuencas costeras que vierten sus aguas al océano Pacífico. Las otras dos son la cuenca del Amazonas. El Perú contiene el 4% del agua dulce del planeta. El punto de estudio se centra en la cuenca del Huallaga tiene su origen en la parte norte de Pasco. Su

curso se extiende entre las cadenas central y oriental de los andes del norte.

**b) Conceptualización:** “La hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente” (Villon Béjar, 2002, pag. 15). Es la ciencia geográfica que estudia la distribución espacial y temporal, las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares. (DRENAJE, 2011) Hidrología Superficial: la cual estudia las corrientes de agua que riegan la superficie de la tierra y su almacenamiento en depósitos naturales (lagos, lagunas, ciénagas). Hidrología Subterránea: en la que se incluyen los estudios del agua subterránea (acuíferos).

**c) Importancia y Objetivos:** La hidrología Proporciona al ingeniero o hidrólogo, el método para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas (Villon Béjar, 2002). Ingeniería hidráulica se ocupa de planificar, proyectar y construir las obras hidráulicas, entendiéndose que son éstas las que cumplirán la función de captar, conducir, regular y proteger de las aguas, cuyos objetivos son:

- El abastecimiento de agua potable a una población, industria.
- Satisfacer la demanda de un proyecto de irrigación, generación de energía eléctrica.
- Permitir la navegación.
- Obras de drenaje.

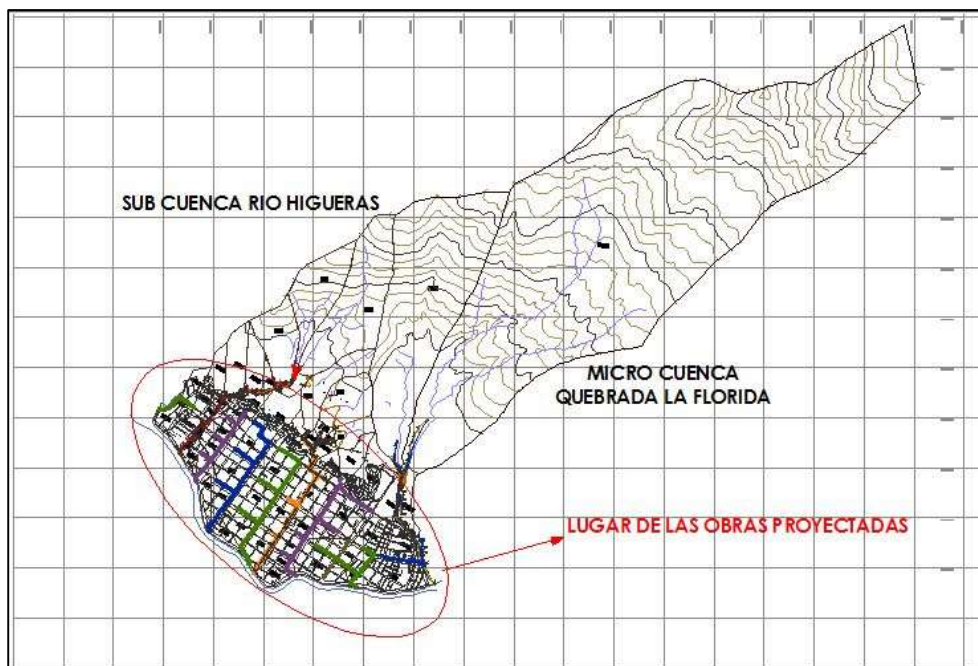
Estos sistemas requieren de un análisis hidrológico cuantitativo para el diseño. Villon Béjar, (2002).

**d) Área del Proyecto:** El estudio de cuencas está orientado a determinar sus características hídricas y geomorfológicas respecto a su aporte y el comportamiento hidrológico. El mayor conocimiento de la dinámica de las cuencas permitirá tomar mejores decisiones respecto al establecimiento de las obras viales. Estas características dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la cobertura vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc.

El estudio de cuencas hidrográficas deberá efectuarse en planos que cuenta el IGN en escala 1:100,000 y preferentemente a una escala de 1/25,000, con tal de obtener resultados esperados.

La cuenca de estudio es la Cuenca del Rio Higuereas que abarca aproximadamente 664.0624 Km<sup>2</sup>. y la Cuenca del Rio Huallaga. En el cual se plantea una estructura hidraulica el cual dará un buen mantenimiento al drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.

**IMAGEN N°09:** Los colectores principales y secundarios de la ciudad de Huánuco



Fuente: Drenaje Pluvial de la Ciudad de Huánuco

**TABLA N°16:** Valores de periodo de Retorno T (años)

Riesgo Admisible	VIDA UTIL DE LAS OBRAS DE DRENAJE (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
<b>0.01</b>	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
<b>0.02</b>	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
<b>0.05</b>	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
<b>0.10</b>	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
<b>0.20</b>	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
<b>0.25</b>	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
<b>0.50</b>	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
<b>0.75</b>	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
<b>0.99</b>	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	22	22	44

Fuente: MONSALVE, 1990

**TABLA N° 17:** Valores maximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (%)
Puente	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
drenaje de la plataforma (a nivel Longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Rivereñas	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

- e) Precipitación Total y Efectiva:** El exceso de precipitación o precipitación efectiva ( $P_e$ ), es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo. Después de fluir a través de la superficie de la cuenca, el exceso de precipitación se convierte en escorrentía directa a la salida de la cuenca bajo la suposición de flujo superficial hortoniano. Las gráficas de exceso de precipitación vs. el tiempo o hietograma de exceso de precipitación es un componente clave para el estudio de las relaciones lluvia-escorrentía.
- f) Tiempo de Concentración:** Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto de inicio hasta punto de inicio hidraulicamente mas lejano hasta la salida de la cuenca.

$$T_c = t_o + t_f$$

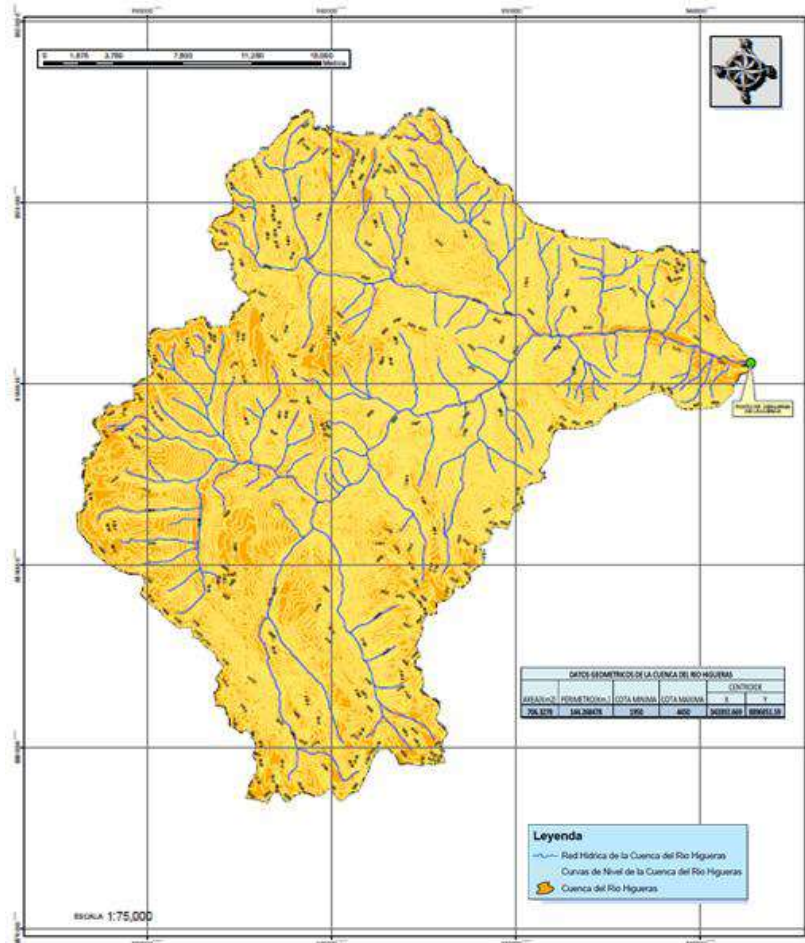
Fuente: RNE – NORMA OS.060

**TABLA N°18:** Cálculo del tiempo de concentración

Autor	Expresión	Observaciones
Kirpich (1940)	$T=0.0195*L^{0.77}/S^{0.385}$	SCS áreas rurales
California Culverts Practice (1942)	$T=56.867*(L^2/H)^{0.385}$	Cuencas de montaña
Izzard (1946)	$T=525.28*(0.0000276i+c)*L^{0.33}/(i^{0.667}S^{0.333})$	Experimentos de laboratorio
Federal Aviation Agency (1970)	$T=3.26*(1.1-C)*L^{0.5}/S^{0.33}$	Aeropuertos
Morgali y Linsley (1965)	$T=7*L^{0.6}*n^{0.6}/(i^{0.4}*S^{0.3})$	Flujo superficial
SCS(1975)	$T=258.7*L^{0.8}*((1000/CN)-9)^{0.7}/1900*S^{0.5}$	Cuencas rurales

Fuente: SCS Soil Conservación Service

**IMAGEN N°10:** Cuenca hidrológica del río Higueras



## 2.2.11 TOPOGRAFIA – PLANIMETRIA

- a) **Historia:** Surgió de los ancestros por la necesidad de la medición en la superficie de la tierra, los egipcios y los babilónicos fueron los primeros en medir distancias tomando como unidades las partes de los cuerpos como el dedo, pulgar, cuartas y el pie. Posteriormente se creó el teodolito sin la vista telescópica, el eclímetro fueron tecnologías costosas y lentas, en nuestra actualidad los equipos y los métodos están progresando ya que existen equipos de distancias con rayos, estación total, gps, drones, etc.
- b) **Conceptualización:** Según mendoza dueñas, (2010) se explica que la topografía es una rama de la ingeniería que se propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando hipotéticamente, que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal. En términos simples: la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña. Las informaciones se obtienen de instituciones especializadas en cartografía y/o a través de las mediciones realizadas sobre el terreno (“levantamiento”), complementando esta información con la aplicación de elementales procedimientos matemáticos
- c) **Importancia de la Topografía:** la importancia de la topografía, radica en que este interviene en todas las etapas de la ingeniería. Es fácil entender que la realización de una obra civil pasa por varias etapas, el estudio o proyecto tiene relación directa con la topografía y la ejecución ya que el primero que se realiza es el trazo, nivelación y replanteo.

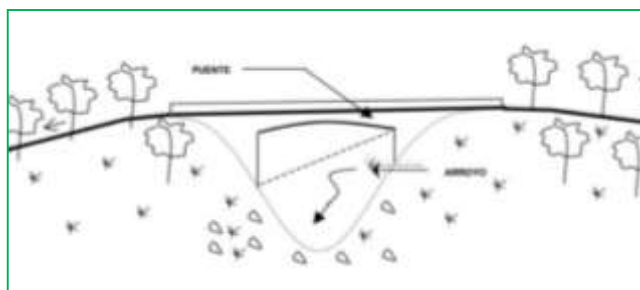




e) **Según el Tipo de Obra:** para una buena elección de tipo de obra se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El área hidráulica necesaria
- Pendientes in situ (las pendientes deberán ser  $> 2\%$ )
- Altura mínima y máxima de rellenos y terraplenes
- Materiales de construcción
- Capacidad de carga del terreno
- Estabilizar el terreno en estudio.

**IMAGEN N°12:** Drenaje en obras hidráulicas



f) **Consideraciones y Criterios para el diseño del sistema**

**hidráulico:** Las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal. El diseño de una obra de toma puede ser un problema muy difícil, en el que debe preverse la interacción estructura-naturaleza. La obra de toma, cualquiera que sea su tipo, es un elemento extraño en contacto con el agua. Es decir, que la estructura va a producir inevitablemente alteraciones en el medio natural circundante y, a la vez, la naturaleza va a reaccionar contra la obra. Esta interacción que se presenta al construir la obra, y en el futuro al operarla, debe ser prevista y contrarrestada oportuna y debidamente.

- Es importante conocer el comportamiento hidrológico del río, esto garantiza el caudal a derivar así definir el dimensionamiento de los elementos conformantes del sistema hidráulico.

- El caudal de diseño para una avenida máxima, servirá para predimensionar y diseñar la altura de las obras de defensa y las características del barraje o azud.
- Los caudales medios y mínimos servirá para determinar la altura de nuestra ventana de captación.

**Toma Móvil:** Se llama así aquella toma que para crear la carga hidráulica se vale de un barraje móvil. Son tomas que por la variación de niveles en forma muy marcada entre la época de estiaje y avenida, necesitan disponer de un barraje relativamente bajo, pero que para poder captar el caudal deseado necesitan de compuertas que le den la cota a nivel de agua adecuado. Su principal ventaja es que permite el paso de los materiales de arrastre por encima de la cresta del barraje vertedero o azud.

**Altura del Barraje Vertedero:** La altura del barraje vertedero está orientada a elevar o mantener un nivel de agua en el río, de modo tal que, se pueda derivar un caudal hacia el canal principal o canal de derivación. También debe permitir el paso de agua excedente por encima de su cresta. Es lógico que el nivel de la cresta dé.

De acuerdo a la figura 12 se puede definir que la cota  $C_c$  de la cresta del barraje vertedero será:

$$C_c = C_o + h_o + h + 0.20 \text{ (en metros)}$$

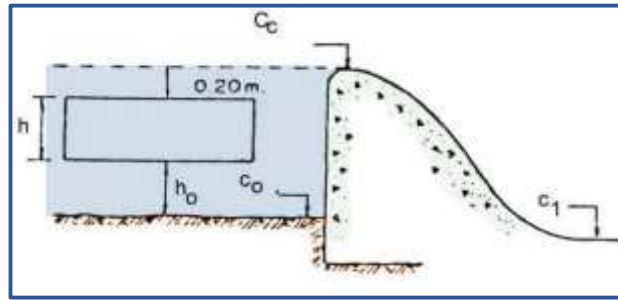
*Donde*

**$C_o$ :** cota del lecho detrás del barraje vertedero (del plano topográfico)

**$h_o$ :** altura necesaria para evitar el ingreso de material de arrastre (se recomienda  $h_o = 0.60$  m).

**$h$ :** altura que necesita la ventana de captación para poder captar el caudal de derivación

**IMAGEN N°13:** Definición de Altura de Barraje



**Ventana de Captación:** La captación de agua se realiza mediante una abertura llamada ventana de captación debido a que se encuentra a una altura de 0.60 m. del piso del canal de limpia como mínimo. Sus dimensiones son calculadas en función del caudal a derivar y de las condiciones económicas más aconsejables.

**Ho:** altura para evitar ingreso de material de arrastre; se recomienda 0.60 m. como mínimo.

Otros recomiendan  $h_o > H/3$ , aunque es obvio que cuanto mayor sea  $h_o$  menor. Será el ingreso de caudal sólido.

$$Q = c. L. H^{3/2}$$

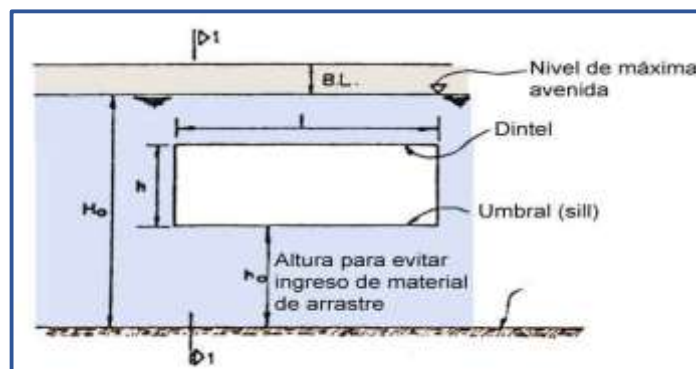
*Donde:*

**Q:** caudal a derivar más caudal necesario para operación del sistema de purga.

**C:** coeficiente de vertedero, en este caso 1.84

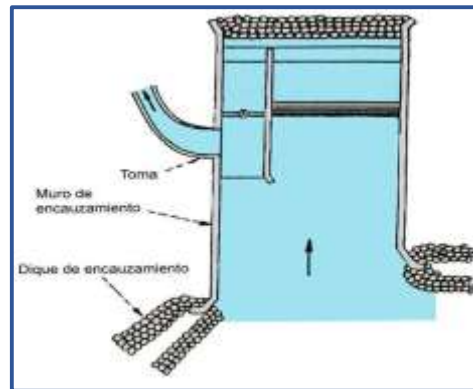
**L:** longitud de ventana

**IMAGEN N°14:** Ventana de Captación

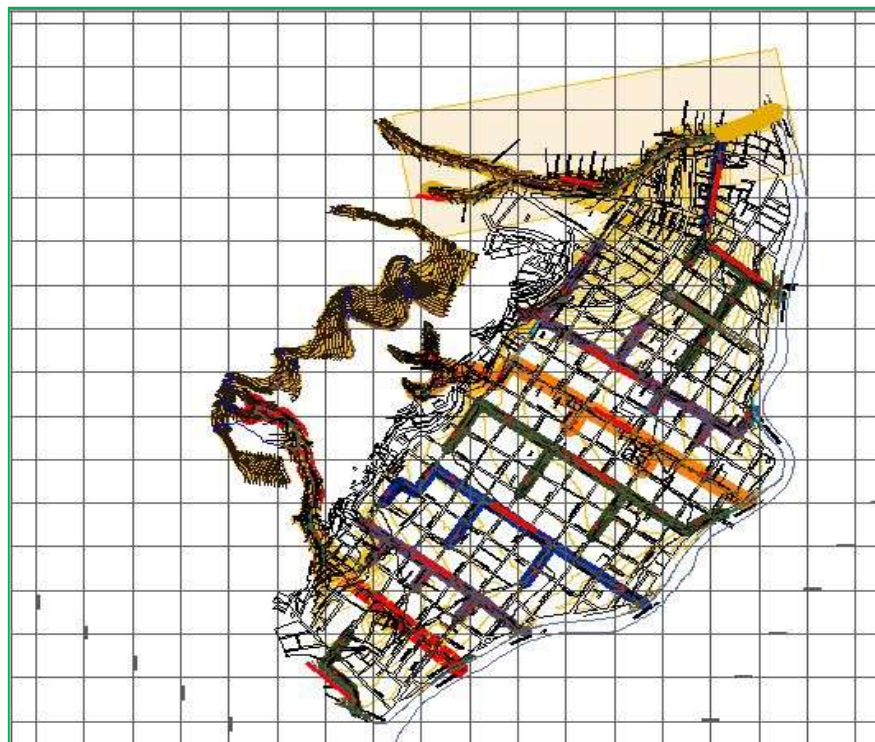


**Muros de Encauzamiento:** Son estructuras que permiten encauzar el flujo del río entre determinados límites con el fin de formar las condiciones de diseño pre-establecidas (ancho, tirante, remanso, etc.) Estas estructuras pueden ser de concreto simple a de concreto armado. Su dimensionamiento está basado en controlar el posible desborde de máxima nivel del agua y evitar también que la socavación afecte las estructuras de captación y derivación. Se recomienda que su cota superior esté por lo menos 0.50 m por encima del nivel máximo de agua.

**IMAGEN N°15:** Muros de Encauzamiento



**IMAGEN N°16:** Colectores del Drenaje Pluvial de Huánuco



## 2.2.12 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### a) **Plan de Operación y Mantenimiento Para el Drenaje Pluvial:**

Las actividades de operación y mantenimiento para el alcantarillado pluvial consisten principalmente en:

- Limpieza periódica de pozos, cajas tragantes y colectores.
- Inspección del estado físico de pozos, cajas tragantes y colectores, para posibles reparaciones.

Por esta razón se consideraran las mismas condiciones expuestas en el plan de operación y mantenimiento para el alcantarillado sanitario las cuales que se presentan a continuación.

### b) **Operación de las Redes de Alcantarillado:** La Municipalidad u organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad.

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.). La inspección cualitativa incluye la

inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

**IMAGEN N°17:** Sección Rectangular del Drenaje Pluvial de Huánuco



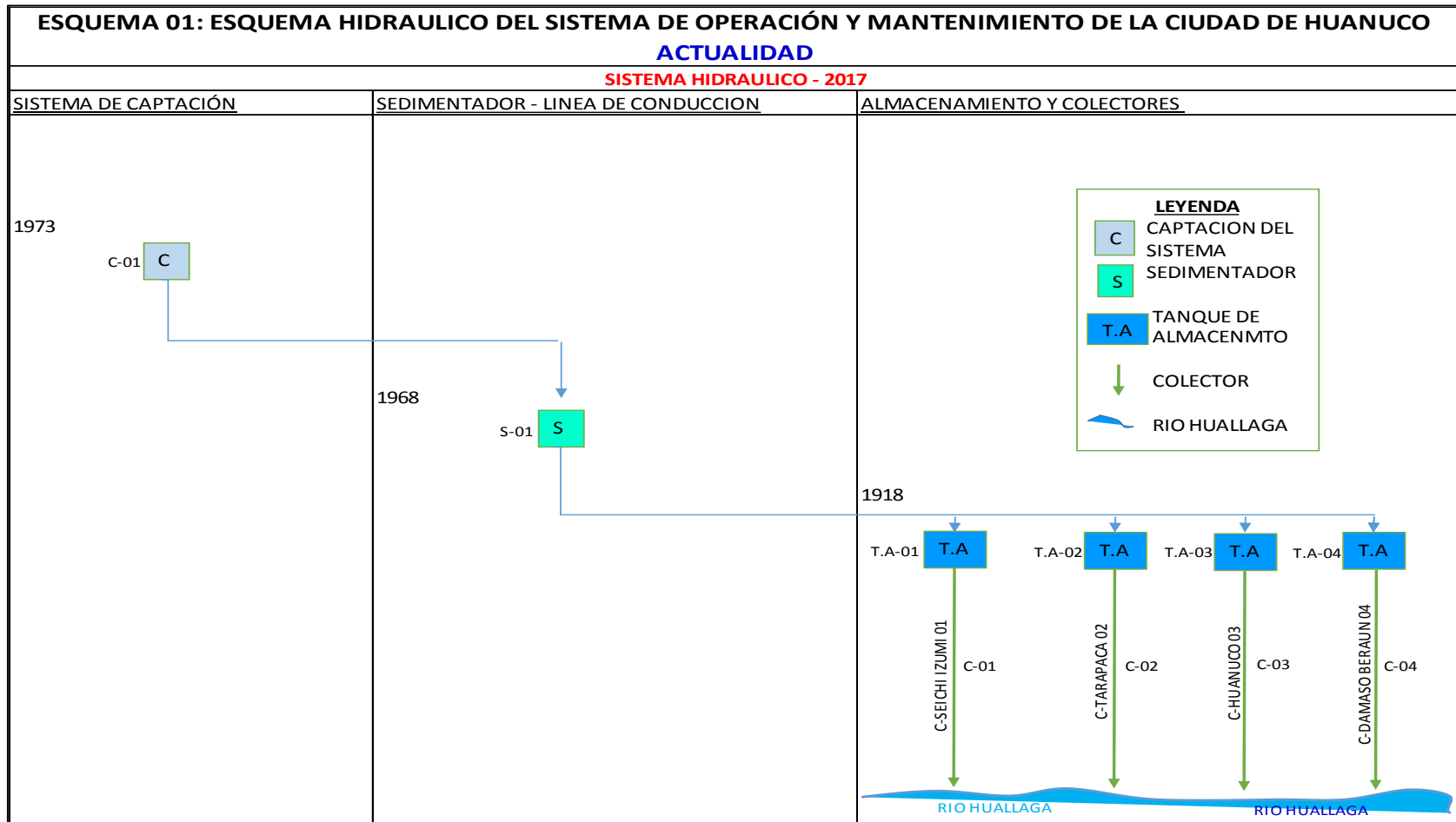
**IMAGEN N°18:** Sección Circular del Drenaje Pluvial de Huánuco



**c) Esquema Hidráulico para la Operación y Mantenimiento:**

El diseño expresado en la esquema es el planteamiento de la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco, el cual consta de una captación ubicado en el Rio Higueras, posterior se ubicará el sedimentador para la decantación de lodos, arena, material de suspensión, también contará sistema de almacenamiento los cuales harán la función de reservorio, con diseño de presión hidrostática aptos para el arrastre de solidos del interior del drenaje.

**GRAFICO N°04: Esquema del Sistema Hidráulico**



Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **ALCANTARILLA.-** Las alcantarillas son estructuras de cruce, que sirve para conducir agua de un canal o un dren, por debajo de un camino u otro canal. La alcantarilla disminuye la sección transversal del cauce de la corriente, ocasionando un represamiento del agua a su entrada y un aumento de su velocidad dentro del ducto y a la salida. (Villón Béjar, 2003)
- **CANAL.-** Es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial, fluyen todos los cursos de agua fluyendo con una superficie libre o cerrada. (Ven Te Chow, 1997)
- **COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.-** El coeficiente de escorrentía o escurrimiento es la permeabilidad del terreno de evaporación y la distribución de la lluvia. Es la relación que existe entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. (Ferrufino Hinojosa y Moreira Gonzales, 2006)
- **CONTAMINACION AMBIENTAL.-** La contaminación ambiental es la presencia de sustancias nocivas para los seres vivos que irrumpen en la composición de los elementos naturales, como el agua, el suelo y el aire. Tenemos varias clases de contaminación: atmosférica, hídrica, del suelo, sonora, visual, entre otras. (Lopez Moreno, 1995)
- **CONTAMINACION ODORIFERA.-** Esta sección trata del olor y de cómo se abordan los problemas asociados a su percepción. El olor es una reacción sensorial de determinadas células situadas en la cavidad nasal que a partir de un determinado valor de percepción puede causar molestia. (100CIAS@UNED, 2012).
- **CUENCA.-** Se define como el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. (Agricultura, 1981)
- **DRENAJE.-** Transporte superficial de agua y sedimentos, producto de las aguas de lluvia no utilizable. El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua



superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia. (Comunicaciones, 2015)

- **DRENAJE URBANO.-** El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba, y genere a su vez obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Parece importante entonces establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente. (Comunicaciones, 2015)
- **DESARENADORES:** Son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua de un canal. El material sólido que se transporta ocasiona perjuicios en las obras (Autoridad Nacional del Agua, 2010)
- **ESCORRENTÍA.-** Se llama escorrentía o escurrimiento a la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales. En hidrología la escorrentía hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo. (Ambiente, 2018)
- **HIDROLOGÍA.-** La hidrología es una de las ciencias de la tierra. Estudia el agua de la tierra, su ocurrencia, circulación y distribución, sus propiedades físicas y químicas, y su relación con las clases de vida. Hidrología abarca la hidrología de agua superficial e hidrología de agua subterránea, este último, sin embargo, es considerada estar sujeto en sí mismo. Otras ciencias de la tierra relacionadas incluyen la climatología, meteorología, geología, geomorfología, geografía, y oceanografía (Villon Béjar, 2002).
- **HIDRÁULICA.-** Es la ciencia que aplica los desarrollos de la mecánica de fluidos en la solución de problemas prácticos que tienen

que ver con la medición, la distribución y el manejo del agua en almacenamiento y en conducciones a presión y a flujo libre. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015)

- **INTENSIDAD DE LLUVIA.-** Se define la intensidad de lluvia como el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo y superficie. Se mide habitualmente en (*mm/h*) también en litros por segundo por hectárea (*l/s/Ha*). (Rodríguez Jiménez, Benito Capa, & Portela Lozano, 2004)
- **LLUVIA EFECTIVA.-** Porción de lluvia que escurrirá superficialmente. Es la cantidad de agua de lluvia que queda de la misma después de haberse infiltrado, evaporado o almacenado en charcos conducto libre. (Rodríguez Jiménez, Benito Capa, & Portela Lozano, 2004)
- **PENDIENTE LONGITUDINAL.-** Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal. El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia. (Comunicaciones, 2015)
- **PERIODO DE RETORNO.-** Periodo de retomo de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada, por lo menos una vez en promedio. (Villon Béjar, 2002)
- **PRECIPITACIÓN.-** Fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo. Una nube puede estar formada por una gran cantidad de gotitas minúsculas y cristalitos de hielo, procedentes del cambio de estado del vapor de agua de una masa de aire que, al ascender en la atmósfera, se enfría hasta llegar a la saturación. (Rodríguez Jiménez, Benito Capa, & Portela Lozano, 2004)
- **PRECIPITACIÓN EFECTIVA.-** La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas.

Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido en humedad del suelo o velocidad de infiltración. (Rodríguez Jiménez, Benito Capa, & Portela Lozano, 2004)

- **TEMPERATURA.-** Es una magnitud física que indica la intensidad de calor o frío de un cuerpo, La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan. (SENAMHI, 2010)
- **TOPOGRAFÍA.-** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, determinar la posición relativa de puntos con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. (Departamento de Ingeniería, 2008)
- **VERTEDERO LATERAL.-** Es una estructura de protección que permite evacuar los excedentes de caudal, cuando el nivel de agua en el canal pasa de un cierto límite adoptado.  
Controlan el caudal, evitándose posibles desbordes que podrán causar serios daños, por lo tanto, su ubicación se recomienda en todos aquellos lugares donde exista este peligro. (Villón Béjar, 2003).
- **RUGOSIDAD SUPERFICIAL.-** La altura efectiva de las irregularidades que forman los elementos de la rugosidad se conocen como altura de rugosidad  $k$ , la relación de  $k/r$  con respecto al radio hidráulico que se conoce como rugosidad relativa. (Ven Te Chow, 1997, pág. 191).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPOTESIS GENERAL**

El sistema hidráulico, incide significativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.

### **2.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICO**

- El flujo constante por gravedad que atraviesa por los colectores críticos del drenaje pluvial, incide positivamente en el mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de Huánuco.
- Los resultados obtenidos de los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y topográficos incide positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.
- Con el diseño y modelamiento del sistema hidráulico se mejora la operación, mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL

### **2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b><u>V.I</u></b></p> <p>Planteamiento de un sistema hidráulico</p>	<p>-Diseño de estructuras hidráulicas</p> <p>-Meteorológicos</p> <p>-Hidrológicos</p> <p>-Topográficos</p> <p>-Colectores del drenaje pluvial</p>	Precipitación
		Climatología
		Hidrología
		Drenaje
		Obras hidráulicas
		Topografía
		Altitud - cotas
Jirones críticos		
<p><b><u>V.D</u></b></p> <p>Operación y mantenimiento del drenaje pluvial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normatividad</li> <li>- SWMM</li> <li>- Responsabilidad social</li> </ul>	<p>-Norma OS-060 drenaje pluvial urbano.</p> <p>-Daños a la salud de la población.</p> <p>-Molestias respiratorias.</p>

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1 ENFOQUE

La investigación es de **enfoque cuantitativo** debido a que tiene las características de medir fenómenos, utilizar programas estadísticos para su medición de los resultados de la variación del flujo por gravedad y la sedimentación existente. Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base a la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 4)

##### 3.1.2 ALCANCE O NIVEL

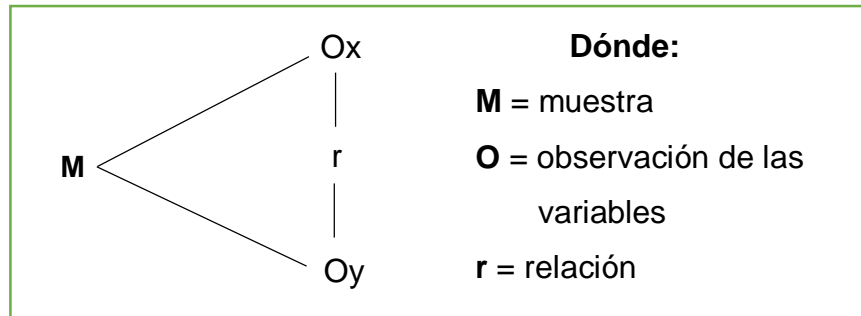
El siguiente estudio tiene un **alcance correlacional** por lo que asocia variables mediante un patrón, cuantifican y explican la relación entre variables. Se conoce el comportamiento de otras variables vinculadas (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 76)

##### 3.1.3 DISEÑO

La siguiente investigación es de **diseño experimental y tipo cuasi experimental** debido a que solo se propondrá el diseño del sistema hidráulico que busca la solución a una inadecuada operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco, prescindiendo de su construcción. (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 118)

De darse la construcción de lo diseñado se podrá verificar objetivamente si el flujo planteado desaparece el problema por

arrastre hidráulico, la cobertura de estudio estará enfocándose en todo el drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco. La investigación tiene el siguiente esquema correlacional.



**Ox** = Conjunto de datos correspondiente al sistema hidráulico.  
(Variable independiente)

**Oy** = Conjunto de datos correspondiente a la operación y mantenimiento del drenaje pluvial. (Variable dependiente)

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **POBLACIÓN:**

La población es todo el drenaje pluvial de la Ciudad de Huánuco (colectores principales y secundarios) con una longitud de 12,921.00 ml.

Los cuales incluyen a los siguientes colectores:

- Colector Viña del rio
- Colector Seichi Izumi (Canal Jactay)
- Colector Junín
- Colector Tarapacá
- Colector Huánuco
- Colector Dámaso Beraún (Canal Independencia)
- Colector Constitución
- Colector 14 de Agosto
- Colector Huallayco

- **MUESTRA:**

Para determinar la muestra de nuestra investigación se ha empleado el muestreo no probabilístico, en razón de que el investigador quien ha elegido de manera voluntaria o intencional los colectores más críticos como muestra.

“Las muestras no probabilísticas, también llamadas dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y un poco arbitrario. Aun así se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ellas se hacen inferencias sobre la población”. (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010, pág. 189)

La muestra son los colectores principales del drenaje pluvial (colector Seichi Izumi, Tarapacá, Huánuco y Dámaso Beraún). Cuyo longitud total 7,440.25 ml.

### 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recopilación de información de la presente investigación se ha utilizado diversas técnicas e instrumentos que se muestran a continuación:

- **Técnicas:**

- Observación.- Se levantó información a través de la observación in situ. El estado en el que se encuentra el drenaje pluvial.
- Encuesta.- Se encuestó a la población aledaña de los colectores principales del drenaje pluvial de Huánuco.

- **Instrumentos:**

- Cuestionarios.- Se elaboró cuestionarios el cual se muestra en el Anexo N°04 y N°05, el cual se aplicó



a los usuarios elegidos de manera aleatoria por el investigador.

- Fuentes bibliográficas, manuales, revistas y material electrónico.
- Instrumentos de recolección de datos hidrológicos, topográficos y meteorológicos.

### **3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS (CUADROS Y/O GRAFICOS)**

Los datos que se obtuvieron fueron procesados en los siguientes programas:

- Cuadros y gráficos estadísticos a través de programas como el Word, Excel y SPSS.
- Para el diseño del sistema hidráulico se utilizó el SWMM V 5.0
- Para la modelación hidráulica el SWMM V 5.0 AutoCad 3D.

### **3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

- Para la interpretación de los datos se utilizará cuadros estadísticos bidimensionales de doble entrada que facilita la lectura y análisis de resultados al mostrar dos variables de investigación.
- Gráficos de columnas o barras el cual nos muestra las puntuaciones en relación a las frecuencias
- Los datos obtenidos del estudio y el predimensionamiento nos sirve para el diseño y modelación hidráulica.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el siguiente capítulo los resultados obtenidos son posterior a tabulaciones, encuestas en campo, diseño y modelación en software. Para su análisis e interpretación.

**4.4.1 Estaciones Meteorológicas en Estudio:** los datos meteorológicos e hidrológicos se obtuvieron de las siguientes estaciones:

- Estación meteorológica de Huánuco
  - *Ubicación Geográfica:*
    - Latitud = 9°57'7.24"
    - Longitud= 76°14'54.8"
    - Altitud = 1947 msnm
  - *Rio:*
    - Cuenca del Rio Huallaga
- Estación meteorológica de Canchan
  - *Ubicación Geográfica:*
    - Latitud = 9°55'15.34"
    - Longitud= 76°18'34.62"
    - Altitud = 1986 msnm
  - *Rio:*
    - Cuenca del Rio Higueras

De los cuales se recopiló la información histórica de precipitación diaria, mensual y anual, temperaturas máximas y mínimas.

**4.4.2 Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca Rio Higueras:** la cuenca en estudio presenta las siguientes características morfológica:

**TABLA N°19:** Parámetros Morfológicos de la Cuenca del Rio Higueras

PARAMETROS				UND	CUENCA RIO HIGUERAS
SUPERFICIE				km <sup>2</sup>	618.79
PERIMETRO				km	131.9
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	INDICE DE COMPACIDAD		-	1.48
		FACTOR DE FORMA	LONGITUD DEL CAUCE	km	50700
			ANCHO PROMEDIO	km	14.21
			FACTOR DE FORMA	-	0.28
SISTEMA DE DRENAJE	LONGITUD TOTAL DE LOS RIOS			km	487750
	LONGITUD DE LA CUENCA			km	54.36
	DENSIDAD DE CORRIENTE			-	0.233
	DENSIDAD DE DRENAJE			km/km <sup>2</sup>	1.141
RELACIONES DE RELIEVE	PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE			%	6
	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA			%	34.4
	TIEMPO DE CONCENTRACION			min	36.64
	ALTITUD PROMEDIO			msnm	3532

Fuente: Elaboración Propia

Las características de la cuenca del Rio Higueras tiene una área de 618.79 km<sup>2</sup> el cual es constituye a una cuenca de tamaño grande, con pendiente promedio de 34.4 % (alta). El índice de compacidad de la cuenca es mayor a la unidad por lo tanto es cuenca alargada.

La densidad de la cuenca muestra un valor 1.141 lo que caracteriza de una cuenca con superficie regularmente drenada.

**4.4.3 Precipitación y Meteorología:** Los datos históricos de precipitación y climatología fueron otorgados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú de las estaciones meteorológicas de Cachan y Huánuco. Se cuenta con datos con 24 años de antigüedad desde el año 1194 hasta el 2017, los cuales fueron usados en el diseño y modelación hidráulica en el proyecto de investigación del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco. A mayores años de registro de estación mayor precisión en el diseño de obras hidráulicas el cual cuenta con periodo de retorno de 20 años.

**TABLA N°20:** Datos Históricos de Precipitación de la Estación de Huánuco

**SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS 24 HORAS DE LA ESTACION  
METEOROLÓGICA DE HUÁNUCO**

**ESTACIÓN CLIMATOLOGICA HUÁNUCO**

<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>AGT</b>	<b>SEPT</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1994	6.5	8.7	10.9	24.0	15.0	0.0	0.0	0.0	20.5	19.0	7.2	20.6
1995	8.0	18.9	17.5	8.9	1.8	0.7	1.2	0.4	3.0	8.9	13.9	12.3
1996	13.5	9.1	15.9	17.1	10.4	0.0	0.1	3.5	1.4	9.3	15.1	8.1
1997	10.5	6.6	11.4	10.6	4.2	1.9	0.0	4.1	5.3	8.3	11.2	7.8
1998	17.9	16.5	27.5	1.0	2.7	1.8	4.7	1.5	3.2	13.4	26.0	7.2
1999	13.1	28.0	15.2	5.4	9.2	8.1	2.4	0.6	33.0	5.6	10.7	13.7
2000	10.8	14.2	14.6	7.7	5.3	7.3	3.2	12.1	4.0	2.8	20.3	19.3
2001	11.3	8.9	10.6	25.7	7.4	0.8	5.2	5.0	2.0	10.0	48.7	10.8
2002	13.0	19.4	14.9	27.2	9.7	2.1	0.1	1.3	2.8	22.9	7.8	5.2
2003	12.3	6.4	9.4	14.9	3.0	0.1	2.1	6.9	4.4	12.5	23.0	18.1
2004	7.6	8.1	11.9	10.5	11.7	1.4	0.8	4.6	11.3	6.4	13.0	17.6
2005	5.9	16.6	25.5	2.4	0.6	0.0	1.6	7.5	3.5	11.0	8.7	20.1
2006	28.0	12.3	18.9	8.3	1.9	3.6	3.3	2.0	7.2	18.9	21.7	18.2
2007	8.7	2.4	12.3	7.5	5.3	1.2	0.1	2.9	2.3	25.8	13.7	27.3
2008	7.9	12.5	16.6	15.8	2.7	1.8	3.3	0.7	14.2	11.7	33.1	30.6
2009	19.6	10.0	19.4	10.6	7.3	9.0	0.3	3.4	2.3	16.8	8.5	9.1
2010	4.9	17.4	22.5	5.8	2.4	1.2	4.0	5.0	9.6	12.0	21.8	19.9
2011	13.6	11.6	35.4	8.0	9.5	1.8	3.8	1.5	11.4	20.4	19.3	36.2
2012	16.3	12.3	11.6	16.3	5.7	1.9	0.9	2.5	2.6	16.2	29.6	30.7
2013	11.2	13.8	14.7	12.3	4.3	1.4	4.6	5.1	23.3	11.5	10.3	19.9
2014	15.4	21.9	15.2	24.8	18.2	3.2	0.6	0.3	11.7	23.2	7.6	13.5
2015	14.3	7.6	12.4	31.7	7.3	1.2	0.5	0.7	1.3	10.5	15.7	13.3
2016	11.2	13.0	12.2	2.4	0.0	0.5	0.2	0.5	0.4	6.4	5.6	14.2
2017	12.5	11.1	15.4	10.6	9.4	2.0	4.0	1.6	5.9	13.3	12.5	25.8

Fuente: Datos Historicos de SENAMHI – Obtenidos por el Tesista

**TABLA N°21: Datos Históricos de Precipitación de la Estación de Canchan****SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS 24 HORAS DE LA ESTACION  
METEOROLÓGICA DE CANCHAN****ESTACIÓN CLIMATOLOGICA CANCHAN**

<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>AGT</b>	<b>SEPT</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1994	14.0	15.8	8.5	18.0	11.6	1.3	0.7	0.0	0.0	13.3	13.2	0.0
1995	15.0	15.6	16.7	8.5	4.4	2.0	0.0	0.0	7.4	4.5	6.3	13.3
1996	8.6	8.5	13.4	17.7	7.7	4.3	1.0	1.5	4.8	10.4	10.3	11.2
1997	22.7	7.0	15.0	4.2	6.1	9.5	1.0	5.2	5.6	8.3	7.0	11.2
1998	16.8	15.2	24.8	2.9	3.3	1.2	0.0	0.5	5.4	6.5	22.2	14.0
1999	16.9	25.1	21.9	4.0	6.2	4.4	0.0	1.0	7.6	5.0	11.0	14.4
2000	12.8	12.5	11.6	6.2	3.6	6.8	2.2	12.1	8.3	15.1	7.0	28.1
2001	24.7	7.5	16.1	19.0	5.2	2.2	4.4	2.8	5.0	18.0	10.2	17.8
2002	13.3	12.3	29.6	20.1	5.8	1.0	4.5	4.1	4.5	21.3	8.7	14.4
2003	14.5	14.4	14.4	12.6	2.6	0.0	9.6	6.8	7.7	29.0	17.1	22.3
2004	7.3	19.4	33.2	9.7	17.4	5.0	0.0	4.6	10.0	12.8	6.2	18.2
2005	13.1	25.2	16.8	7.0	0.5	0.0	4.0	17.9	5.0	11.8	13.1	33.0
2006	31.6	17.1	19.5	9.0	4.5	4.8	2.7	1.4	6.3	26.8	19.5	15.4
2007	16.8	2.7	11.2	6.0	8.0	0.0	2.2	3.0	4.1	37.1	8.6	26.9
2008	28.1	20.3	10.9	14.2	3.9	1.1	1.6	1.6	18.4	9.5	24.5	29.6
2009	27.0	26.9	25.2	23.7	5.1	24.6	4.3	0.7	3.7	11.8	12.1	16.2
2010	4.1	16.7	28.6	17.9	6.0	0.0	2.4	4.6	12.5	14.5	19.0	11.4
2011	15.7	8.7	21.3	7.1	14.2	0.0	1.8	3.5	5.1	19.1	13.7	24.4
2012	17.5	18.1	15.4	13.2	3.0	1.5	4.2	3.1	2.4	16.8	20.6	23.7
2013	9.2	13.2	21.3	21.7	1.8	16.0	7.6	15.6	3.2	12.3	17.8	14.3
2014	14.7	19.0	17.5	16.7	17.5	1.3	2.8	0.0	10.5	27.4	8.8	16.0
2015	6.2	17.4	15.2	15.2	9.4	0.0	0.4	1.2	4.4	7.4	15.0	9.5
2016	8.0	9.6	10.5	3.8	1.0	0.0	2.2	2.3	2.2	9.7	14.9	20.3
2017	9.4	13.3	13.5	6.3	10.9	0.0	3.4	3.4	1.7	6.4	10.9	41.8

Fuente: Datos Historicos de SENAMHI – Obtenidos por el Tesista

**TABLA N°22:** Precipitaciones Máximas de la Estación Meteorológica de Huánuco y Canchan

**HUANUCO**

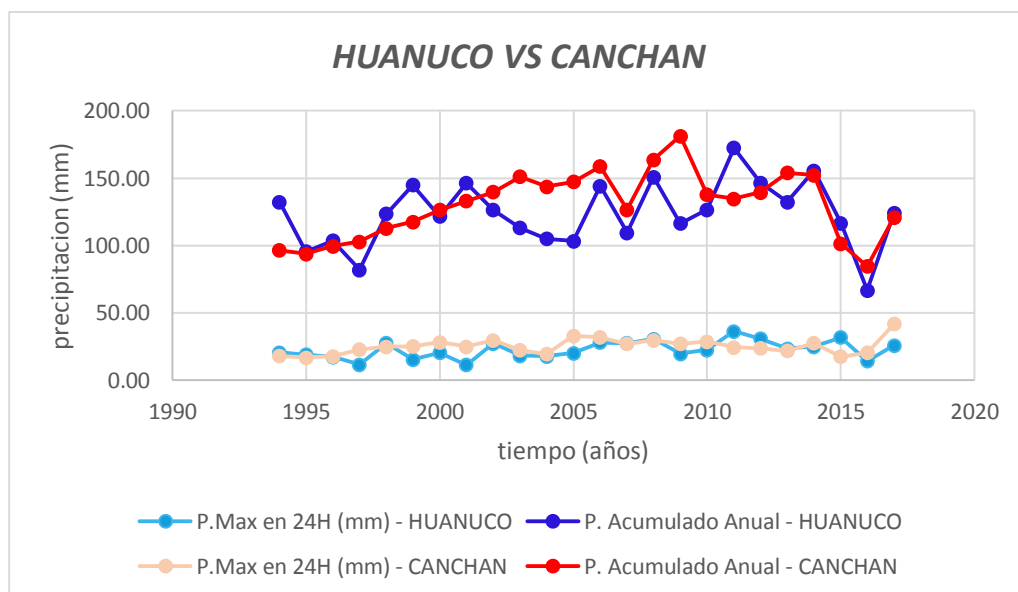
AÑOS	P.Max en 24H (mm)	P. Acumulado Anual	P. Acumulado
1994	20.6	132.4	132.4
1995	18.9	95.5	227.9
1996	17.1	103.5	331.4
1997	11.4	81.9	413.3
1998	27.5	123.4	536.7
1999	15.2	145	681.7
2000	20.3	121.6	803.3
2001	11.3	146.4	949.7
2002	27.2	126.4	1076.1
2003	18.1	113.1	1189.2
2004	17.6	104.9	1294.1
2005	20.1	103.4	1397.5
2006	28	144.3	1541.8
2007	27.3	109.5	1651.3
2008	30.6	150.9	1802.2
2009	19.6	116.3	1918.5
2010	22.5	126.5	2045
2011	36.2	172.5	2217.5
2012	30.7	146.6	2364.1
2013	23.3	132.4	2496.5
2014	24.8	155.6	2652.1
2015	31.7	116.5	2768.6
2016	14.2	66.6	2835.2
2017	25.8	124.1	2959.3

**CANCHAN**

AÑOS	P.Max en 24H (mm)	P. Acumulado Anual	P. Acumulado
1994	18	96.4	96.4
1995	16.7	93.7	190.1
1996	17.7	99.4	289.5
1997	22.7	102.8	392.3
1998	24.8	112.8	505.1
1999	25.1	117.5	622.6
2000	28.1	126.3	748.9
2001	24.7	132.9	881.8
2002	29.6	139.6	1021.4
2003	22.3	151	1172.4
2004	19.4	143.8	1316.2
2005	33	147.4	1463.6
2006	31.6	158.6	1622.2
2007	26.9	126.6	1748.8
2008	29.6	163.7	1912.5
2009	26.9	181.3	2093.8
2010	28.6	137.7	2231.5
2011	24.4	134.6	2366.1
2012	23.7	139.5	2505.6
2013	21.7	154	2659.6
2014	27.4	152.2	2811.8
2015	17.4	101.3	2913.1
2016	20.3	84.5	2997.6
2017	41.8	121	3118.6

Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO N°05:** Variación de las Precipitaciones de Huánuco y Canchan

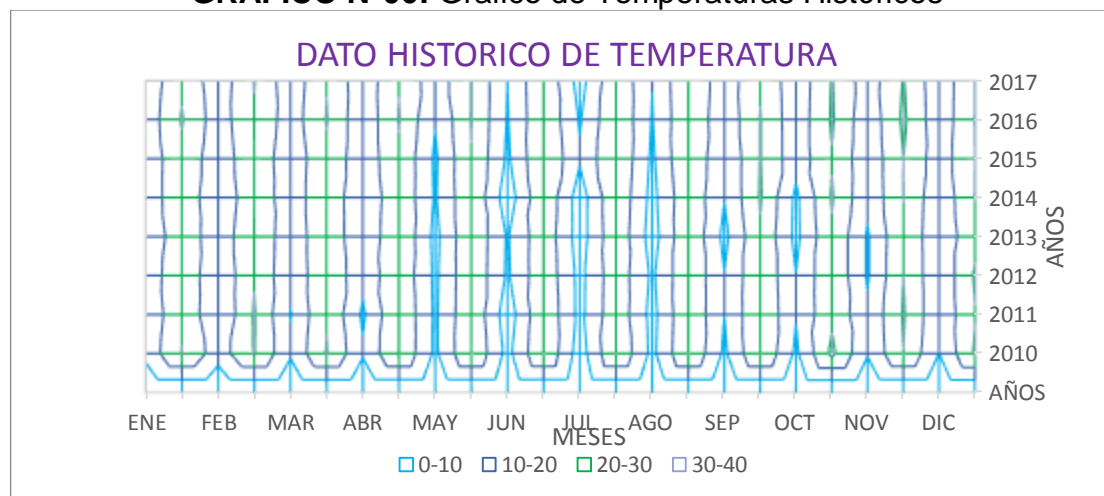


**TABLA N°23:** Temperatura Histórica de Máximos y Mínimo

AÑOS	TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS																							
	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>2010</b>	13.2	30.2	14.5	30.4	11.5	30.5	11.3	30	8.2	30	7	29.9	5.2	29.8	7.5	30	8.3	30	8.2	31.8	10.9	29.9	9.9	31
<b>2011</b>	11.1	29.2	10.3	30.6	9.6	29.5	8.5	29.8	8.4	28.9	4.5	28.9	7.2	27.3	6.8	29.3	10	29.8	10.6	28.4	11.6	30.8	11.6	29.7
<b>2012</b>	13	28.7	11	29.6	11.8	29	12.4	28.4	8	28.7	8.5	27.8	7	26.8	8.2	28.9	10.3	29	10.2	29	9	30	11.6	31
<b>2013</b>	10.5	28	12.6	29.8	12.5	28.9	10.5	30	7.3	29	9	27.3	5.2	28	5.6	29	7.5	29	7.5	29	9	29.4	11.6	28
<b>2014</b>	13	28.3	11	28.1	13.4	29	10.2	28.7	9	29.1	4.5	28.8	5	28.8	6.9	28.2	10.3	30.7	8	30.7	12	30.1	12.2	30.2
<b>2015</b>	12.7	28.3	13.1	28.4	12.6	28.9	12.4	29.2	8.5	29.8	8.3	30	11.2	30	8.3	30	10.6	30.3	13.6	29.5	12.5	30	14.2	30
<b>2016</b>	13.6	30.6	14.5	29.4	14.5	30.4	12.4	30.4	10.5	30.3	9.4	29	9.1	29.3	9.5	29.2	12.5	30.3	13.4	31	12.9	31.5	13.2	30.2
<b>2017</b>	12.5	28.8	13.6	30.3	13.4	29.7	13.1	29.7	13.6	30.2	10	29.4	6	28.7	10.2	29.7	13.6	29.4	13	30.5	14.5	30.5	12.9	30.1

Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO N°06:** Grafico de Temperaturas Históricas

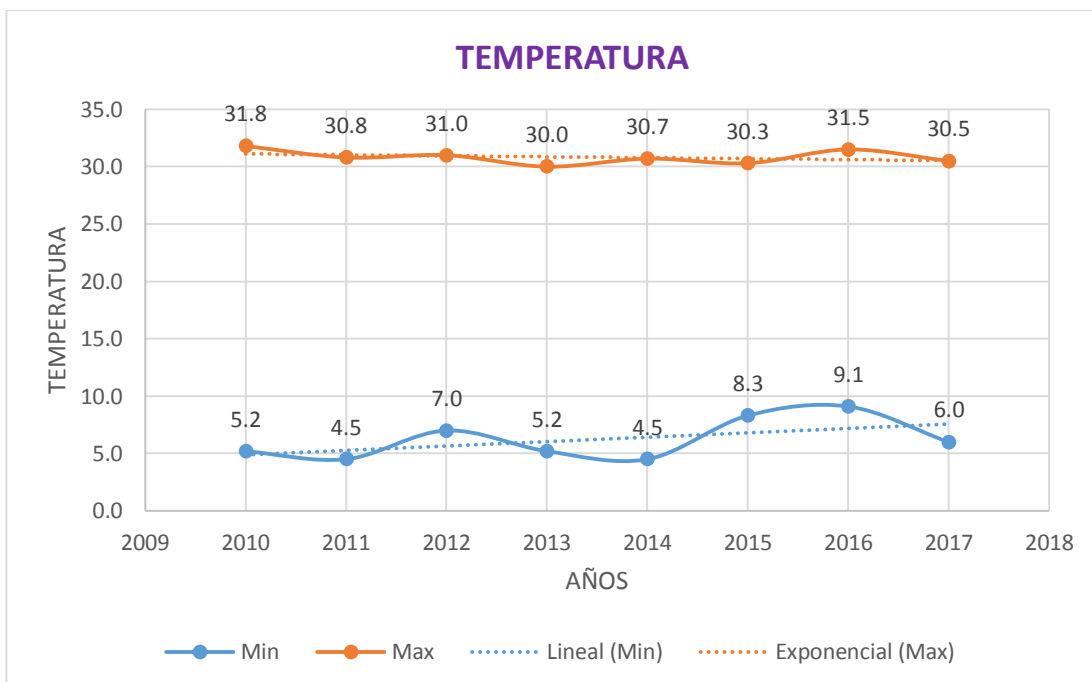


**TABLA N°24:** Resumen de Temperaturas Máximas y Mínimas en C°

AÑOS	TEMPERATURA	
	Min	Max
2010	5.2	31.8
2011	4.5	30.8
2012	7.0	31.0
2013	5.2	30.0
2014	4.5	30.7
2015	8.3	30.3
2016	9.1	31.5
2017	6.0	30.5

Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO N°07:** Grafico de Temperaturas



Fuente: Elaboración Propia

**Precipitaciones Acumuladas:** Se mide en términos de la altura de agua (hp) expresada en mm, la altura de lámina de agua nos indica la altura de agua que se acumula en la superficie horizontal (pavimento). Los datos fueron calculados para el drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco. Se determinó el periodo de retorno de 500 años.



**TABLA N°25: Intensidades Máximas Para Diferentes Duraciones**

N° ORDEN	PERIODO DE RETORNO	30 min	60 min	120 min	180 min
1	21.6	105.40	68.47	31.55	9.95
2	10.0	93.97	61.38	28.80	9.74
3	6.0	86.59	56.80	27.02	9.60
4	3.1	76.77	50.71	24.65	9.41
5	5.7	85.75	56.28	26.82	9.58
6	2.7	74.73	49.45	24.16	9.37
7	3.0	76.50	50.54	24.59	9.41
8	1.5	66.43	44.30	22.16	9.21
9	3.1	76.93	50.81	24.69	9.41
10	1.9	69.63	46.28	22.93	9.28
11	1.7	67.83	45.17	22.50	9.24
12	1.8	68.41	45.53	22.64	9.25
13	2.2	71.92	47.70	23.48	9.32
14	2.0	70.47	46.80	23.13	9.29
15	2.1	71.08	47.18	23.28	9.30
16	1.3	63.82	42.67	21.53	9.16
17	1.4	64.86	43.32	21.78	9.18
18	2.1	70.79	47.00	23.21	9.30
19	1.7	67.64	45.05	22.45	9.24
20	1.2	62.96	42.14	21.33	9.15
21	1.2	63.13	42.25	21.37	9.15
22	1.5	65.93	43.99	22.04	9.20
23	0.7	53.98	36.57	19.16	8.98
24	1.1	61.72	41.37	21.03	9.13

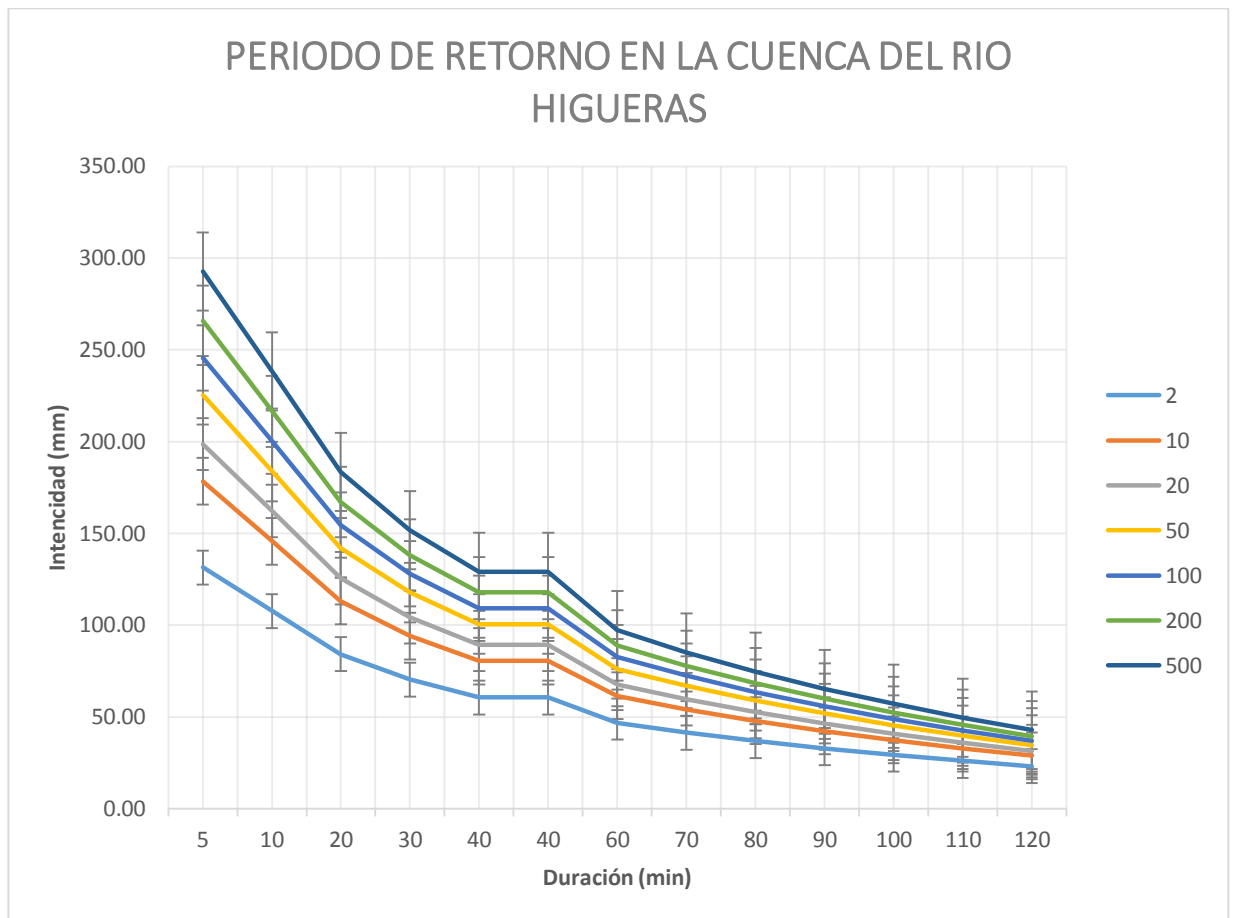
Fuente: Elaboración Propia

**TABLA N°26: Periodo de Retorno (t=2,10,20,50,100,200,500 años)**

DURACION (min)	PERIODO DE RETORNO (Años)						
	2	10	20	50	100	200	500
5	131.33	178.34	198.59	225.35	245.60	265.85	292.61
10	107.73	145.73	162.10	183.74	200.10	216.47	238.11
20	84.12	113.12	125.61	142.12	154.61	167.09	183.60
30	70.31	94.04	104.26	117.77	127.99	138.21	151.72
40	60.51	80.50	89.12	100.50	109.11	117.72	129.10
40	60.51	80.50	89.12	100.50	109.11	117.72	129.10
60	46.70	61.43	67.77	76.15	82.49	88.83	97.22
70	41.45	54.17	59.65	66.90	72.37	77.85	85.10
80	36.91	47.89	52.62	58.88	63.61	68.34	74.60
90	32.89	42.35	46.42	51.81	55.88	59.95	65.33
100	29.31	37.39	40.88	45.48	48.96	52.45	57.05
110	26.06	32.91	35.86	39.76	42.71	45.66	49.56
120	23.10	28.81	31.28	34.53	37.00	39.46	42.71

Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO N°08: Curvas Estándar de Intensidad – Duración**



Fuente: Elaboración Propia

**4.4.4 Escurrimiento de la Cuenca y de los Colectores del Drenaje Pluvial:** En este procedimiento se evaluó los caudales máximos y mínimos de la cuenca del Rio Higueras y de los puntos críticos del drenaje pluvial.

- Se aforó en las coordenadas X=357831.99, Y=8902682.6 y Z=1966msnm. En la localidad de Pucuchinche donde se proyecta la captación. En épocas de estiaje el Rio Higueras presenta un espejo de agua promedio de 9.50m. En épocas de máximas avenidas mostró un espejo de agua promedio de 17.60m.

- En el aforo el 15 de septiembre de 2017 se utilizó la fórmula del seccionamiento el cual arrojó un caudal de estiaje de 2,32 m<sup>3</sup>/seg (caudal mínimo)
- Para el caudal máximo se aforó en apocas de máximas avenidas el 15 de Marzo de 2018. Arrojando un caudal de 8.74m<sup>3</sup>/seg.
- Para el cálculo del arrastre de sedimentos del interior del drenaje pluvial, se aforó las escorrentías de los jirones críticos del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.

**IMAGEN N°19:** Rio Higueras en Época de Estiaje



**IMAGEN N°20:** Rio Higueras Épocas de Avenidas



**Zonas de Mayor Escorrentía:** Las aguas provenientes de la Quebrada Jactay (lado sur de la ciudad) ingresan a la ciudad por el Jr. Seichi Izumi, parte de las aguas provenientes de la parte norte del cerro Aparicio Pomares ingresan por el Jr. Independencia haciendo su recorrido hacia el Rio Huallaga.

- **Quebrada Jactay:** Se aforó en la quebrada Jactay el cual muestra un caudal considerable y el arrastre de materia solida – sedimentos de las partes altas del Asentamiento Humano Jactay.
- **Quebrada Puelles:** Se aforó en la Quebrada Independencia y la Quebrada los Puelles. Los cuales muestran un canal rectangular de acuerdo al diseño.
- **Jirones de Mayor escorrentía:** Se han identificado los jirones críticos de mayor escorrentía los cuales son puntos de investigación y se detalla a continuación.
  - Jr. Seichi Izumi
  - Jr. Tarapacá
  - Jr. Huánuco
  - Jr. Dámaso Beraún

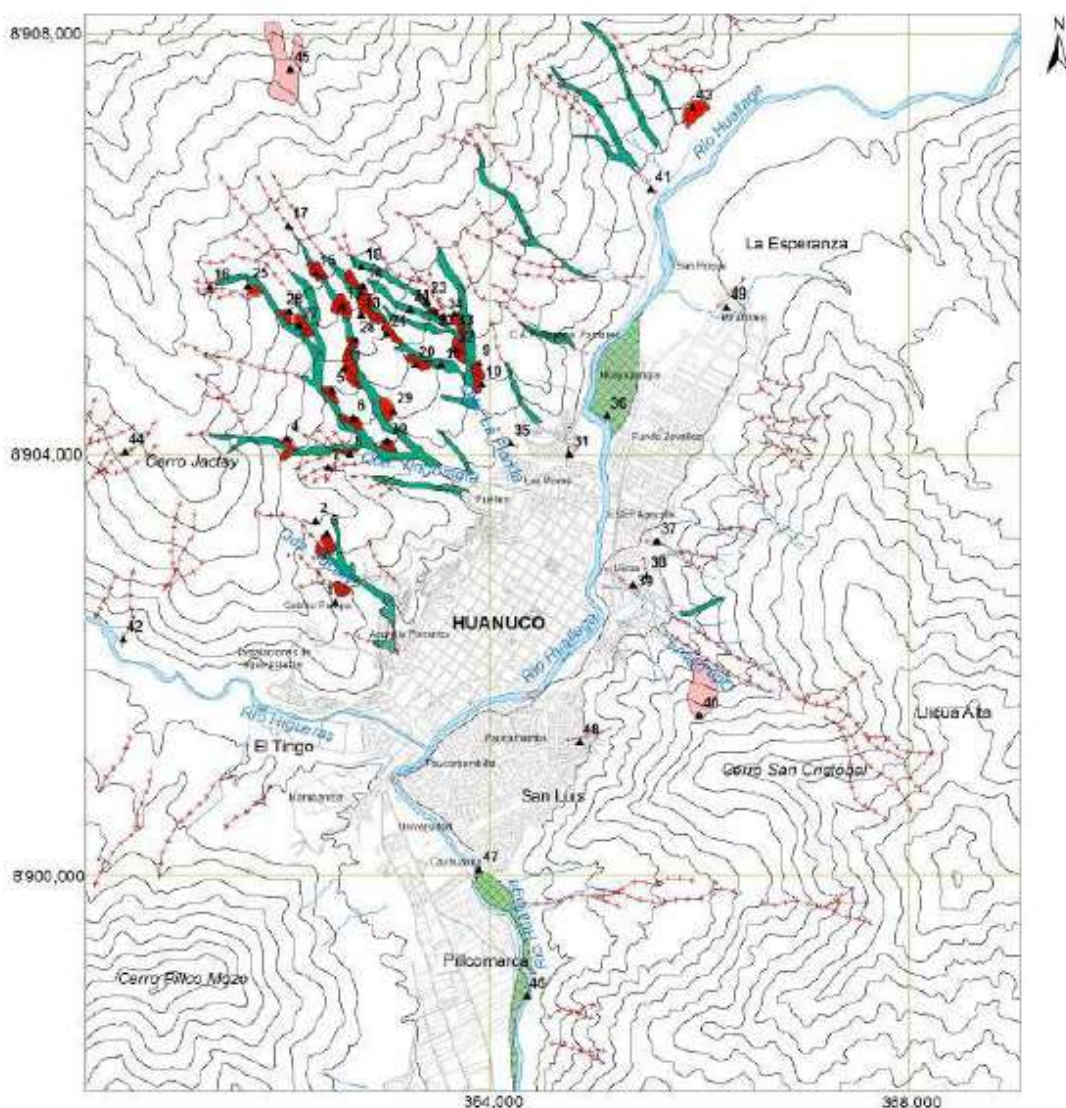
**Zonas de Acumulación de Sólidos:** Las escorrentías mayores producen el arrastre de sólidos los cuales se han ido acumulando en zonas donde la pendiente del terreno disminuye. Se han identificado zonas de mayor arrastre de sólidos.

- *Zona de Mayor Acumulación de Sólidos:*
  - Av. Jactay, Jr. Tarma
  - Jr. Dámaso Beraún
- *Zona de Mediana Acumulación de Sólidos:*
  - Jr. Independencia
  - Jr. Tarapacá
  - Jr. Constitución
  - Jr. Huánuco

**TABLA N°27:** Resumen de las Características de las Cuencas del Drenaje Pluvial.

CUENCA	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
ALTA (Quebrada - Zona Alta)	ALTITUD PROMEDIO	Mayor a 2050 msnm
	LONGITUD	6.51 km
	PENDIENTE	11% - 16%
	AREA TOTAL	1,148.55 Ha (73.27%)
INTERMEDIA (Ladera de Cerro A.Pomares)	ALTITUD PROMEDIO	De 1925 a 2060 msnm
	LONGITUD	0.80 km
	PENDIENTE	11% - 16%
	AREA TOTAL	159.62 Ha (10.18%)
BAJA (Zona Urbana)	ALTITUD PROMEDIO	De 1980 a 1925 msnm
	LONGITUD	1.25Km
	PENDIENTE	1.50%
	AREA TOTAL	259.38 Ha (16.54%)
<b>TOTAL</b>	<b>AREA TOTAL %</b>	<b>1,567.55 Ha</b>

Fuente: Elaboración Propia



Caudales máximos aforados en la Zona Urbana puntos de vertimiento. En las máximas avenidas.

Usando el método de **MAC MATH**

$$Q = 0.0091CIA^{4/5}xS^{1/5}$$

DESCRIPCION	QMAX (m <sup>3</sup> /seg)
JR. SEICHI IZUMI	0.85
JR. TARAPACÁ	0.21
JR. HUANUCO	0.32
JR. DAMASO BERAUN	0.71

**Determinación de transporte de sedimentos:** Cuando las quebradas de activan estas transportan caudal liquido conjuntamente con sólidos, los cuales son deslizamiento de suelos, erosión de cárcavas que se presentan en épocas de máximas avenidas. Los cuales son transportados través de las rejillas al drenaje pluvial.

**TABLA N°28:** Calculo de transporte de sedimentos por quebradas.

METODO	PARAMETRO	MICROCUENCA			
		Q JACTAY	Q. INDEPENDENCIA	Q. PUELLES	Q. MORAS
	Area km2	0.40	0.24	0.88	8.11
	P (mm)	519.8	519.8	519.8	519.8
	H (m)	450	290	810	1510
	F (%)	40	50	30	30
	H/L (m/m)	0.4787	0.3816	0.5031	0.3665
	Ps (%)	40	50	30	30
	Me (msnm)	2405	2196	2282	2816
	Sc (m/m)	0.4787	0.3816	0.5031	0.3665
	Murano (m3/km2/año)	<b>2463</b>	<b>2106</b>	<b>2026</b>	<b>1322</b>
	Tabla 1 (m3/km2/año)	<b>1810</b>	<b>1810</b>	<b>1810</b>	<b>1810</b>
	tabla 2 (m3/km2/año)	<b>1667</b>	<b>1667</b>	<b>1667</b>	<b>1667</b>
	US Bureau Reclamación (m3/km2/año)	<b>1754</b>	<b>1971</b>	<b>1464</b>	<b>880</b>
	Namba (m3/km2/año)	<b>363</b>	<b>286</b>	<b>535</b>	<b>866</b>
	Owen y Brazon (m3/km2/año)	<b>9285</b>	<b>7537</b>	<b>9617</b>	<b>6958</b>
	<b>VALOR PROMEDIO (m3/km2/año)</b>	<b>2890</b>	<b>2563</b>	<b>2852</b>	<b>2251</b>

Fuente: Municipalidad provincial de Huanuco

Los cálculos son de las Quebradas de la ciudad de Huánuco, para efectos de la investigación se tomará el valor de la Quebrada Jactay, el cual tiene el valor de **2890.00 m3/km2/año**

**4.4.5 Topografía:** La topografía se detalla en los planos adjuntos en el proyecto de investigación.

- Planos de la cuenca del Rio Higueras
- Planos de la captación (detalles)
- Planos del sedimentador (detalles)
- Planos del canal (detalles)
- Planos del tanque de almacenamiento (detalles)
- Planos de la red de drenaje pluvial

**TABLA N°29:** Pendientes del canal y de los colectores principales

DESCRIPCION	COTA MAYOR	COTA MENOR	LONGITUD	PENDIENTE %
Canal de Tubería	1974	1924	6480	0.8
Colector Zeichi Izumi	1926	1903	1569.18	1.5
Colector Tarapacá	1918	1900	1869.5	1.0
Colector Huánuco	1918	1895	2010.82	1.1
Colector Dámaso Beraún	1912	1894	1990.75	0.9

**4.4.6 Estudio Mecánica de Suelos:** Se realizaron dos calicatas ubicados en la localidad de Pucuchinche, las muestras se trasladó al laboratorio de la universidad de Huánuco para su análisis.

Los resultados favorecen para el diseño de cimentaciones de la obra hidráulica que se plantea.

**TABLA N°30:** Los ensayos que se realizaron en el laboratorio

ENSAYO DE SUELOS		
PRUEBA	NORMA APLICABLE	
	NORMA NTP	NORMA ASTM
Contenido de Humedad	NTP339.127	ASTM D 2216
Análisis Granulométrico	NTP339.128	ASTM D 422
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP339.129	ASTM D 4318
Clasificación Unificada de	NTP339.134	ASTM D 2487
Peso Especifico	NTP339.131	ASTM D 854
Corte Directo	NTP 339. 171	ASTM D 3080

Fuente: Elaboración Propia

## IMAGEN N°21: Ensayos de Suelos en el Laboratorio



Fuente: Fotografías del tesista

Las pruebas de laboratorio arrojaron los siguientes resultados:

- La muestra presenta una clasificación de suelos unificados según la norma ASTM D -2487, SC (arena arcillosas con gravas) ESTRATO NO DRENANTE
- Presenta un CONTENIDO DE HUMEDAD promedio de 16.10%, la cantidad de agua contenido en la muestra es 82.00gr.
- Del análisis granulométrico se determinó Gravas el 24.01%, Arenas el 28.33%, los finos que pasan la malla N°200 es 47.66%
- La muestra presenta un Limite Liquido (LL) 32.00% y Límite Plástico (LP) 19% y el Índice de Plasticidad (IP) 13%. Una arcilla inorgánica de baja plasticidad con  $LL < 50\%$  y  $IP > 4\%$  los cuales presentan una resistencia considerable cuando son secados a la intemperie, consistencia CL.
- Los ensayos de peso volumétrico con normativa ASTM C 29 determinan el peso volumétrico en suelo natural seco suelto  $1439.00\text{kg/cm}^2$  y promedio del peso volumétrico varillado  $1591.00\text{kg/cm}^2$ .



- El ensayo de corte directo nos determina los siguientes resultados, la muestra presentó un contenido de humedad del 12%, una variación vertical de 12.34% con un peso de 8kg, desplazamiento por corte de 0.30 mm/min. Presión efectiva normal 0.55kg/cm<sup>2</sup> con un esfuerzo cortante normal de 0.22kg/cm<sup>2</sup>. Con un Angulo de fricción 24.30° y un coeficiente de cohesión 0.00289kgf/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de fricción 0.4506.
- Mediante Terzagui. Se obtendrá la capacidad portante del suelo. Cuyo comportamiento es de una cimentación corrida

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Donde:

c: cohesión del suelo

&: peso específico

q: &xDf

B: ancho de la cimentación

N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>&</sub>: factores de capacidad de carga adimensionales que están en función del ángulo de fricción del suelo.

Con los datos obtenidos del estudio mecánica de suelos se obtiene la capacidad portante de la captación:

$$q = 2.53 \text{ kg/cm}^2$$

### IMAGEN N°22: Ensayos de Suelos en el Laboratorio



Fuente: Fotografías del tesista

**4.4.7 Drenaje Pluvial de Huánuco:** Los Jr. Tarapacá y Jr. Huánuco tienen tubería de PVC de 1.00m de diámetro y los Jr. Dámaso Beraún y el Jr. Seichi Izumi tienen una sección rectangular de 1.15m x 2.50m. de concreto armado.

**IMAGEN N°23:** Redes de Colectores Principales



Fuente: Fotografías del tesista

**IMAGEN N°24:** Diferentes Secciones de los Colectores Principales



Fuente: Fotografías del tesista

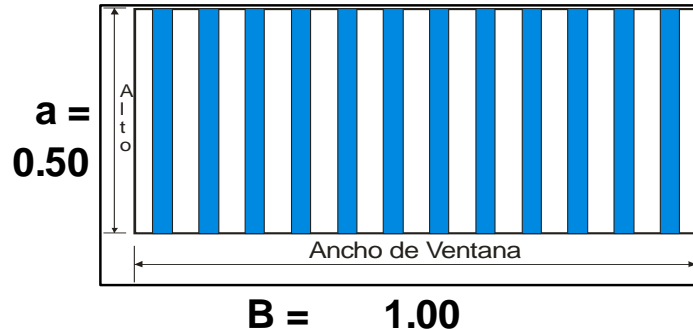
**4.4.8 Modelación hidráulica:** mediante la modelación hidráulica se determinará el caudal adecuado para el arrastre de lodos y sedimentos en el interior del drenaje pluvial, la velocidad máxima del flujo, la presión hidrostática el tiempo de llenado y descarga del tanque de almacenamiento. Para lo cual se usaran datos de precipitación, acumulación de sedimentos y la topografía del terreno.

#### **CALCULO HIDRÁULICO:**

***Diseño de Captación:*** Con los datos topográficos y los caudales aforados en épocas de estiaje son válidos para la altura de

mínima de la ventana de captación. La altura de agua mínima debe abastecer en mínimas condiciones.

**GRAFICO N°09: Diseño de Captación**



Fuente: Elaboracion Propia

### **CÁLCULO MATEMÁTICO**

DATOS: Según diseño:

- Captación:
  - $B=1.00$  m
  - $H=0.50$  m
  - $Q=0.15\text{m}^3/\text{seg.}$
  - $V=0.23\text{m}/\text{seg}$
- Desarenador:
  - $L= 10.00\text{m}$
  - $A=1.50\text{m}$
  - $H=1.20\text{m}$
  - $h=1.00\text{m}$

#### ***Calculo de Velocidades y Caudal del DESARENADOR:***

Consideraciones mínimas de acuerdo con la NTP OS-050. Se determinó según Bernoulli.

Diámetro de ingreso=4"

$V=0.39\text{m}/\text{seg}$

$Q=0.023\text{m}^3/\text{seg}$

Es el caudal de ingreso al tanque de almacenamiento en las intersecciones críticas.

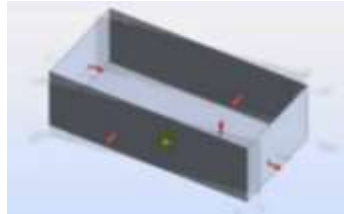
***Tanque de Almacenamiento:*** Según el diseño para el tanque de almacenamiento que cumple con las condiciones mínimas de presión hidrostática para un volumen mayor de  $31.50\text{m}^3$ .

**TABLA N°31:** Dimensiones del Tanque de Almacenamiento

TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
Ancho (m)	Alto (m)	Largo (m)	Vol.(m3)
3.50	1.50	6.00	31.50

Fuente: Elaboracion Propia

**GRAFICO N°10:** Tanque de Almacenamiento



Fuente: Elaboracion Propia

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO:**

*Tiempo de llenado:*

$$T_{llenado} = \frac{Vol}{V \times A_o}$$

To: 21.20 min

*Tiempo de descarga:*

$$T_{descarga} = \frac{A_r}{A_t} \times \sqrt{2h/g}$$

Tf: 6.16 min

*Velocidad de salida:* Por Bernoulli

$$V = \sqrt{2gh}$$

V=5.425m/seg

*Caudal de Salida:*

$$Q = V \times A_o$$

Q= 0.17m³/seg = 170lts/seg

*Presión Hidrostática:*

$$P_h = \rho g x h$$

Ph = 14 715 Pa

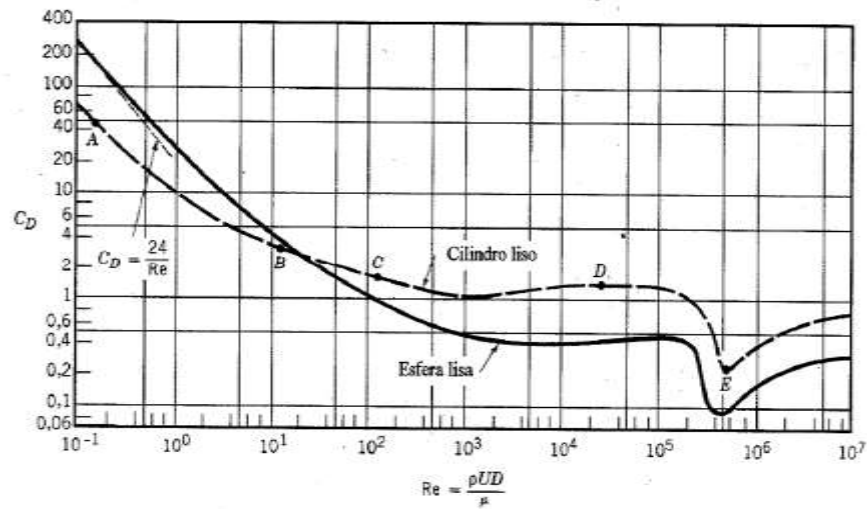
*Fuerzas de Arrastre:* En función del número de Reynolds, para partículas menores de 1" (diámetro de rejillas 1")

**TABLA N°32:** Coeficiente de Arrastre

COEFICIENTE DE ARRASTRE					
V (m/s)	D (m)	ρ(densidad)	μ(viscosidad)	re	Cd
5.425	0.2	1000	0.001473	736 591.99	0.813

Fuente: Elaboracion Propia

**GRAFICO N°11:** Tabla de Coeficiente de arrastre.



### **CAPTACIÓN:**

- Base: 1.00m.
- Altura: 0.50m
- Abertura mínima de la ventana: 0.50m
- Caudal de captación: 0.15m<sup>3</sup>/seg.

### **DESARENADOR:**

- Dimensiones: 10.00x1.50x1.20m
- Tipo de flujo: flujo laminar
- Vertedero de excedencias: 0.45
- Compuerta de limpia: 0.70x1.30m

### **TUBERIA DE CONDUCCIÓN:**

- Tubería de conducción:  $\varnothing$  4"
- Velocidad de diseño: 3.00m/seg
- Caudal de ingreso: 23.56lt/seg.
- Longitud de línea de conducción: 5+480.00km

### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO:**

- Dimensiones: 3.50x6.00x1.50m
- Volumen: 31.50m<sup>3</sup>
- Tiempo de llenado: 21.2 min
- Presión hidrostática: 14 715pa

- Tiempo de descarga: 6.16 min
- Velocidad de descarga 5.43m/seg.
- Caudal de salida: 170 lts/seg

### ARRASTRE DE PARTICULAS

- Dimensiones de sedimentos: 2cm
- Reynolds 736 591.99: flujo turbulento
- Coeficiente de arrastre Cd: 0.083

### ENSAYO DE PRUEBA HIDRULICA – ARRASTRE HIDRAULICO:

JR. TARAPACÁ		JR. HUÁNUCO	
X	0363240	X	0363240
Y	0902066	Y	0902066
Z	1918	Z	1920
VOL (m3)	10.00 m3	VOL (m3)	10.00m3
D (pulgada)	4"	D (pulgada)	4"

#### ENSAYO N°01 (Jr. Tarapacá):

*Tiempo de descarga:*

$$T_{descarga} = \frac{Ar}{At} x \sqrt{2h/g}$$

Td: 5.12 min

*Caudal de Salida:*

$$Q = VxAo$$

Q= 32.56 lts/seg

*Velocidad de salida:*

$$V = \frac{Q}{A}$$

V= 4.15 m/seg

#### ENSAYO N°02: (Jr. Huánuco)

*Tiempo de descarga:*

$$T_{descarga} = \frac{Ar}{At} x \sqrt{2h/g}$$

Td: 5.12 min

Caudal de Salida:

$$Q = V \times A_o$$

$$Q = 32.56 \text{ lts/seg}$$

Velocidad de salida:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = 4.15 \text{ m/seg}$$

**TABLA N°33:** Coeficiente de Arrastre ensayo hidráulico

COEFICIENTE DE ARRASTRE						
	$\sum V(\text{m/s})$	D (m)	ρ(densidad)	ν(visdd)	re	Cd
Jr. Tarapacá	8.30	0.02	1000	0.001473	112695.18	0.84
Jr. Huánuco	8.30	0.02	1000	0.001473	112695.18	0.84

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo mediante sisternas las particulas de arrastre se escalaron según la capacidad del camión cisterna.

### **RESULTADOS DEL ENSAYO HIDRAULICO**

Se realizó el ensayo hidráulico con dos camiones cisternas de 10m<sup>3</sup> cada uno. Los cuales fueron aforados con un balde de 10lts. En cada punto de entrega al Rio Huallaga. Obteniéndose los resultados siguientes.

- Posterior al ensayo se obtuvo una sedimentación de 1.0cm el cual es equivalente a 0.000254m<sup>3</sup>. el cual es un 0.023% del sedimento total.
- Realizando los cálculos para un camión cisterna de 10.00m<sup>3</sup> se obtuvo un 0.254m<sup>3</sup> de arrastre de sólidos, el cual representa un 23.33% de sedimentos internos.
- Con el proyecto cuya capacidad es de 30.00m<sup>3</sup>, se logra un arrastra 0.762m<sup>3</sup> de sedimentos, el cual es un 80% de eficiencia.
- Con una descarga se logra un 80% de limpieza del ducto del drenaje, a consecuencia de ello se reduce las molestias respiratorias en las calles céntricas de la ciudad de Huánuco.

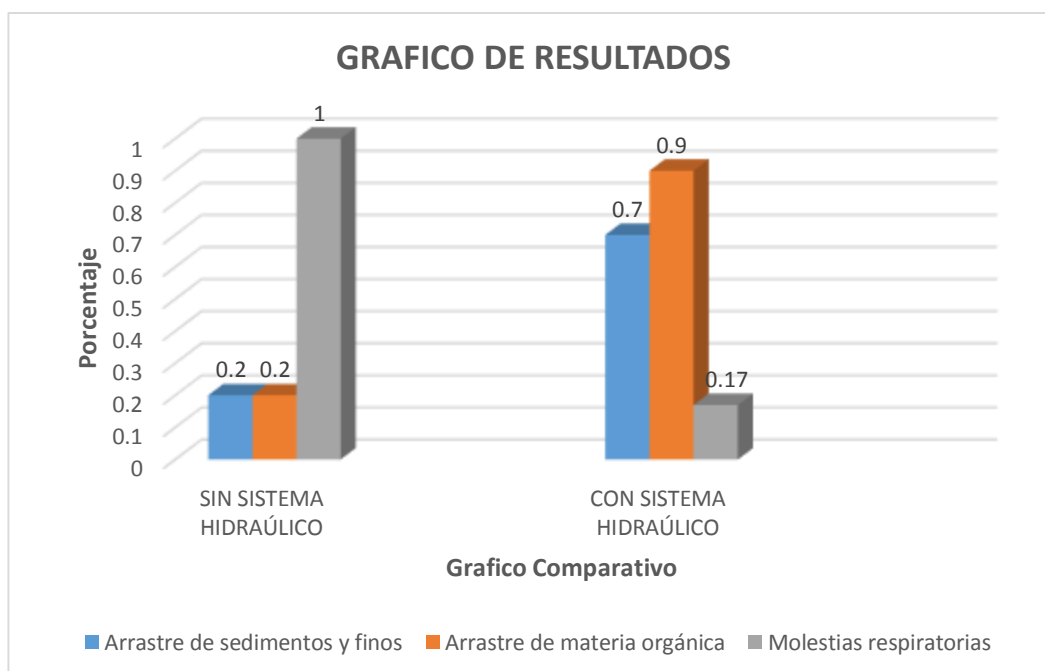
- Con el sistema hidráulico se logra la limpieza de material sedimentado y material orgánico del interior mejorando así el fin y el propósito del drenaje pluvial en un 80% en cada descarga.

**TABLA N°34: Resultados del sistema hidráulico**

	SIN SISTEMA HIDRAÚLICO		CON SISTEMA HIDRAÚLICO	
	Mensual	Cal Silicato	Diario	Flujo constante por gravedad a un caudal y presión hidráulica de diseño.
<b>Mantenimiento periódico</b>				
<b>Arrastre de sedimentos y finos</b>	0.20			0.70
<b>Arrastre de materia orgánica</b>	0.20			0.90
<b>Molestias respiratorias</b>	1.00			0.83
<b>PORCENTAJES</b>	<b>46.90%</b>			<b>80.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO N°12: Comparación de resultados**



Fuente: Elaboración propia

El cual se demostró que el porcentaje de arrastre es igual al diseño hidráulico. En un 80%



**IMAGEN N°25:** Pruebas Hidráulicas en los Jirones Críticos



Fuente: Fografias del tesista

**TABLA N°35:** Disponibilidad hídrica posterior a la captación

Fuente	Caudal Mínimo (Estiaje) m3/s	Caudal Máximo (avenida) m3/s	Usos Comprometido (m3/s)	Caudal ecológico 10%(m3/s)	Disponibilidad hídrica mínima (m3/s)	Disponibilidad hídrica máxima (m3/s)
<b>Río Higueras</b>	1.64	11.93	0.081	0.164	1.40	11.85

Fuente: Elaboracion Propia

Tal como se observa en el cuadro anterior, en el Río Higueras existe la disponibilidad de agua mínima en época de estiaje de  $Q=1400$  l/seg. El cual es superior al caudal ecológico para mantener la cuenca. Se utilizará un  $Q=81$  l/seg.

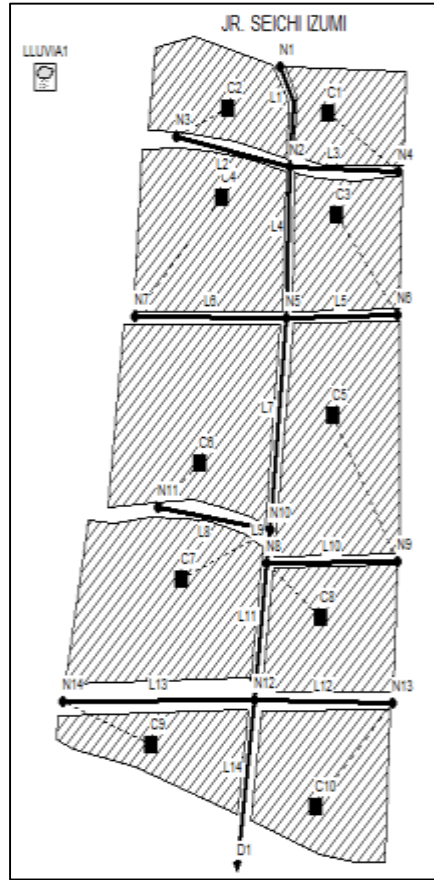
## **JR. SEICHI IZUMI:**

La simulación se realizó para un periodo de retorno  $T=20$  años con un máximo de precipitación pluvial, el cual al analizar arrojó un margen de error de 0.01% en el cálculo hidráulico y en la escorrentía superficial.

### **RESULTADOS DEL COLECTOR SEICHI IZUMI**

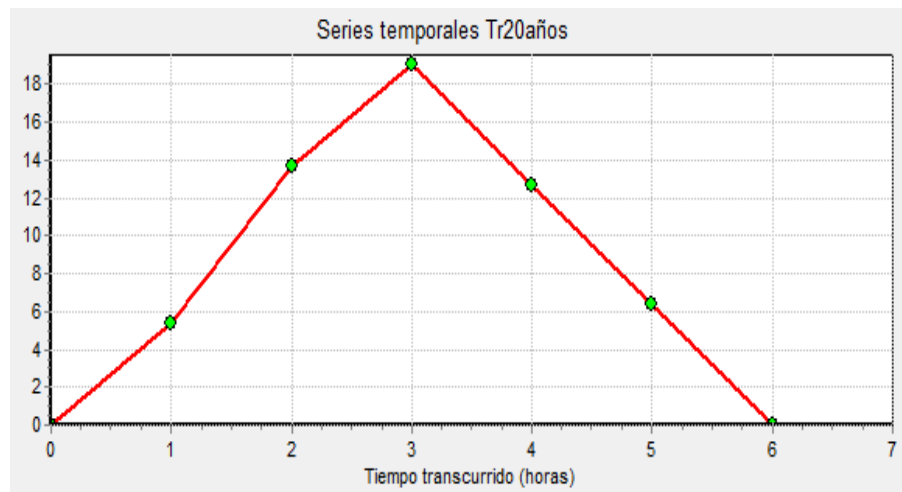
- Se calculó mediante modelo hidráulico de transporte onda Dinámica.
- Periodo de retorno de 20 años
- Modelación de 6 horas de precipitación máxima
- Sección del canal rectangular cerrada 1.15 x 2.50 m.
- Escorrentía superficial:
  - Precipitación total = 57.210 mm
  - Perdidas por infiltración = 24mm
  - Escorrentía superficial = 33.171mm
- Calculo hidráulico:
  - Aportes tiempo lluvia = 6.968m<sup>3</sup>
  - Descarga externa  $Q=850\text{lt/seg}$
  - Caudal promedio 177.01Lts/seg
  - intervalo de cálculo máximo 30 seg
  - Numero de Froude medio 2.05
- Subcuenca del Jr Seichi Izumi.
  - Altura máxima de agua 34.60m
  - Instante de crecida a 4:00 horas
  - Caudal máximo en nudos = 81.21 Lts/seg
  - Caudal máximo de descarga = 811.42 lts7seg

**GRAFICO N°13:** Simulación Hidráulica del Colector Jr. Seichi Izumi



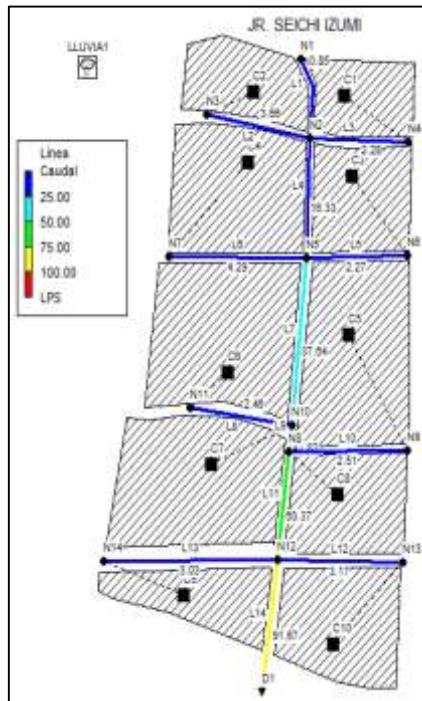
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°14:** Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años.



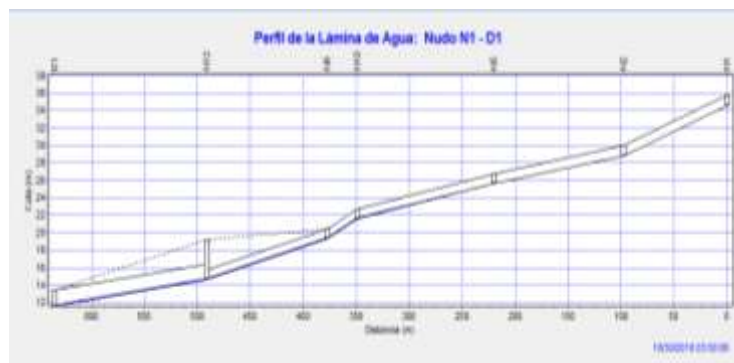
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°15: Caudales (Its/seg) Según Modelación**



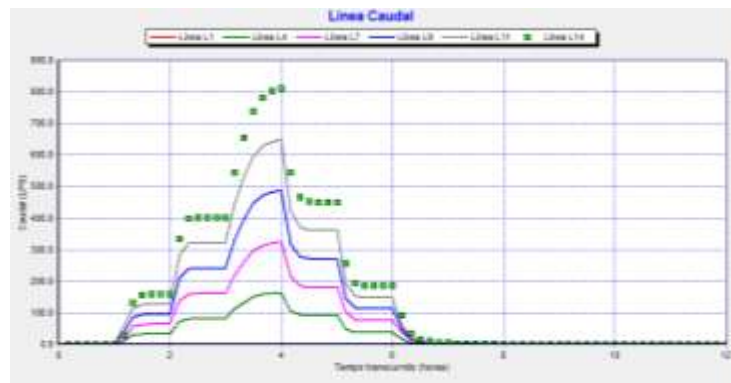
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°16: Perfil del Colector Jr. Sichi Izumi**



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°17: Gráfico de Caudales en Lts/seg.**



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

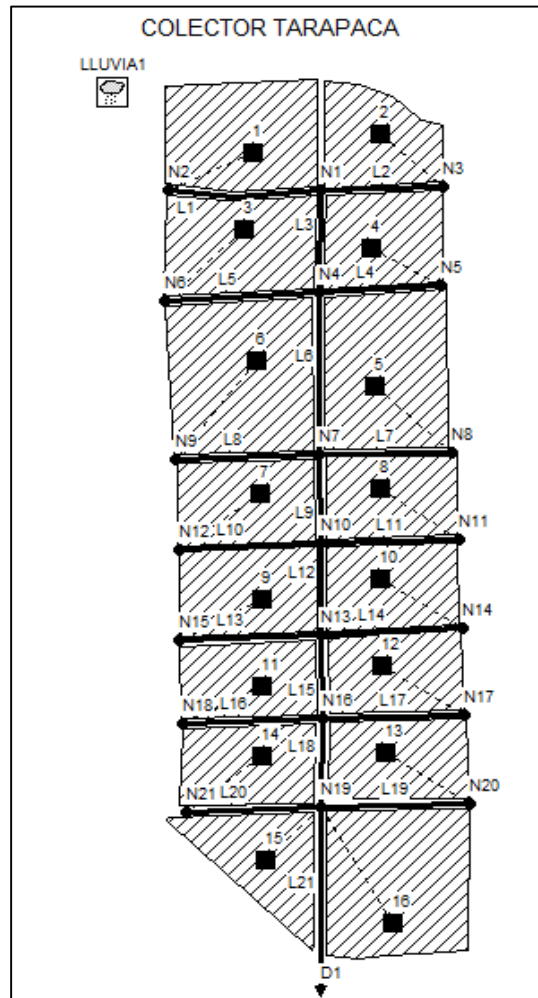
## **JR. TARAPACÁ**

La simulación se realizó para un periodo de retorno  $T=20$  años con un máximo de precipitación pluvial en 6 horas, el cual al analizar arrojó un margen de error de 0.16% en el cálculo hidráulico y en la escorrentía superficial.

### **RESULTADOS DEL COLECTOR TARAPACÁ**

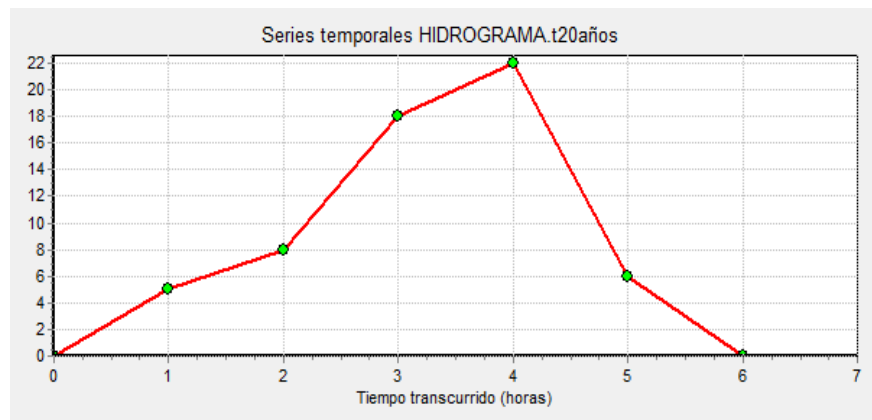
- Se calculó mediante modelo hidráulico de transporte onda Dinámica.
- Periodo de retorno de 20 años
- Modelación de 6 horas de precipitación máxima
- Sección del canal circular de diámetro 1m.
- Escorrentía superficial:
  - Precipitación total = 59.00 mm
  - Perdidas por infiltración = 35.44mm
  - Escorrentía superficial = 23.58mm
- Calculo hidráulico:
  - Aportes tiempo lluvia = 9.66m<sup>3</sup>
  - Caudal promedio 648.58lts/seg
  - intervalo de cálculo mínimo 25.50 seg
  - intervalo de cálculo máximo 30.00 seg
  - Numero de Froude medio 1.48
- Subcuenca del Jr. Tarapacá
  - Altura máximo de agua 28.27m
  - Instante de crecida a 5:00 horas
  - Caudal máximo en nudos = 98.42 lts/seg
  - Caudal máximo de descarga = 1646.60 lts/seg

**GRAFICO N°18: Simulación Hidráulica del Colector Tarapacá**



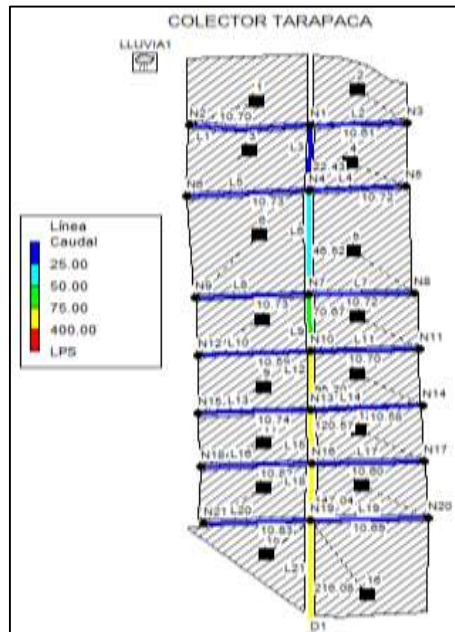
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°19: Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años.**



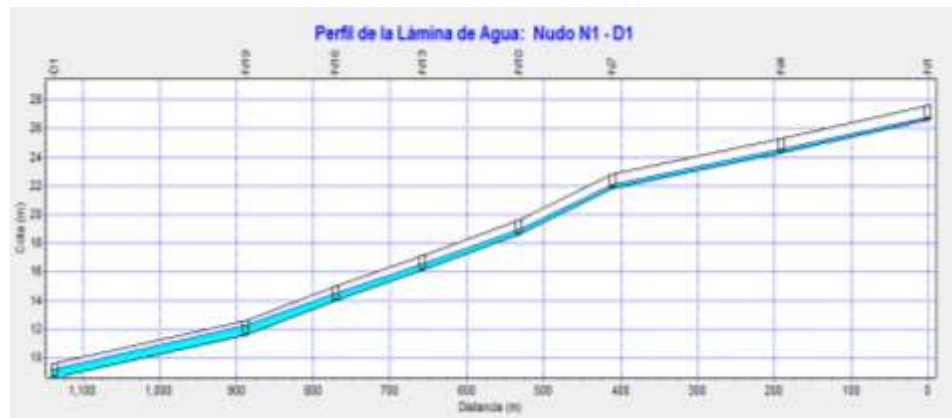
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°20: Caudales en Lts/seg. Según modelación**



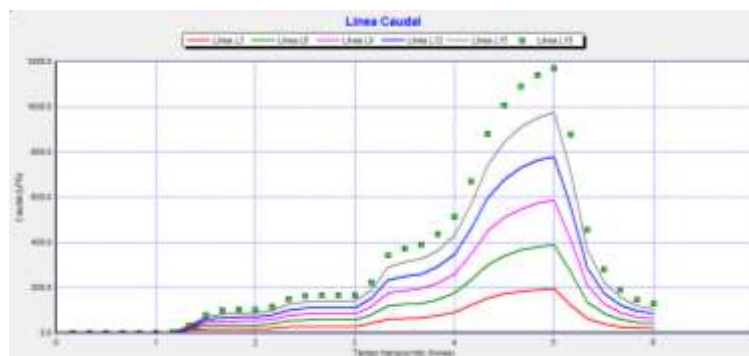
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°21: Perfil del Colector Tarapacá**



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°22: Caudales Máximos en (Lts/seg)**



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

## **JR. HUÁNUCO**

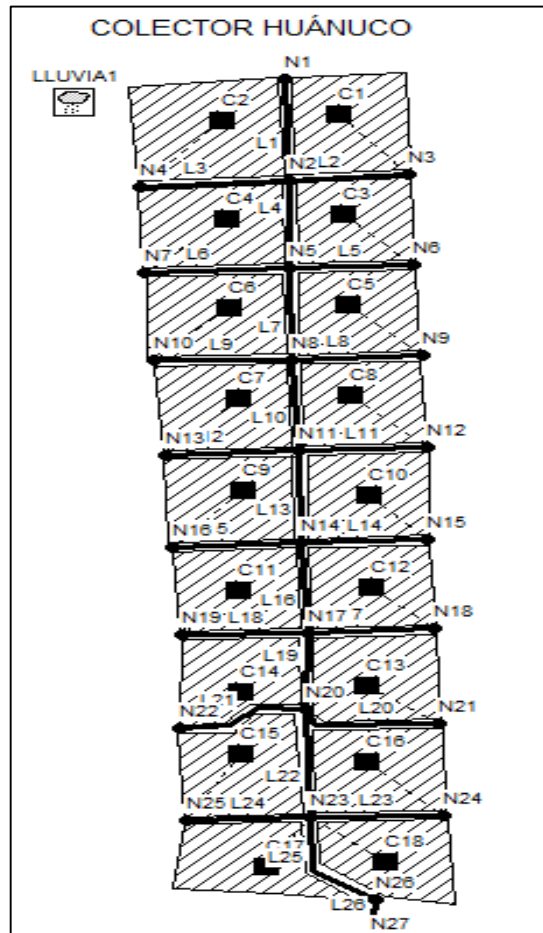
La simulación se realizó para un periodo de retorno  $T=20$  años con un máximo de precipitación pluvial en 6 horas, el cual al analizar arrojó un margen de error de 0.09% en el cálculo hidráulico y en la escorrentía superficial.

### **RESULTADOS DEL COLECTOR HUÁNUCO**

- Se calculó mediante modelo hidráulico de transporte onda Dinámica.
- Periodo de retorno de 20 años
- Modelación de 6 horas de precipitación máxima
- Sección del canal circular de diámetro 1m.
- Escorrentía superficial:
  - Precipitación total = 59.00 mm
  - Perdidas por infiltración = 35.44mm
  - Escorrentía superficial = 23.58mm
- Calculo hidráulico:
  - Aportes tiempo lluvia = 9.66m<sup>3</sup>
  - Caudal promedio 648.58lts/seg
  - intervalo de cálculo mínimo 25.50 seg
  - intervalo de cálculo máximo 30.00 seg
  - Numero de Froude medio 1.48
- Subcuenca del Jr. Huánuco
  - Altura máximo de agua 28.27m
  - Instante de crecida a 5:00 horas
  - Caudal máximo en nudos = 98.42 lts/seg
  - Caudal máximo de descarga = 1646.60 lts/seg

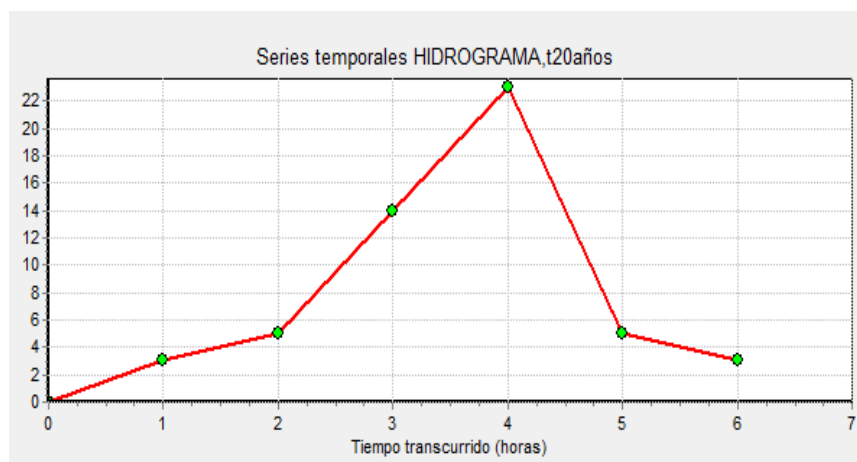


**GRAFICO N°23:** Simulación Hidráulica del Colector Huánuco



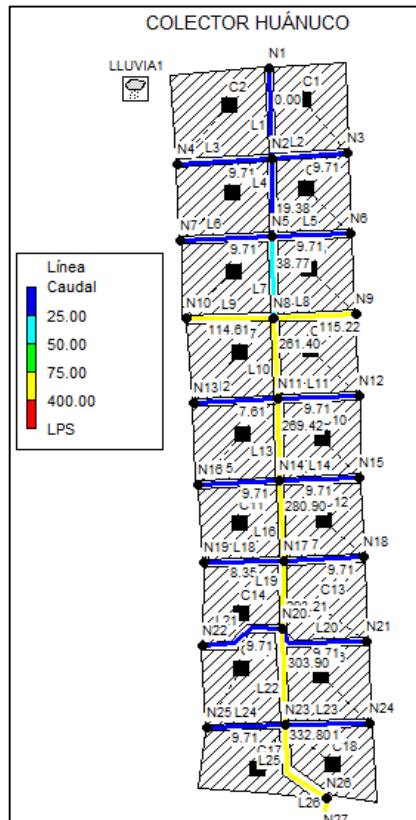
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°24:** Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años.



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°25: Caudales en Lts/seg. Según Modelación**



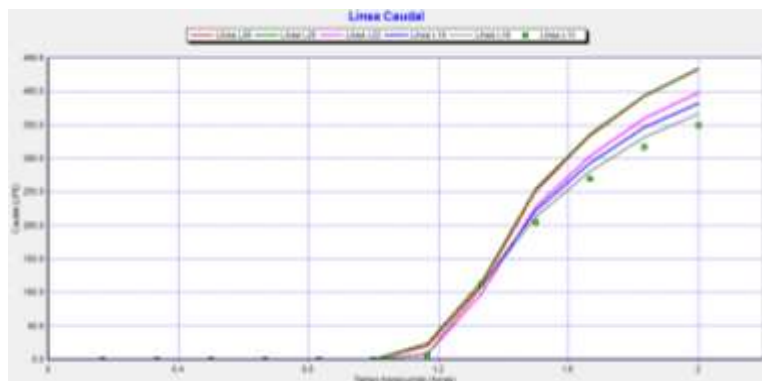
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°26: Perfil del Colector Huánuco**



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°27: Caudales Máximos en Lts/seg.**



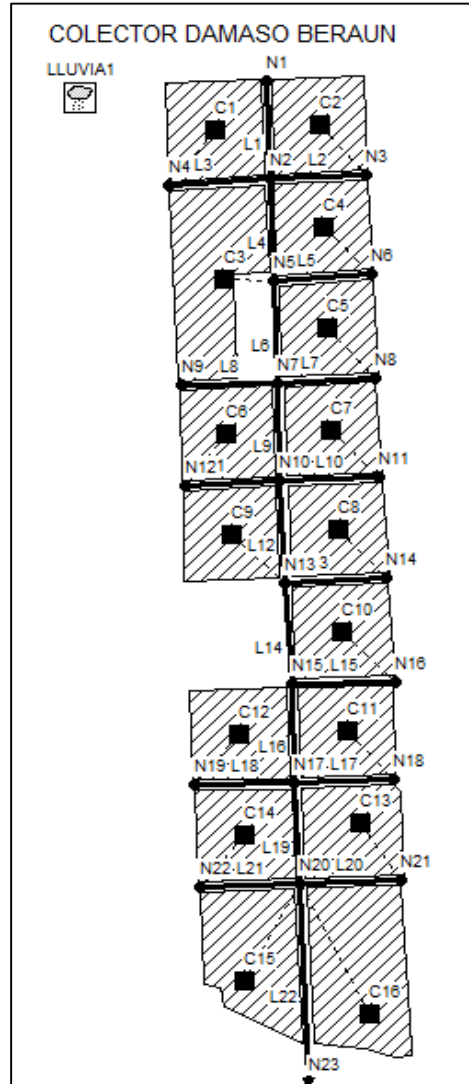
## **JR. DAMASO BERAUN**

La simulación se realizó para un periodo de retorno  $T=20$  años con un máximo de precipitación pluvial en 6 horas, el cual al analizar arrojó un margen de error de 0.09% en el cálculo hidráulico y en la escorrentía superficial.

### **RESULTADOS DEL COLECTOR DAMASO BERAUN**

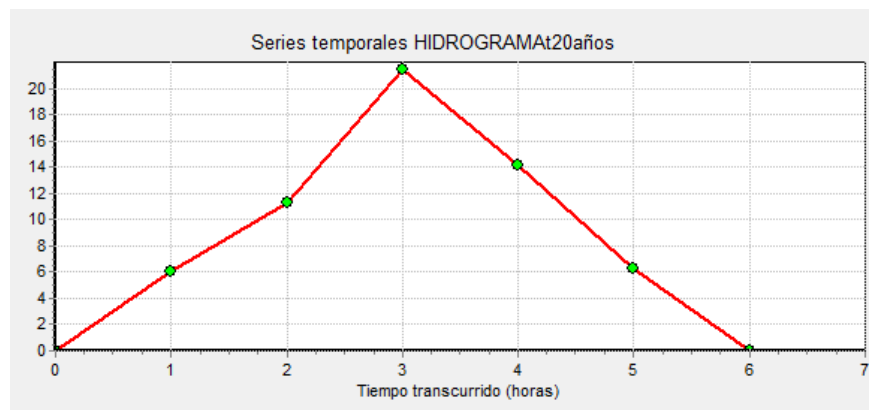
- Se calculó mediante modelo hidráulico de transporte onda Dinámica.
- Periodo de retorno de 20 años
- Modelación de 6 horas de precipitación máxima
- Sección del canal rectangular cerrada 1.15 x 2.50 m.
- Escorrentía superficial:
  - Precipitación total = 3.417 mm
  - Perdidas por infiltración = 1.708mm
  - Escorrentía superficial = 1.022mm
- Calculo hidráulico:
  - Aportes tiempo lluvia = 1.083m<sup>3</sup>
  - Descarga externa  $Q=710\text{lt/seg}$
  - Caudal promedio 253.86Lts/seg
  - intervalo de cálculo mínimo 9.27 seg
  - intervalo de cálculo máximo 30 seg
  - Numero de Froude medio 1.81
- Subcuenca del Jr. Dámaso Beraún
  - Altura máxima de agua 36.70m
  - Instante de crecida a 2:00 horas
  - Caudal máximo en nudos = 150.76 Lts/seg
  - Caudal máximo de descarga = 483.46 lts7seg

**GRAFICO N°28:** Simulación Hidráulica del Colector Damaso Beraun



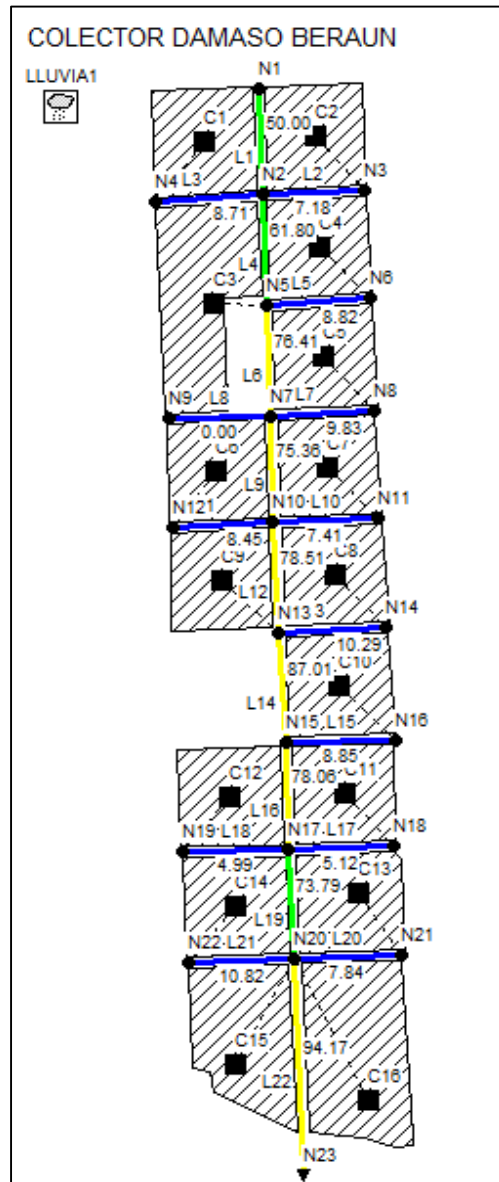
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°29:** Hidrograma de Precipitaciones Máximas en 6 horas con t=20 años.



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°30:** Caudales en Lts/seg. Según Modelación



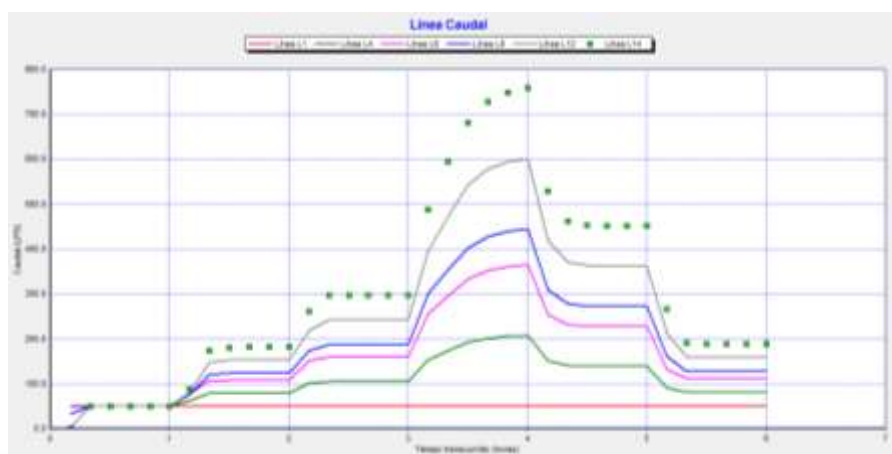
Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**GRAFICO N°31:** Perfil del Colector Dámáso Beraún



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

### GRAFICO N°32: Caudales Máximos en Lts/seg.



Fuente: SWIMM-V5 – Elaboracion propia

**4.4.9 Resultados de la Encuesta Aplicada:** Para el objetivo 2 el cual nos determinó los colectores críticos para realizar el análisis y el diseño. Donde se reflejado el sentir y la incomodidad de la población huanuqueña. Cuyo muestra se obtuvo con la siguiente formula estadística:

**Fórmula para valores finitos:** y población menor de 100 000

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

**TABLA N°36:** Datos para Hallar la Muestra

Símbolo	Descripción	Valor
N	Población	87 253
e	Error de muestra	0.05
z	nivel de confianza	1.96
p	Probabilidad de éxito	0.50
q	Probabilidad de fracaso	0.50

**Número total de muestra = 383, muestra no aleatoria.**

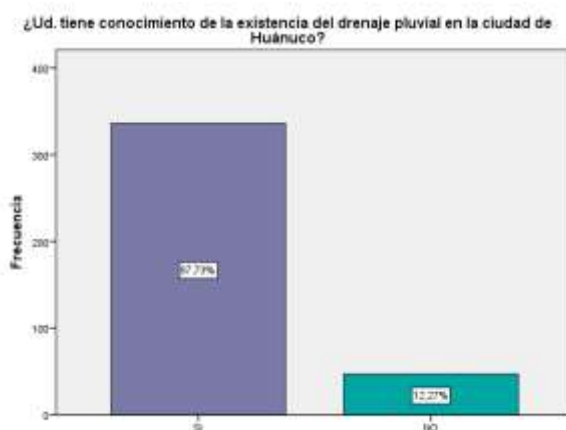
## **INTERPRETACION DE LA ENCUESTA:**

### **TABLA N°37**

**1. ¿Ud. tiene conocimiento de la existencia del drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	336	87,7	87,7	87,7
	NO	47	12,3	12,3	100,0
	<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

### **GRAFICO N°33**



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** De la muestra aleatoria el 87.70% manifiestan su conocimiento de la existencia del drenaje pluvial, y el 12.3% no tiene conocimiento del mismo.

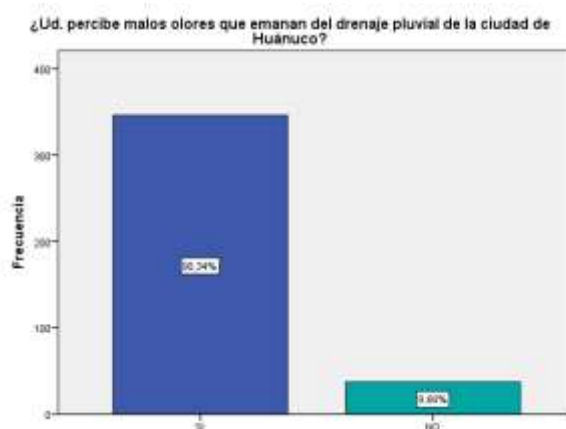
El resultado favorable es que la gran parte de la población conoce la obra ejecutada el 2009 por la Municipalidad Distrital de Huánuco.

### **TABLA N°38**

**2. ¿Ud. percibe malos olores que emanan del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	346	90,3	90,3	90,3
	NO	37	9,7	9,7	100,0
	<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

### GRAFICO N°34



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** De acuerdo al cuadro que se observa la muestra aleatoria el 90.3% perciben los malos olores que emanan del drenaje pluvial y el 9.7% no presenta ninguna incomodidad.

Los resultados indican que la población afectada frecuenta las zonas céntricas de la ciudad.

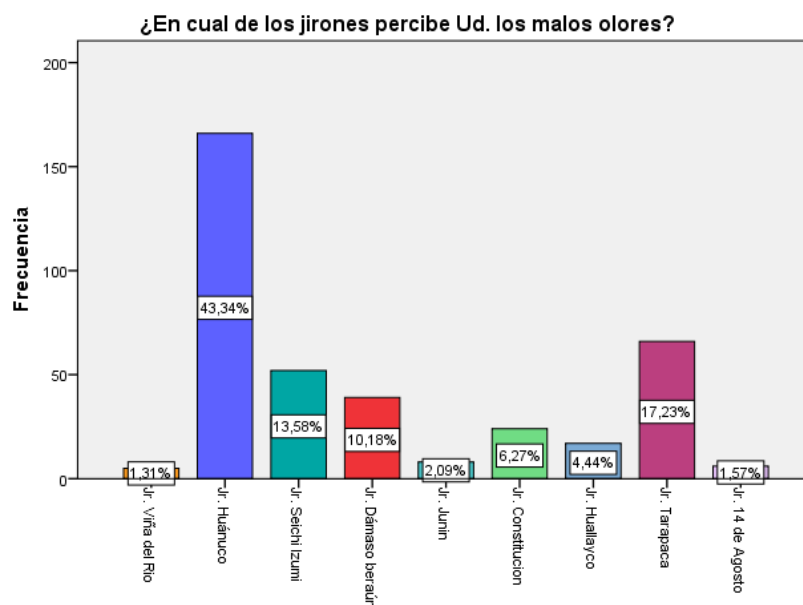
### TABLA N°39

3. ¿En cuál de los jirones percibe Ud. los malos olores?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Jr. Viña del Rio	5	1,3	1,3	1,3
	Jr. Huánuco	166	43,3	43,3	44,6
	Jr. Seichi Izumi	52	13,6	13,6	58,2
	Jr. Dámaso Beraún	39	10,2	10,2	68,4
	Jr. Junín	8	2,1	2,1	70,5
	Jr. Constitución	24	6,3	6,3	76,8
	Jr. Huallayco	17	4,4	4,4	81,2
	Jr. Tarapacá	66	17,2	17,2	98,4
	Jr. 14 de Agosto	6	1,6	1,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	



### GRAFICO N°35



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** Según el grafico de barras de la muestra aleatoria el 43.34% perciben en el Jr. Huánuco, el 17.23% perciben en el Jr. Tarapacá, el 13.58% en el Jr. Seichi Izumi y el 10.18% en el Jr. Dámaso Beraún. El 15.67% perciben en otros jirones. El resultado indica cuatro jirones críticos, los cuales presentan malestar a la población.

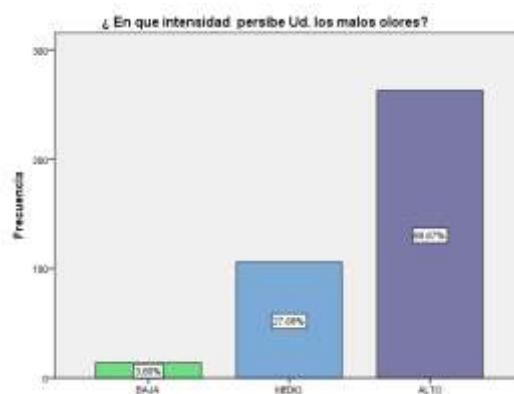
### TABLA N°40

4. ¿En qué intensidad percibe Ud. los malos olores?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJA	14	3,7	3,7	3,7
	MEDIO	106	27,7	27,7	31,3
	ALTO	263	68,7	68,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**GRAFICO N°36**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores encuestados manifestaron que el 68.7% perciben fuertes olores, el 27.7% perciben poco, y el 3.7% perciben de manera baja. El cual demuestra que los olores del drenaje emanan olores fuertes (alto). Y son percibidos por la población.

**TABLA N°41**

5. ¿Con que frecuencia Ud. percibe los malos olores?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NUNCA	24	6,3	6,3	6,3
	A VECES	76	19,8	19,8	26,1
	CASI SIEMPRE	139	36,3	36,3	62,4
	SIEMPRE	144	37,6	37,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°37**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

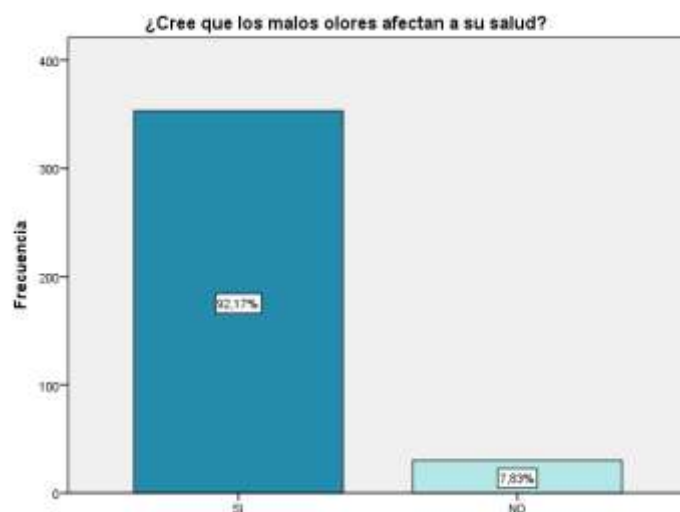
**Interpretación:** Los colaboradores encuestados manifestaron que el 68.7% perciben fuertes olores, el 27.7% perciben poco, y el 3.7% perciben de manera baja. El cual demuestra que los olores del drenaje emanan olores fuertes (alto). Y son percibidos por la población.

**TABLA N°42**

6. ¿Cree que los malos olores afectan a su salud?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	353	92,2	92,2	92,2
	NO	30	7,8	7,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°38**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** De acuerdo al grafico estadístico el 92.2% manifiesta que los malos olores son perjudiciales para su salud, y el 7.8% manifiesta lo contrario.

Con el resultado siguiente se llega a la conclusión que la población piensa y cree que los malos olores afectan a la salud

**TABLA N°43**

**7. ¿Cree Ud. Que al drenaje pluvial le falta una buena operación y mantenimiento para mitigar malos olores?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	354	92,4	92,4	92,4
	NO	29	7,6	7,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°39**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores de la encuesta aleatoria manifiesta que el 92.40% la falta de una buena operación y mantenimiento y el 7.6% del encuestado responde que no es necesario la operación y mantenimiento.

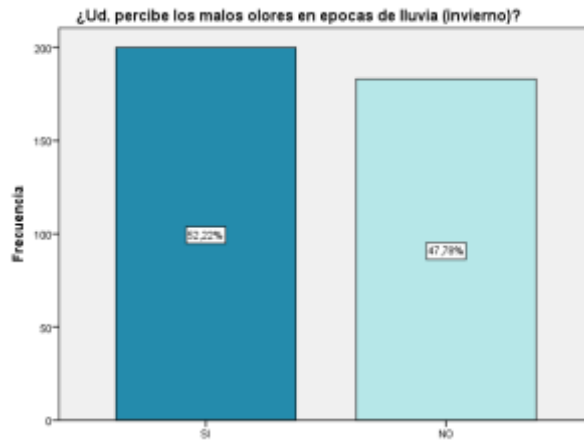
Con los datos obtenidos de la encuesta se deduce que el producto de los malos olores es por falta de una buena operación y mantenimiento.

**TABLA N°44**

**8. ¿Ud. percibe los malos olores en épocas de lluvia (invierno)?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NO	200	52,2	52,2	52,2
	SI	183	47,8	47,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°40**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** En esta pregunta los encuestados manifestaron el 47.8% perciben los olores en épocas de invierno y el 52.2% no perciben en épocas de avenidas.

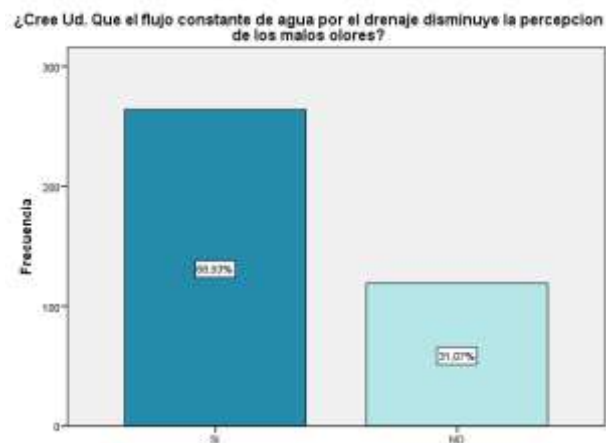
Esto se interpreta que la población no percibe los olores en épocas de avenidas, épocas de lluvia.

**TABLA N°45**

9. ¿Cree Ud. Que el flujo constante de agua por el drenaje disminuye la percepción de los malos olores?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	264	68,9	68,9	68,9
	NO	119	31,1	31,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°41**



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores del grupo de estudio manifiestan que, con flujo constante de agua disminuye la percepción de los olores en un 68.90%. Y los 31.1% no disminuye la percepción de los olores.

De acuerdo a la tabla se requiere flujo constante de agua por los colectores del drenaje pluvial.

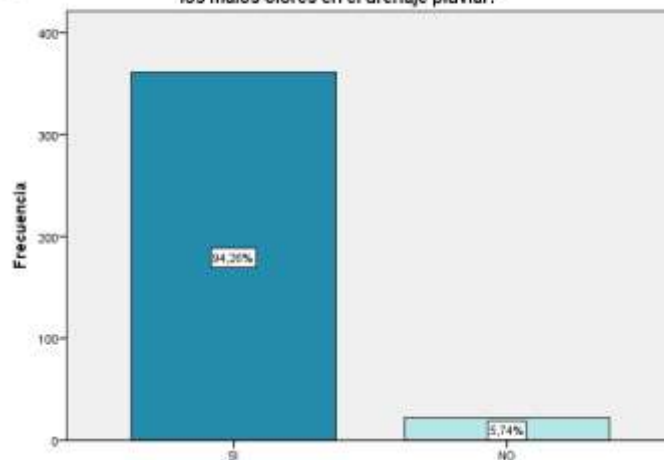
**TABLA N°46**

**10. ¿Estarías de acuerdo con alguna alternativa de solución para la disminución de los malos olores en el drenaje pluvial?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	361	94,3	94,3	94,3
	NO	22	5,7	5,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°42**

¿Estarías de acuerdo con alguna alternativa de solución para la disminución de los malos olores en el drenaje pluvial?



Fuente: SPSS- Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores del grupo de estudio manifiestan que, estarían de acuerdo con alternativas de solución en un 94.30%. Y los 5.70% no desea ninguna alternativa de solución.

Esto indica que la población requiere alguna alternativa de solución, el cual presenta la tesis de investigación.

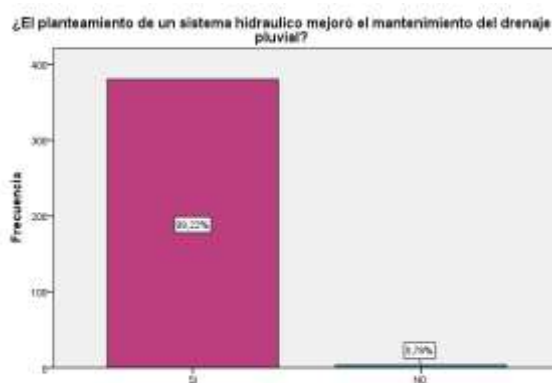
## INTERPRETACION DE LA ENCUESTA POSTERIOR AL ENSAYO:

### TABLA N°47

1. ¿El planteamiento de un sistema hidráulico mejoró el mantenimiento del drenaje pluvial?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	380	99,2	99,2	99,2
	NO	3	,8	,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

### GRAFICO N°43



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** De la muestra aleatoria el 99.2% manifiesta que el sistema hidráulico mejora el mantenimiento del drenaje pluvial, y el 0.8% manifiesta que no realiza ninguna mejora.

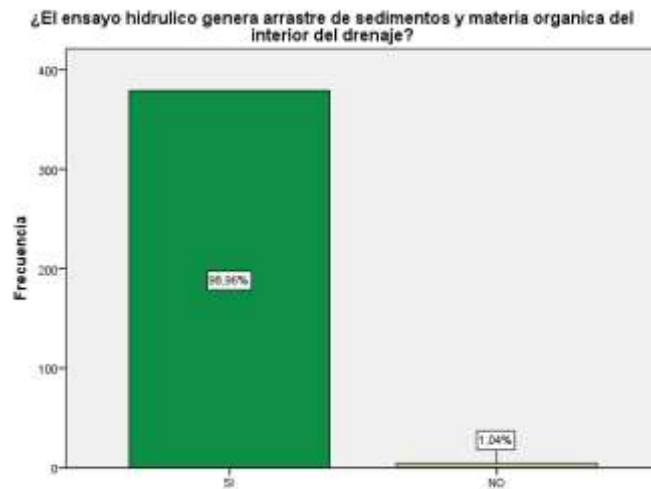
El resultado favorable para la investigación ya que la mayoría de la población manifiesta su mejora en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial.

### TABLA N°48

2. ¿El ensayo hidráulico genera arrastre de sedimentos y materia orgánica del interior del drenaje?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	379	99,0	99,0	99,0
	NO	4	1,0	1,0	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

## GRAFICO N°44



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores del grupo de estudio afirman que, el 99.00% de los encuestados manifiestan que el ensayo hidráulico genera el arrastre de sedimentos y materia orgánica del interior del colector y el 1.00% manifiesta lo contrario.

El resultado obtenido indica que la población observó el arrastre de sedimentos y material orgánico del interior del drenaje pluvial, siendo favorable para la investigación.

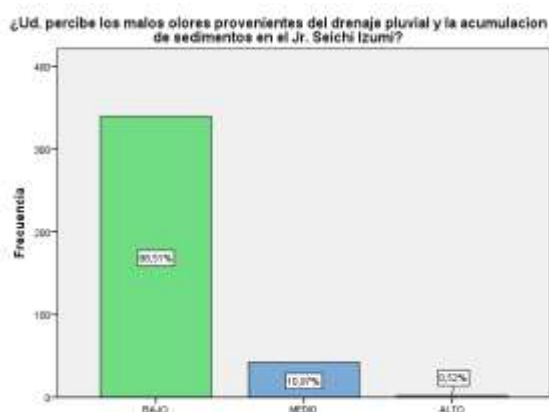
## TABLA N°49

3.¿Ud. percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial y la acumulación de sedimentos en el Jr. Seichi Izumi?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido BAJO	339	88,5	88,5	88,5
MEDIO	42	11,0	11,0	99,5
ALTO	2	,5	,5	100,0
Total	383	100,0	100,0	



## GRAFICO N°45



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

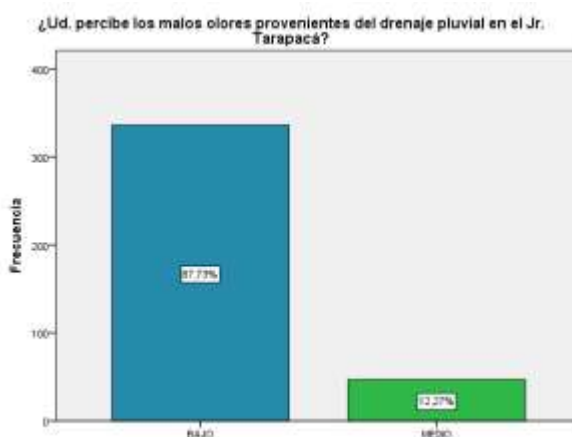
**Interpretación:** De acuerdo al grafico de barras los encuestados manifiestan el 0.5% percibe fuertes olores, el 11.00% percibe moderado y el 88.5% percibe olores bajos. El cual indica que el ensayo hidráulico deduce considerablemente la percepción de malos olores.

## TABLA N°50

4.¿Ud. percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial en el Jr. Tarapacá?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJO	336	87,7	87,7	87,7
	MEDIO	47	12,3	12,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

## GRAFICO N°46



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

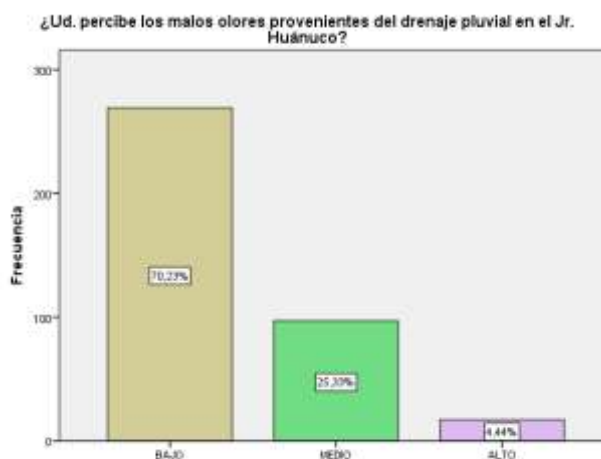
**Interpretación:** El grafico de barras indica que el 12.3% perciben los olores moderados el 87.7% percibe olores bajos y ninguna persona encuestada percibe olores altos. El cual indica que el ensayo hidráulico deduce considerablemente la percepción de malos olores.

**TABLA N°51**

**5.¿Ud. percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial en el Jr. Huánuco?**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido BAJO	269	70,2	70,2	70,2
MEDIO	97	25,3	25,3	95,6
ALTO	17	4,4	4,4	100,0
Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°47**



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

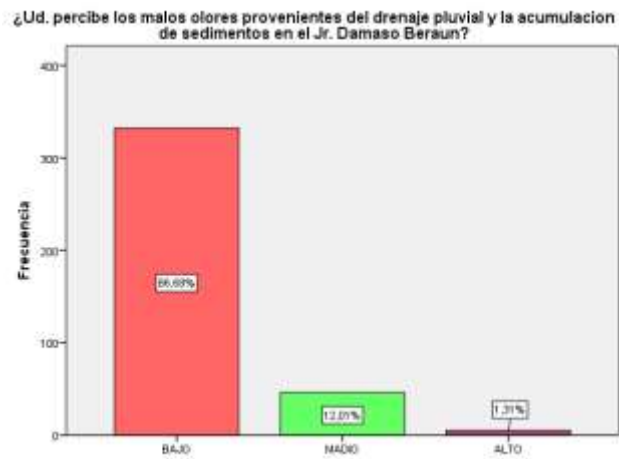
**Interpretación:** El grafico de barras indica que el 4.40% perciben los olores altos, el 25.3% percibe olores moderados y el 70.2% perciben olores bajos. El cual indica que el ensayo hidráulico reduce considerablemente la percepción de malos olores.

**TABLA N°52**

**6. ¿Ud. percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial y la acumulación de sedimentos en el Jr. Dámaso Beraún?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BAJO	332	86,7	86,7	86,7
	MADIO	46	12,0	12,0	98,7
	ALTO	5	1,3	1,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

**GRAFICO N°48**



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**Interpretación:** Los colaboradores encuestados manifestaron que el 1.30% perciben fuertes olores, el 12.0% perciben moderadamente los olores, y el 86.70% perciben de olores muy bajos. El cual demuestra que el ensayo hidráulico es eficiente y disminuye la percepción de los olores.

## 4.5 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### 4.5.1 CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL:

**HIPOTESIS GENERAL:** Se Busca la Contrastación de la siguiente hipótesis: “El sistema hidráulico, incide significativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018”

**Ho:** El sistema hidráulico, incide negativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018.

**Hi:** El sistema hidráulico, incide significativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018.

**TABLA N°53: Pruebas de CHI-CUADRADO**

PRUEBAS DE CHI-CUADRADO					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,032	1	,858		
Corrección de continuidad	,003	1	1,000		
Razón de verosimilitud	,063	1	,801		
Prueba exacta de Fisher				1,000	,969
Asociación lineal por lineal	,0032	1	,858		
N de casos válidos	383				

Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**TABLA N°54: Tabla de distribución - chi cuadrado**

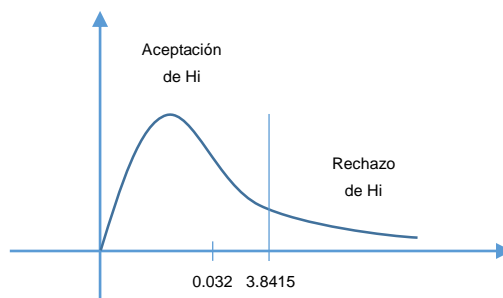
P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458

Fuente: Pagina estadístico

Para la contratación de la hipótesis general en la investigación, se usa la prueba estadística paramétrica con un nivel de significación del 0.05 en consecuencia el nivel de confiabilidad del 95%, con grados de libertad de la tabulación correlacional igual a 1. Según la tabla N°54, tabla de valor del chi cuadrado el cual arrojó un límite de aceptación de 3.8415.

De la tabla N° 053, se obtuvo un valor de chi-cuadrado de Pearson de 0.032 el cual se encuentra en la zona de aceptación. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de la investigador, “El sistema hidráulico, incide significativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco - 2018”.



#### 4.5.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECIFICA N°01:

Se Busca la Contrastación de la siguiente hipótesis:

**HIPOTESIS ESPECIFICA N°01:** “El flujo constante por gravedad que atraviesa por los colectores críticos del drenaje pluvial, incide positivamente en el mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018”

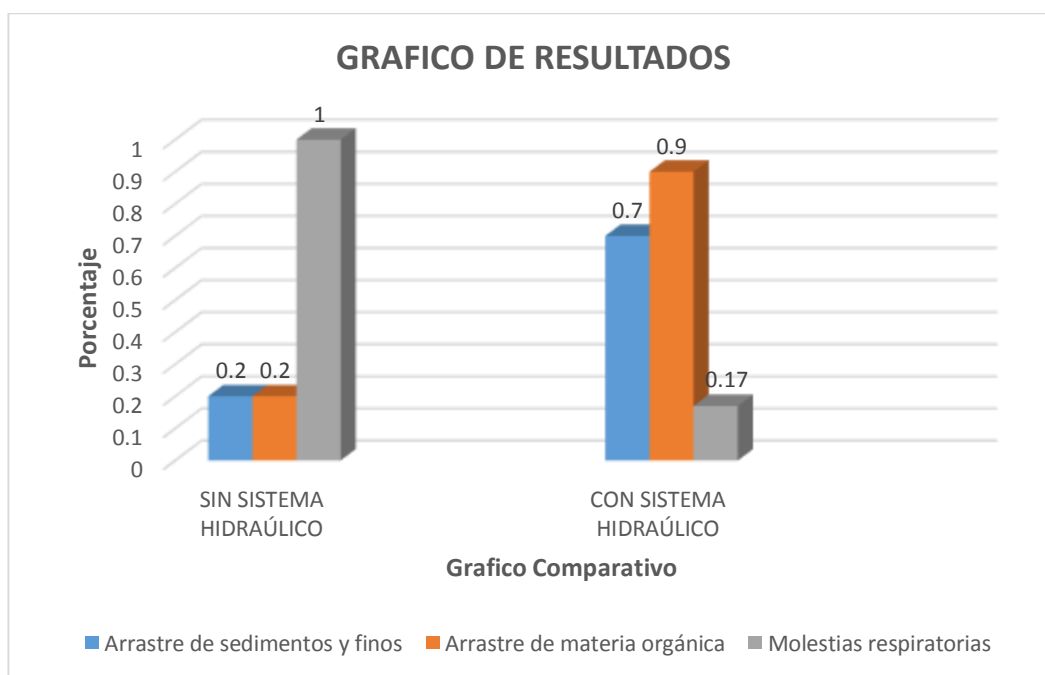
La contrastación de las hipótesis se realizó en función a los resultados de las encuestas que se realizaron antes y después del ensayo hidráulico, que fueron aplicados en los puntos críticos según porcentaje de incidencia.

**TABLA N°54: Resultados del sistema hidráulico**

	SISTEMA CONVENCIONAL		CON SISTEMA HIDRAÚLICO	
	Mensual	Cal Silicato	Diario	Flujo constante por gravedad a un caudal y presión hidráulica de diseño.
<b>Mantenimiento periódico</b>				
<b>Arrastre de sedimentos y finos</b>	0.20		0.70	
<b>Arrastre de materia orgánica</b>	0.20		0.90	
<b>Molestias respiratorias</b>	1.00		0.83	
<b>PORCENTAJES</b>	<b>46.09%</b>		<b>80.00%</b>	

Fuente: SPSS - Elaboracion propia

**GRAFICO N°49: Grafico Comparativo de los dos sistemas**



Fuente: SPSS - Elaboracion propia

Con el ensayo hidráulico se ha logrado el arrastre de sedimentos, materia orgánica y la disminución de la percepción de los malos olores del interior del drenaje, con la estructura hidráulica planteada se logra el 80.00% de eficiencia del drenaje pluvial por descarga. La estructura

convencional presenta una eficiencia de 46.09% a efecto se acepta la hipótesis específica 01 “El flujo constante por gravedad que atraviesa por los colectores críticos del drenaje pluvial, incide positivamente en el mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018”.

#### **4.5.3 CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECIFICA N°02:**

Se Busca la Contrastación de la siguiente hipótesis:

**HIPOTESIS ESPECIFICA N°02:** “Los resultados obtenidos de los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y topográficos incide positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”.

**HIDROLOGIA:** Los datos hidrológicos se obtuvieron de SENAMHI de la ciudad de Huánuco, se estudió la cuenca del Rio Higueras obteniéndose una disponibilidad hídrica de 2.32m<sup>3</sup>/seg. En épocas de estiaje. Según el diseño de la captación de la investigación se requieren un caudal constante de 0.023m<sup>3</sup>/seg. El cual incide favorablemente para el mantenimiento del drenaje pluvial.

**METEOROLOGIA:** Los datos meteorológicos se obtuvieron de SENAMHI, de la estación meteorológica de Canchan y Huánuco obteniendo la precipitación y temperatura histórica anuales, para determinar el diseño de las estructuras hidráulicas considerando el periodo de retorno histórico hasta 500 años, los resultados incide positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco.

**TOPOGRAFIA:** Para la obtención de los datos se realizó un estudio topográfico, pendiente existente 11-16%, pendiente requerido 5 a 10% el cual nos permitió la correcta ubicación de las estructuras hidráulicas para lograr un flujo por gravedad con una presión hidrostática

de diseño. El cual incide positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial.

A consecuencia de los resultados favorables de los fenómenos hidrológicos, meteorológicos y topográficos se acepta la hipótesis específica 02 “Los resultados obtenidos de los fenómenos meteorológicos, hidrológicos y topográficos incide positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”.

#### **4.5.4 CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECIFICA N°03**

Se Busca la Contrastación de la siguiente hipótesis:

**HIPOTESIS ESPECIFICA N°03:** “El diseño y modelamiento del sistema hidráulico incide positivamente un adecuado mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”.

Se modeló con el programa de modelación hidráulica, SWMM v5.0 desde la captación hasta la entrega de los colectores al río Huallaga con una precipitación máxima constante de 6 horas y un periodo de retorno de 20 años, el cual superó favorablemente los ductos del drenaje. Aceptando así la hipótesis específica 03 “El diseño y modelamiento del sistema hidráulico incide positivamente un adecuado mantenimiento y limpieza del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”.



## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

Con relación al objetivo general: “Plantear un sistema hidráulico que contribuye en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018” se determinó de la tabla N°28 muestra la cantidad de sedimentos que son arrastrados por la quebrada Jactay 2890m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/año, la influencia del proyecto es de 0.1378km<sup>2</sup> aproximadamente por cada uno de los jirones críticos en evaluación, la sedimentación directa en todo el área de influencia de la investigación es de 1.09m<sup>3</sup>/día. Se determinó las pendientes favorables hasta en un 50% de lo proyectado, una disponibilidad hídrica requerida de 0.023m<sup>3</sup>/seg.

Se realizó el ensayo hidráulico donde se obtuvo los resultados, una sedimentación de 0.000254m<sup>3</sup> igual a 0.023% del sedimento total. Con el tanque de almacenamiento proyectado cuyo volumen es de 30.00m<sup>3</sup>, se logra un arrastra 0.762m<sup>3</sup> de sedimentos, logrando hasta un 80% de eficiencia por descarga a favor de la operación y mantenimiento.

Este resultado guarda relación con lo que sostiene López de la Rosa, Zúñiga de León, & Rodríguez Esparza, (2015) quienes se enfocan a la caracterización de sedimentos y el agua pluvial como su vehículo de transporte. El agua incluye una gran cantidad de coliformes fecales, a una razón de 24,000 colonias por cada 100 mililitros de agua depositados en el dique, se presentan opciones para solucionar mediante los cuales se pueden realizar los modelos geo-hidrológicos y la evaluación de los volúmenes de sedimento.

En lo que respecta la operación y mantenimiento con la estructura hidráulica, Yañez (2014) evaluó el estado actual, el diseño hidráulico

y las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa, con la finalidad de determinar las causas que determinan la ineficiencia del sistema de drenaje, ya que en tiempos de alta precipitación de lluvias, los niveles de esta alcanzan índices elevados lo que causa serios problemas a la población cajamarquina por un ineficiente sistema drenaje pluvial, la sobrecarga pluvial propicia inundaciones en zonas topográficamente bajas y erosiones en los cursos de agua por el incremento de la velocidad de esorrentía.

## CONCLUSIONES

Con el planteamiento de un sistema hidráulico se logra un arrastre total de sedimento del interior del colector principal y secundario alcanzando la eficiencia al 100% de la operación y mantenimiento del drenaje pluvial, con ello se consigue una calidad de vida de los ciudadanos de la ciudad de Huánuco, sin ninguna molestia respiratoria al transitar por la red del drenaje.

- Objetivo N°01, “Identificar los colectores críticos del drenaje pluvial por donde atravesará flujo constante por gravedad para el planteamiento del sistema hidráulico que contribuye en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”: Mediante la investigación realizada se determinó los colectores principales (colectores críticos) según la tabla N°39 el 43.34% de los encuestados perciben malos olores en el Jr. Huánuco, el 17.23% perciben en el Jr. Tarapacá, el 13.58% perciben en el Jr. Seichi Izumi y el 10.18% en el Jr. Dámaso Beraún. En la tabla N°34 se obtiene los resultados de la eficiencia del sistema hidráulico con un 70% de arrastres de sedimentos y finos, 90% arrastre de materia orgánica y 17% de percepción de malos olores, Se alcanzó demostrar que el flujo constante por gravedad incide significativamente al mantenimiento y limpieza de los colectores del drenaje pluvial. esto presenta una eficiencia al 80% por descarga, el sistema puede realizar tres descargas por día, a comparación del sistema convencional del red de drenaje que tiene una eficiencia del 46.90%. el cual funciona en épocas de lluvia.
- Objetivo N°02, “Evaluar los datos meteorológicos, hidrológicos y topográficos para el planteamiento del sistema hidráulico que contribuye en la operación del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco – 2018”.Con respecto los datos meteorológicos la zona de estudio registra una temperatura máxima histórica de 31.8°C y mínima histórica de 6°C, en cuanto a los datos Hidrológicos se tabularon datos de dos estaciones los cuales están inmerso al área de estudio. La estación de Canchan registra una precipitación histórica de 181.3mm al año y una

precipitación máxima diaria de 31.6mm. La estación de Huánuco registra una precipitación histórica de 155.6mm al año y una precipitación máxima diaria de 36.2mm cuyos datos se consideró para la simulación en el SWMM y el periodo de retorno. Con respecto a los datos topográficos la cuenca del Rio Higueras tiene una pendiente de cauce promedio de 7.05%, con un caudal de estiaje 2.32m<sup>3</sup>/seg y un caudal de avenidas 8.74m<sup>3</sup>/seg.

Se determinó los caudales con periodo de retorno de 20 años y pendientes en los colectores de investigación. Colector Seichi Izumi Q=0.85m<sup>3</sup>/seg con S=0.8%, Colector Tarapacá Q=0.21m<sup>3</sup>/seg con S=1.5%. Colector Huánuco Q=0.32m<sup>3</sup>/seg con S=1.0% y el Colector Dámaso Beraún Q=0.32m<sup>3</sup>/seg con S=0.9%. El caudal requerido 0.023m<sup>3</sup>/seg. Se concluye que los datos obtenidos inciden positivamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de Huánuco.

- Objetivo N°03, “Diseñar y modelar un sistema hidráulico que contribuye a la operación y mantenimiento del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco -2018”, se realizó mediante los datos obtenidos del objetivo N°02 el diseño de la estructura hidráulica con una modelación con el Software SWMM 5vE con el cual se logra la buena operación y mantenimiento, se logra mitigar las molestias respiratorias de los colectores críticos. En el diseño establece la presión hidrostática de 14,714 Pa, la velocidad del flujo 5.43m/seg, la fuerza de arrastre de sedimentos Cd 0.083 y el caudal máximo 0.023m<sup>3</sup>/seg. que logra arrastrar sólidos y sedimentos el colector de 1m de diámetro. Se detalla las dimensiones de toda la estructura hidráulica para un periodo de retorno de 20 años. Con el cual se alcanzó demostrar que el diseño y la simulación hidráulica inciden significativamente en la operación y mantenimiento del drenaje pluvial.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un mantenimiento periodo de la red de drenaje y a la estructura hidráulica planteada, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo durante su periodo de diseño.
- Se recomienda dar charlas de concientización a la población de Huánuco, implantar la educación sanitaria a la población para un mejor uso de la red de alcantarillado y drenaje pluvial.
- Se recomienda a las futuras investigaciones usar periodos de retorno, ya que estos previenen cualquier evento extraordinario.
- Se recomienda la realizar trabajos de investigación parecidas en zonas críticas identificadas por la propia población afectada, estos solucionará los problemas de acumulación de lodos y la emisión de los malos olores.
- Se recomienda aplicar tecnologías, software de diseño y modelación en proyectos hidráulicos con el fin de disminuir errores de cálculo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS (Según Normas APA)

### Bibliografía

- 100CIAS@UNED. (2012). *Vida Científica. Colaboraciones en Química*, 9.
- ACOSTA FLOREANO, M. (2014). *DISEÑO A NIVEL DE INGENIERIA Y SU IMPACTO AMBIENTAL PARA LA COSTRUCION DEL CANAL DE CORONACION EN LA EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES DE LA LOCALIDAD DE LEVANTO - CHACHAPOYAS*. TRUJILLO - PERU.
- AGRICULTURA, M. D. (1981). *ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RIO HIGUERAS - HUANUCO*. LIMA: CC.
- AMBIENTE, M. D. (2018). *SENAMHI*. Obtenido de SENAMHI PERU:  
<https://www.senamhi.gob.pe/>
- ANTONIO CARPIO , H., GARCIA SIGARAN , N., & TOBIAS HERNANDEZ, K. (2015). *PROPUESTA DE DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DEL CASCO URBANO Y COLONIA LA ENTREVISTA DEL MUNICIPIO SAN CAYETANO ISTEPEQUE DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE*. COLOMBIA .
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2010). *CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO*. LIMA: DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES.
- Comunicaciones, M. d. (2015). *Manual de Hidrologia, Hidraulica y Drenaje*. Lima: DEE.
- DEPARTAMENTO DE INGENIERIA. (2008). *TOPOGRAFIA PARA INGENIERIA*. MEXICO.
- DRENAJE, M. D. (2011). *MANUAL DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE* . LIMA: EMPRESA EDITORA MACRO E.I.R.L.

- DUEÑAS PALOMINO , O. A., & MAYHUIRE PONCE, H. (2015).  
*EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS AGUAS PLUVIALES EN LA RED COLECTORA DE AGUAS RESIDUALES DE LA URBANIZACIÓN TUPAC AMARU DEL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN . CUSCO - PERU .*
- FERRUFINO HINOJOSA, J., & MOREIRA GONZALES, S. (2006). *OBRAS HIRAUICAS . COCHABAMBA - BOLIVIA.*
- GRANDA ACHA, R. R. (2012). *ANALISIS NUMERICO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL DE LA URB. ANGAMOS. LIMA - PERU .*
- Hernandez Sampieri , R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010).  
*Metodologia de la Investigación. Mexico: INTERAMERICANA.*
- Ingenieria Civil. (01 de diciembre de 2008). Obtenido de  
<http://ingeniociviil.blogspot.pe/2008/12/obras-hidraulicas.html>
- LOPEZ DE LA ROSA, O. J., RODRIGUEZ ESPARZA, A., & ZUÑIGA DE LEON, D. (2015). *CARACTERIZACIÓN Y PROBLEMATICAS GENERADAS POR LOS SEDIMENTOS ARRASTRADOS EN EL ESCURRIMIENTO PLUVIAL. MEXICO.*
- LOPEZ DE LA ROSA, O. J., ZUÑIGA DE LEON, D., & RODRIGUEZ ESPARZA, A. (2015). *CARACTERIZACIÓN Y PROBLEMATICAS GENERADAS POR LOS SEDIMENTOS ARRASTRADOS EN EL ESCURRIMIENTO PLUVIAL . CULCYT HIDROLOGIA, 11.*
- LOPEZ MORENO, F. (1995). *LA CONTAMINACION Y SUS EFECTOS EN LA SALUD Y EL AMBIENTE. MEXICO.*
- MARTINEZ CANDELO , G. (2013). *SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE SUDS COMO ALTERNATIVA DE CONTROL Y REGULACION DE LAS AGUAS DE LLUVIA EN LA CIUDAD DE PALMIRA . BOGOTA D.C.*
- Mendoza Dueñas, J. (2010). *Topografía Tecnicas Modernas. Lima: lima.*
- PERSPECTIVES, E. H. (2012). *ESTRATEGIA DE MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES . SALUD PUBLICA EN MEXICO , 21.*

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. (2014). *OBRAS DE SANEAMIENTO, INSTALACIONES SANITARIAS*. LIMA: Instituto Nacional de la Gerencia.
- ROBLES MORALES, M., SALAS PLATA, J., & RODRIGUEZ ESPERANZA, A. (2015). *MANEJO DEL DRENAJE PLUVIAL MEDIANTE CONTROL DE LA FUENTE DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIALES*. MEXICO.
- Rocha Felices, A. (2007). *Hidraulica de Tuberias y Canales*. Lima: UNI.
- Rodríguez Jiménez, R. M., Benito Capa, Á., & Portela Lozano, A. (2004). En *Meteorología y Climatología* (pág. 170). España: FECYT.
- RODRIGUEZ SANCHEZ, J. (2013). *NUEVAS TENDENCIAS EN LA GESTION DE DRENAJE PLUVIAL EN UNA CUENCA URBANA*. Rioja.
- Sam Blanco. (19 de Octubre de 2011). Obtenido de Club Ensayos:  
<https://www.clubensayos.com/Ciencia/Clasificacion-De-Obras-Hidraulicas/89432.html>
- SENAMHI. (17 de Octubre de 2010). Obtenido de SENMHI:  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-mtNjQyTnr8J:www.senamhi.gob.pe/main\\_down.php%3Fub%3Dmmt%26id%3Dcap3+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-mtNjQyTnr8J:www.senamhi.gob.pe/main_down.php%3Fub%3Dmmt%26id%3Dcap3+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe)
- Ven Te Chow. (1997). En *Hidraulica de Canales Abierto* (pág. 667). Colombia: Mc-Graw-Hill.
- Villon Béjar, M. (2002). *HIDROLOGIA*. Cartago: MaxSoft.
- YAÑEZ PORTAL, E. P. (2014). *EFICIENCIA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA AV. ANGAMOS Y JR. SANTA ROSA. CAJAMARCA - PERU*.



**ANEXOS**  
**ANEXO N°01**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**  
**RESOLUCIÓN N° 849-2017-CF-FI-UDH**

Huánuco, 11 de Diciembre 2017

Visto, el Oficio N° 413-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente al bachiller Karol Walter VILLALOBOS PUJAY, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

**CONSIDERANDO:**

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2264-17, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N°413-C-PAIC-FI-UDH-2017, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 09 de Diciembre del 2017 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.-** APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2017” presentado por el bachiller Karol Walter VILLALOBOS PUJAY, para optar el Título de Ingeniero Civil del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
Mg. Ricardo Sachan García  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

## ANEXO N°02

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

#### RESOLUCIÓN N° 390-2017-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de julio de 2017

Visto, el Expediente N° 1139-17, presentado por el alumno **Karol Walter, VILLALOBOS PUJAY** del Programa Académico de Ingeniería Civil, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1139-17, del alumno **Karol Walter, VILLALOBOS PUJAY**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del alumno **Karol Walter, VILLALOBOS PUJAY** a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Ing. Rosendo Sachan García  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIC- Asesor - Exm. Graduando - Mat. v Res.Acad. - Fije Personal - ~~Intermedios~~ - Archivos



## ANEXO N°04



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



### ENCUESTA DEL DRENAJE PLUVIAL DE HUÁNUCO

Sus respuestas serán anónimas y absolutamente confidenciales. Emplee bolígrafo de color azul para rellenar el cuestionario.

No hay respuestas correctas o incorrectas, estas simplemente reflejan su opinión personal, elija la que mejor describa o lo que piensa Ud.

NO debe marcar dos opciones, a excepción de la pregunta N° 03

1. ¿Ud. Tiene conocimiento de la existencia del drenaje pluvial en la ciudad de Huánuco? a) Si                      b) No	5. ¿Con que frecuencia Ud. Percibe los malos olores? a. Nunca                      c. Casi siempre b. A veces                      d. Siempre			
2. ¿Ud. Percibe malos olores que emanan del drenaje pluvial de la ciudad de Huánuco? a) Si                      b) No	6. ¿Cree que los malos olores puede afectar su salud? a) Si                      b) No			
3. ¿En cuál de los jirones percibe Ud. Los malos olores? <i>(es válido marcar varias respuestas)</i> a) Jr. Viña del Río b) Jr. Huánuco c) Jr. Seichi Izumi d) Jr. Dámaso Beraún e) Jr. Junín f) Jr. Constitución g) Jr. Huallayco h) Jr. Tarapacá i) Jr. 14 de Agosto	7. ¿Cree Ud. Que al drenaje pluvial le falta una buena operación y mantenimiento para mitigar los malos olores? a) Si                      b) No			
4. ¿En qué intensidad percibe Ud. Los malos olores? <table border="1" data-bbox="459 1617 850 1680"><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> <p>Bajo                      Medio                      Alto</p>				8. ¿Ud. Percibe los malos olores en épocas lluvias (invierno)? a) Si                      b) No
	9. ¿Cree Ud. Que el flujo constante de agua por el drenaje disminuye la percepción de los malos olores? a) Si                      b) No			
	10. ¿Estarias de acuerdo con alguna alternativa de solución para la disminución de los malos olores en el drenaje pluvial? a) Si                      b) No			
	<b>¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!</b>			

ANEXO N°05



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENCUESTA DEL DRENAJE PLUVIAL DE HUÁNUCO**

(Ensayo Hidráulico)

Sus respuestas serán anónimas y absolutamente confidenciales. Emplee bolígrafo de color azul para rellenar el cuestionario.

No hay respuestas correctas o incorrectas, estas simplemente reflejan su opinión personal, elija la que mejor describa o lo que piensa Ud.

NO debe marcar dos opciones.

1. ¿El planteamiento de un sistema hidráulico mejoró el mantenimiento del drenaje pluvial?

a) Si

b) No

2. ¿El ensayo hidráulico genera arrastre de sedimentos y materia orgánica del interior del drenaje pluvial?

a) Si

b) No

3. ¿Ud. Percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial y la acumulación de sedimentos del interior del Jr. Seichi Izumi?

--	--	--

Bajo

Medio

Alto

4. ¿Ud. Percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial en el Jr. Tarapacá?

--	--	--

Bajo

Medio

Alto

5. ¿Ud. Percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial en el Jr. Huánuco?

--	--	--

Bajo

Medio

Alto

6. ¿Ud. Percibe los malos olores provenientes del drenaje pluvial y la acumulación de sedimentos del interior del Jr. Dámaso Beraún?

--	--	--

Bajo

Medio

Alto

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

CORREO: 02 de Noviembre de 2014

2 **TEMA DEL DÍA** Domingo 2 de Noviembre de 2014HUÁNUCO diario **Correo** pe**MEDIO AMBIENTE. SUMIDEROS DEL DRENAJE PLUVIAL PODRÍA SER UN FOCO INFECCIOSO**

# Malos olores causan molestias en la ciudad

Responsable de Salud Ambiental, recomienda limpieza semanal de los sumideros

• **Arellia Luna**  
aluna@grupoprensa.pe

➔ **F**rente a los nauseabundos y malos olores que emanan los sumideros de la millonaria obra del drenaje pluvial en céntricas calles de la ciudad, especialistas del medio ambiente, instan a los responsables a que realicen constantes jornadas de limpieza. La incomodidad del mal olor podría convertirse en un foco infeccioso, que no sólo afecta al medio ambiente, sino también podría generar enfermedades infecciosas en los transeúntes.

En una reciente conferencia en Huánuco sobre el cuidado del medio ambiente, el docente de la Universidad Católica de los Ángeles de Chimbote (Uladech), Saúl Ayal Moya, refirió que es un peligro para todos los seres humanos y un atentado contra el medio ambiente los constantes olores putrefactos, que emanan los sumideros del drenaje pluvial. La institución encargada del mantenimiento y limpieza debería de buscar mecanismos, para que las aguas servidas pueden circular correctamente por los acueductos del drenaje.

Comenta que por una de las esquinas del mercado antiguo, mercado modelo



Sumideros de céntricas calles del drenaje, emanan nauseabundos olores

**! Nauseabundos.** Los malos olores están mayormente entre los jirones Huánuco con 28 de julio, Dos de Mayo y San Martín, el jirón Dos de Mayo y Dámaso Beraún.

**47**  
**MILLONES**

De soles costó la obra del drenaje pluvial, que fue ejecutado por el municipio de Huánuco



Tapan con mantas de caucho algunos escurridores.

y otros jirones como San Martín y Huánuco la población no puede pasar sin tarse la nariz, por los fuertes olores putrefactos. Entre tanto, el fiscal especializado en medio ambiente,

Noe García Vera, sostiene que el tema de medio ambiente compete a todos, no sólo es competencia de las autoridades, sino también de la misma población. Para la fiscalía



En temporada de lluvias los buzones colapsan

## PODRÍA CAUSAR ENFERMEDADES

"Estos malos olores que emanan del drenaje pluvial, son permanentes, incluso cuando no hay lluvias, y cuando las hay al momento de secarse, es bastante fuerte el olor nauseabundo", afirma Abanto Flores. Con documentos en la mano, solicitó la limpieza con desinfectantes o detergentes, para acabar con los microorganismos que están en el drenaje. Las aguas servidas y desechos sólidos de los acueductos, generan zancudos y hongos que se reproducen exageradamente y contaminan el medio ambiente. Esto causa enfermedades infecciosas y estomacales cuando apenas respiras esos olores, señala.



le resulta muy importante tener un informe fundamentado y cuantificado en qué porcentaje está afectando la contaminación del drenaje pluvial en la ciudad.

**RECOMENDACIÓN.** El jefe de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud Huánuco, José Luis Abanto Flores, resalta que en varias oportunidades remitió oficios y cartas sobre una adecuada limpieza y mantenimiento a la

municipalidad provincial de Huánuco.

Afirma que es muy importante la limpieza semanal o quincenal con detergente. "La cal o el silicato, es solamente, para desechos sólidos, que acaba con las bacterias y malos olores, pero en esos drenajes hay agua putrefacta y la cal en el agua no tiene la misma función como en los desechos sólidos, no actúa en forma adecuada", expresa, tras lamentar que estos olores están muchas veces cerca restaurantes.



**CERCA AL VALLE**

**Inspeccionan un botadero**

**HUÁNUCO.** Por ser lugares altamente peligrosos para la salud de las personas y el medio ambiente, la Defensoría del Pueblo inspeccionó junto a otras autoridades el botadero de basura ubicado en la carretera Huánuco - Trigo María a la altura del distrito Santa María del Valle. El comisionado Sergio Guevara, quien participó en la inspección, lamentó que exista el lugar donde insensiblemente depositen los desperdicios. Entre los que participaron de la inspección estuvieron de Salud, municipalidad de Huánuco y del Valle.

● **Correo - Huánuco**  
correo00@grupoprensa.pe

Los vecinos de los jirones Pedro Barroso y Huallayco aseguran que la empresa Seda Huánuco no acude a hacer la limpieza del drenaje pluvial, lo que provoca malos olores. La pobladora María Vaca advirtió que los olores son insoportables, se meten a las casas y no los dejan almorzar.

**BASURAL.** Por otro lado, señaló que detrás de la institución educativa Milagro de Fátima, la basura arrojada por irresponsables, constituye un foco contaminante principalmente para los menores de edad y los ancianos por ser vulnerables a la contaminación. El mismo problema se repite entre los jirones Abtao y Pedro Barroso, donde hay otro basural. Comentó que el arrojar basura en la calle es una mala práctica de los vecinos que viene de muchos años. Inclusive, denunció que traen con vehículos desperdicios del centro de la ciudad para arrojarlos en el Milagro de Fátima.

**SIN LIMPIEZA. VECINOS SE QUEJAN POR PESTILENCIA**

# Malestar por mal olor del drenaje

El problema de la basura es otro sin solución al momento



FOTO: JESUS ROJAS

El problema del mal olor por el drenaje es molesto

! El problema de la pestilencia por el mal manejo de los sumideros del drenaje pluvial en la ciudad es notorio en diferentes puntos.

La pobladora demandó a la municipalidad provincial disponer de carros que estén recogiendo los desechos, ya que hay muchos que sacan las bolsas de basura y para que los perros no lo rompan en sus puertas, lo llevan atrás del colegio. Asimismo, refirió que los trabajadores de limpieza pública por la noche, en lugar de llevarse los, prefieren quemar los desperdicios.



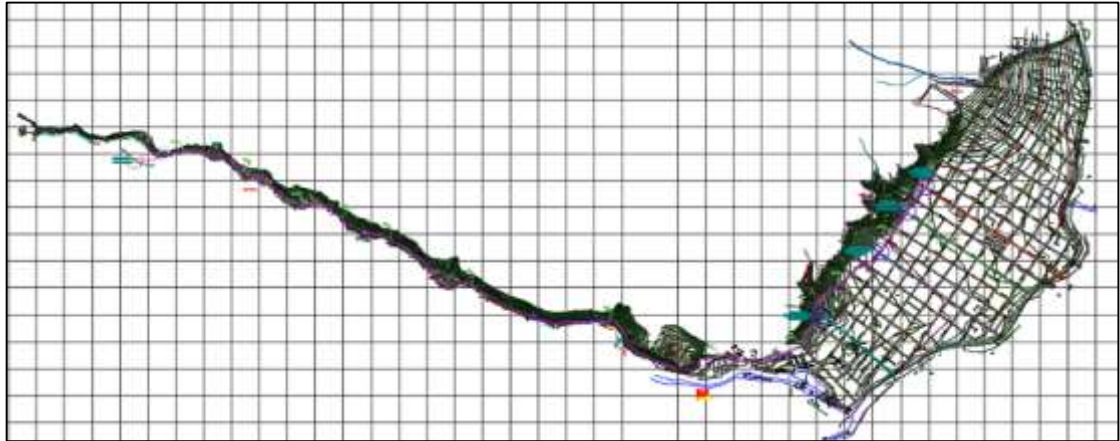
**MAÑANA EN LA CSJH**

**Inician año judicial 2015**

**HUÁNUCO.** La familia de la Corte Superior de Justicia de Huánuco en compañía de las nuevas autoridades locales, desarrollará mañana la sesión solemne de apertura del Año Judicial 2015. La ceremonia iniciará con la misa en la Iglesia Catedral a las 09:00 a.m.; luego proseguirá la sesión solemne en el auditorio de la sede institucional, donde el presidente saliente, Jorge Castañeda, informará sobre la gestión en el 2014 y transferirá el cargo al nuevo presidente Ernesto Diestro, quien dará a conocer su plan de trabajo para el 2015.

**ANEXO N° 07:**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

**1. Zona de estudio**





## 2. Estudio hidráulico

Aforo en épocas de estiaje:



Aforo en épocas de avenida:





### 3. Levantamiento topográfico



### 4. Estudio mecánica de suelos







## 5. Ensayo de pruebas hidráulicas



6. Visita a los puntos críticos.

