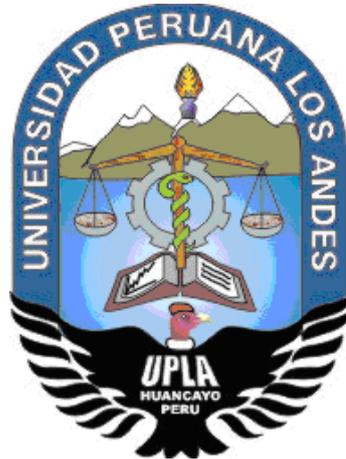


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROYECTO DE TESIS**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JIRÓN  
LORETO TRAMO AMAZONAS –CALLE REAL DISTRITO DE  
HUANCAYO, PROVINCIA HUANCAYO – REGIÓN JUNÍN 2016**

**Área de investigación:** Sustentabilidad de Recursos Naturales

**Línea de investigación:** Hidráulica sustentabilidad.

**PRESENTADO POR:**

**Bach. OZORIAGA RIVERA, Angella Milagros.**

**Bach. SANABRIA GARAY, Liz Angella.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2017**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Casio Aurelio Torres López.  
Presidente

---

Ph. D Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Jurado revisor

---

Ing. Javier Amador Navarro Veliz  
Jurado revisor

---

Ing. Juan José Bullón Rojas  
Jurado revisor

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.  
Secretario docente

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano.

Asesor

### **Dedicatoria**

A Dios que supo guiarnos por el buen camino, darnos fuerza para seguir adelante y enseñarme a enfrentar la vida.

Angella Milagros Ozoriaga Rivera.

Liz Angella Sanabria Garay.

### **Agradecimiento**

- A Dios, por ser nuestra fortaleza.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes por el apoyo en nuestra formación profesional y académica.

Angella Milagros Ozoriaga Rivera.

Liz Angella Sanabria Garay.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Delimitación de la investigación	18
1.3.1. Delimitación espacial	18
1.3.2. Delimitación temporal	18
1.4. Justificación	18
1.4.1. Justificación práctica o social	18
1.4.2. Justificación metodológica	19
1.5. Limitaciones	19
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales	22
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Cuenca hidrográfica	24
2.2.2. Sistema de alcantarillados	24
2.2.3. Sistema de alcantarillado pluvial	25
2.2.4. Estudios básicos para el diseño de alcantarillado pluvial	26
2.2.5. Obligatoriedad del sistema de alcantarillado pluvial	27
2.2.6. El caudal de diseño	27
2.2.7. Método racional	28

2.2.8. Captación en zona vehicular – pista	30
2.2.9. Diseño hidráulico	33
2.2.10. Velocidades de diseño	34
2.2.11. Evacuación de las aguas recolectadas	35
2.2.12. Sistemas de evacuación	35
2.2.13. Modelo SWMM	36
2.2.14. Software SWMM 5.0	39
2.2.15. Limitaciones del software SWMM 5.0	39
2.2.16. Límites máximos permisibles	40
<b>CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>41</b>
3.1. Hipótesis	41
3.1.1. Hipótesis general	41
3.1.2. Hipótesis específicas	41
3.2. Diagrama de variables	42
3.3. Indicadores de las variables	42
3.4. Operacionalización de variables	43
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	<b>45</b>
4.1. Método investigación	45
4.2. Tipo de investigación	45
4.3. Nivel de investigación	45
4.4. Diseño de investigación	45
4.5. Población y muestra	46
4.5.1. Población	46
4.5.2. Muestra	46
4.6. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos	46
4.7. Técnicas y análisis de datos	47
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	<b>48</b>
5.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto	48
5.1.1. Consideraciones básicas	48
5.1.2. Topografía	50
5.1.3. Estudios hidrológicos	50
5.1.4. Características físicas de la cuenca a intervenir	59

5.1.5. Características físicas de los buzones	60
5.1.6. Características físicas de las tuberías	61
5.1.7. Modelo de simulación	62
5.1.8. Resultados del modelamiento hidráulico, tiempo de retorno de 2 años	65
5.1.9. Resultados del modelamiento hidráulico, tiempo de retorno de 10 años	70
5.2. Costo del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto	75
5.2.1. Metrado de tuberías	75
5.1.1. Movimiento de tierras	78
5.2.2. Metrado final	80
5.2.3. Presupuesto	84
5.3. Calidad de agua pluvial en el Jr. Loreto	86
5.3.1. Calidad del agua pluvial con presencia de agua residual	86
5.3.2. Calidad del agua pluvial sin presencia de agua residual	88
<b>CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>90</b>
6.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto	90
6.1. Costo del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto	96
6.2. Calidad de agua pluvial en el Jr. Loreto	97
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>100</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>102</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>103</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>105</b>
7.1. Matriz de consistencia	106
7.2. Análisis de laboratorio	107
7.3. Planos	108
7.4. Perfiles longitudinales	109
7.5. Costos unitarios	118
7.6. Panel fotográfico	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los sistemas pluviales.	25
Tabla 2. Coeficientes de escorrentía para el Método Racional.	29
Tabla 3. Tipos de material de tubería para alcantarillado pluvial.	32
Tabla 4. Diámetro de tubería para alcantarillado pluvial.	33
Tabla 5. Tipos de material de tubería para alcantarillado pluvial.	34
Tabla 6. Velocidad máxima para tubería de alcantarillado pluvial.	34
Tabla 7. Límites máximos permisibles.	40
Tabla 8. Operacionalización de la variable x	43
Tabla 9. Operacionalización de la variable y	43
Tabla 10. Operacionalización de la variable z	44
Tabla 11. Técnicas de recolección de datos.	46
Tabla 12. Precipitación mensual de la estación pluviométrica Shullcas.	50
Tabla 13. Distribución probabilística de Gumbel.	52
Tabla 14. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.	52
Tabla 15. Coeficientes para las relaciones de la lluvia de duración 24 horas.	53
Tabla 16. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.	53
Tabla 17. Intensidades de lluvia a partir de $P_d$ , según duración de precipitación y frecuencia de la misma.	53
Tabla 18. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 2 años.	54
Tabla 19. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 5 años.	55

Tabla 20. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 10 años.	56
Tabla 21. Resumen de aplicación de regresión potencial.	57
Tabla 22. Regresión potencial de la curva de distribución de frecuencias de Gumbel.	58
Tabla 23. Intensidad – duración – frecuencia final requerida.	59
Tabla 24. Características físicas de la sub cuencas a intervenir.	60
Tabla 25. Características físicas de los buzones.	60
Tabla 26. Características físicas de las tuberías.	61
Tabla 27. Opciones de análisis del modelo.	65
Tabla 28. Escorrentía en las sub cuencas de análisis.	66
Tabla 29. Niveles de los nudos (buzones).	67
Tabla 30. Aportes en los buzones.	68
Tabla 31. Vertido.	69
Tabla 32. Caudales en las redes.	69
Tabla 33. Opciones de análisis del modelo.	70
Tabla 34. Escorrentía en las sub cuencas de análisis.	71
Tabla 35. Niveles de los nudos (buzones).	72
Tabla 36. Aportes en los buzones.	73
Tabla 37. Vertido.	74
Tabla 38. Caudales en las redes.	74
Tabla 39. Metrado de tuberías.	75
Tabla 40. Resumen de longitud de tuberías.	77
Tabla 41. Movimiento de tierras.	78

Tabla 42. Metrado final del sistema de alcantarillado pluvial.	80
Tabla 43. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial.	84
Tabla 44. Resultados de análisis fisicoquímico promedio del agua pluvial contaminada.	86
Tabla 45. Resultado promedio de los indicadores de contaminación bioquímica y química del agua pluvial contaminada.	87
Tabla 46. Resultados promedio del análisis bacteriológico del agua pluvial contaminada.	87
Tabla 47. Resultados de análisis fisicoquímico del agua pluvial sin contaminación.	88
Tabla 48. Resultados promedios de los indicadores de contaminación bioquímica y química del agua pluvial sin contaminación.	89
Tabla 49. Resultados promedio del análisis bacteriológico del agua pluvial sin contaminación.	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sumidero lateral de sardinel o solera.	31
Figura 2. Sumidero de fondo.	32
Figura 3. Sumidero mixto o combinado. Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.	32
Figura 4. Jr. Loreto a intervenir.	50
Figura 5. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.	55
Figura 6. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 5 años.	56
Figura 7. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 10 años.	57
Figura 8. Constante de regresión y el periodo de retorno en años.	58
Figura 9. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.	59
Figura 10. Modelo de simulación en el software SWMM v.5.	62
Figura 11. Editor de series temporales para un tiempo de retorno de 2 años.	63
Figura 12. Curva intensidad – duración - frecuencia para un tiempo de retorno de 2 años.	63
Figura 13. Editor de series temporales para un tiempo de retorno de 10 años.	64
Figura 14. Curva intensidad – duración - frecuencia para un tiempo de retorno de 10 años.	64
Figura 15. Perfil longitudinal desde el buzón B1 hasta el B13.	110
Figura 16. Perfil longitudinal desde el buzón B14 hasta el B2.	111
Figura 17. Perfil longitudinal desde el buzón B16 hasta el B8.	112
Figura 18. Perfil longitudinal desde el buzón B26 hasta el B29.	113
Figura 19. Perfil longitudinal desde el buzón B22 hasta el B32.	114
Figura 20. Perfil longitudinal desde el buzón B13 hasta el B25.	115
Figura 21. Perfil longitudinal desde el buzón B30 hasta el B31.	116

Figura 22. Perfil longitudinal desde el buzón B32 hasta el V-1.

117

## RESUMEN

La presente tesis titulada: Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en el Jr. Loreto tramo Amazonas – Calle Real distrito de Huancayo, provincia Huancayo – región Junín 2016, tiene como problema general: ¿Cómo evacuar las aguas pluviales en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo 2017?; siendo el objetivo general: Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo; para lo cual se partió de la hipótesis general: La evacuación de las aguas pluviales en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo es posible mediante el diseño del alcantarillado pluvial teniendo en cuenta lo estipulado en la norma OS.060.

El método de investigación corresponde al método científico, el tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es descriptivo-explicativo y el diseño de la investigación es no experimental de corte transversal; asimismo la población corresponde al Jr. Loreto, mientras que la muestra de acuerdo al método no probabilístico de tipo intencional es el tramo del Jr. Loreto entre el Jr. Amazonas y la Av. Huancavelica.

Como resultado, se plantearon tubería PVC RIB de 600 mm, a de 1200 mm con buzones de hasta profundidad 1.9 m en la zona de investigación, además el caudal vertido en una tormenta con periodo de retorno de 10 años es de 13 184 m<sup>3</sup>, el costo directo del sistema de alcantarillado es de S/. 1 102 052.00; y la calidad del agua pluvial actuales sobrepasa los L.M.P establecidos por el Ministerio del Ambiente, debido a que se mezcla con las aguas residuales.

Palabras clave: Alcantarillado pluvial, subcuenca, escorrentía, límites máximos permisibles, costo directo y calidad de agua pluvial.

## **ABSTRACT**

The present thesis entitled: Design of the storm drainage system in Jr. Loreto Amazonas - Calle Real district of Huancayo, Huancayo province - Junín 2016 region, has as a general problem: How to evacuate rainwater in Jr. Loreto, district and province of Huancayo? The general objective being: Designing the Jr. Loreto, district and province of Huancayo; for which it was started from the general hypothesis: The evacuation of rainwater in the Jr. Loreto, district and province of Huancayo is possible by means of the design of the rainwater sewer system, taking into account the stipulations of norm OS. 060.

The research method corresponds to the scientific method, the type of research is applied, the level of research is descriptive-explanative and the design of the research is non-experimental in cross-sectional section; likewise the population corresponds to the Jr. Loreto, while the sample according to the intentional non-probabilistic method is the Jr. Loreto between Jr. Amazonas and Huancavelica Avenue.

As a result, PVC RIB pipes of 600 mm, at 1200 mm with inlets up to a depth of 1.9 m in the research area were proposed, besides the flow discharged in a storm with a 10-year return period is 13,184 m<sup>3</sup>, the direct cost of the sewer system is S/. 1 102 052.00; and the quality of the current rainwater exceeds the LMP established by the Ministry of the Environment, because it is mixed with wastewater.

Keywords: Rain sewerage, sub-basin, runoff, maximum permissible limits, direct cost and rainwater quality.

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en el Jr. Loreto tramo Amazonas – Calle Real distrito de Huancayo, provincia Huancayo – región Junín 2016, tiene como objetivo diseñar el sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo, para lo cual se hizo el levantamiento topográfico de la zona, el diseño en base al software SWMM v.5, la estimación del costo directo del sistema y la determinación de la calidad de las aguas pluviales en diferentes condiciones (mezclada y no mezclada con las aguas residuales). Con los resultados obtenidos se busca asentar los parámetros para los diseños de alcantarillado pluvial y mostrar de acuerdo a los resultados el volumen alto de escorrentía que se produce producto de la impermeabilización de la zona intervenida. Para esto se ha considerado los siguientes capítulos:

El Capítulo I, sobre el problema, el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y los objetivos.

El Capítulo II, sobre el marco teórico, los antecedentes de la investigación y el marco conceptual.

El Capítulo III, sobre las hipótesis y variables, la descripción de hipótesis, el diagrama de variables, los indicadores y la operacionalización de las variables.

El Capítulo IV: sobre los resultados, los resultados en base al diseño, el costo directo y la calidad de las aguas pluviales.

El Capítulo V: sobre la discusión de los resultados y culminando esta investigación están las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Angella Milagros Ozoriaga Rivera y Liz Angella Sanabria Garay.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En el Perú de acuerdo a lo informado por el SENAMHI en la época de verano (entre diciembre y marzo) se presenta un incremento de precipitaciones y esto puede aumentar de intensidad por el fenómeno de El Niño pasando de moderada a fuerte llegando hasta los 80 litros por metro cuadrado según reporte del diario La República.

En la ciudad de Huancayo de acuerdo a lo pronosticado por el SENAMHI existe en esta época la presencia de intensas lluvias trae consigo colapsos de los buzones de alcantarillado; esto sumado con el crecimiento poblacional de 1.04% anual (según el INEI) y seguido de la impermeabilización de los suelos.

Por otro lado, el sistema de alcantarillado al ser combinado y el arrojo de los desechos orgánicos e inorgánicos obstruyen la fluidez del agua, generando el colapso de las tapas de los buzones. La falta de limpieza del sistema de alcantarillado por parte de la municipalidad, generan la acumulación constante de los desechos en las cunetas, sumideros; generando: Colapso de la tapa de buzones, deterioro de la capa asfáltica, mayor cantidad de aguas residuales, los drenajes de agua pluvial son pequeños y deterioro de las estructuras de las viviendas adyacentes.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo evacuar las aguas pluviales en el Jr. Loreto tramo Amazonas – Calle Real, distrito y provincia de Huancayo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo?
- b) ¿Cuál es el costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo?
- c) ¿Cuál es la calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo con la finalidad de verterlo al río Florido?

## **1.3. Delimitación de la investigación**

### **1.3.1. Delimitación espacial**

La delimitación de espacio o territorio de la presente investigación es el Jr. Loreto del distrito y provincia de Huancayo, región Junín.

### **1.3.2. Delimitación temporal**

Se realizó el estudio de la población en el año 2017 entre los meses de enero a mayo, debido a que en la región son los meses de lluvia.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación práctica o social**

La investigación presenta justificación práctica ya que, contribuye a resolver el problema de la evacuación del agua pluvial y la calidad de esta, por lo que

aporta en el bienestar personal y social de cientos de ciudadanos que transitan por la zona en estudio.

#### **1.4.2. Justificación metodológica**

La presente está basada en el método científico, el tipo de investigación cuantitativa y propone una metodología para el diseño de alcantarillado pluvial considerando adicionalmente la calidad del agua para su vertido.

#### **1.5. Limitaciones**

El periodo de recolección de información, la cual solo se puede realizar en épocas de lluvia. Asimismo, la falta de registro de datos de precipitación y tormenta por parte de las entidades correspondientes.

#### **1.6. Objetivos**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto tramo Amazonas – Calle Real, distrito y provincia de Huancayo.

##### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo.
- b) Estimar el costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo.
- c) Analizar la calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo con la finalidad de verterlo al río Florido.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Granda (2013) en la tesis de pregrado, “Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos” los objetivos son: Indicar por qué es necesario modelar un proceso y determinar cuál es el modelo más apropiado; las conclusiones que se relacionan con la presente investigación son: 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; 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.

Chávez (2006) en la tesis de pregrado, “ Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano” los objetivos son: Establecer modelos de estudio, de diseño y de operación relacionados con la esorrentía urbana; las conclusiones que guardan relación con la presente tesis fueron: La optimización permite obtener a partir de un trazo de red de alcantarillado pluvial o sanitario, los diferentes parámetros hidráulicos que producen un mínimo costo, garantizando que no habrá desbordes ni sobrecargas en la red.

Yañez (2014) en la tesis “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa”, tuvo como objetivos determinar el estado del sistema de drenaje pluvial de la zona de estudio, asimismo analizar si el diseño hidráulico del sistema cumple los requisitos mínimos para funcionamiento y determinar las acciones que se realizan en las competencias en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje pluvial, este investigación concluyo en que la situación actual del tramo analizado no cumple con los parámetros necesarios para la eficiencia del drenaje pluvial, por lo que se hace necesario plantearlo nuevamente. Asimismo, 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. En el mencionado estudio se logró demostrar que en la ciudad de estudio no se ha considera un sistema de drenaje separado del sistema de alcantarillado por lo que en épocas de lluvia el tramo entre la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa se anegue. Este nos hace inferir que la mezcla de ambos tipos de agua degrada la calidad del agua pluvial.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Luna, Ordoñez y Romero (2015) en la tesis de pregrado, “Diagnóstico de la calidad de agua pluvial y de la red de abastecimiento municipal. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia y su aceptación en la comunidad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAE Méx.”, presenta como objetivos: Analizar la calidad del agua pluvial y el agua proveniente de la red municipal, con la finalidad de incorporar el agua captada a la red municipal: otro objetivo fue diseñar un sistema de captación de agua de lluvia con el fin de aprovechar el agua como una alternativa para su uso en la incorporación de actividades humanas; por último objetivo fue evaluar la aceptación del sistema de captación de agua de lluvia dentro de la comunidad universitaria de la UAE Méx; las conclusiones fueron: El agua de lluvia tiene la calidad suficiente para su incorporación en la red de abastecimiento municipal, a excepción de la turbidez y la presencia de bacterias de Coliformes Totales, por lo que su desinfección deberá efectuarse después de un proceso de desinfección. En base a este resultado se puede implementar un sistema de captación de agua de lluvia y su incorporación en la red de agua que abastece baños y riego de jardines en la FaPUR. Para esta tesis se pudo cumplir los objetivos propuestos inicialmente, demostrando que un buen diseño de drenaje pluvial asegura la calidad del agua de lluvia, y que esta es además apta mediante un tratamiento utilizable para regar y uso en inodoros.

Palacio (2010) en la investigación, “Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, como alternativa para el ahorro del agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquía”. Tuvo

como objetivo principal proponer un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia de bajo costo, fácil implementación y mantenimiento, todo como alternativa para el ahorro de agua potable, la disminución de los gastos y un uso eficiente de los recursos en la misma institución. Los resultados obtenidos dentro de este trabajo fueron favorables y técnicamente viables para hacer un uso eficiente del agua dentro de la institución educativa, debido a que la precipitación de la zona y el espacio disponible fue adecuada para el proyecto, se logró abastecer complementariamente los sanitarios y lava-escobas durante nueve meses del año, y los tres meses restantes se abarca más del 90% de la demanda, siendo necesario suplir menos de 10% con agua potable. Para este proyecto de acuerdo a lo mencionado la inversión inicial fue muy alta, lo cual no presentó gran ayuda para el proyecto, para este tipo de SCALL resulta conveniente poseer un adecuado sistema de financiamiento para poder tener un buen desarrollo del mismo.

García (2012) en su proyecto “El sistema de captación para el aprovechamiento pluvial en un ecobarrio de la Ciudad de México”, tuvo como objetivo diseñar un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia a nivel doméstico, para el ecobarrio de Santa Rosa Xochiac en la Delegación Álvaro Obregón de la Ciudad de México. Dentro de los resultados obtenidos en el proyecto fueron que el agua captada cumple con los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994 aunque necesitan más estudios para ampliar el panorama en cuanto a la calidad del agua de lluvia. El sistema de tratamiento propuesto se encuentra basado en tres niveles, el tratamiento primario destinado para controlar la contaminación física, el secundario para la contaminación físico –

química y el terciario solo en caso de que estudios posteriores prueben la seguridad para el consumo humano. Este sistema de aprovechamiento pluvial fue sencillo para ser usado e instalado con conocimientos técnicos básicos, también fue escalable a manera de que una vez instalado pudiera seguir creciendo dependiendo de las necesidades de cada usuario.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Cuenca hidrográfica**

Según Franquet (2017) corresponde al área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o bien directamente en el mar.

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados.

También se define como una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve.

### **2.2.2. Sistema de alcantarillados**

Según Pérez (2015) se define como un conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas, o las que proviene como fruto de la precipitación pluvial.

### 2.2.3. Sistema de alcantarillado pluvial

Es el sistema de evacuación de escorrentía superficial producida por las lluvias (MVCS, 2006).

Pérez (2015) establece que, el sistema de alcantarillado pluvial se construye para recibir, conducir y disponer las aguas lluvias producto de la precipitación, puede ser en forma líquida, granizo o nieve.

Asimismo, se entiende por sistema de drenaje de una urbanización, aquel conjunto de obras (sumideros, colectores, canales, etc.), cuya función es interceptar y conducir hacia un sitio de disposición previamente seleccionado las aguas de origen pluvial, de modo que ellas no causen u originen problemas de inundación en la urbanización.

El drenaje dentro del proyecto integral de una urbanización, ocupa un lugar de primordial importancia en razón de su alto costo y de que es un factor condicionante de primer orden para los proyectos de vialidad y de la topografía modificada; de allí la importancia que tiene el que el ingeniero hidráulico realice un buen proyecto y disponga de toda la información básica necesaria (Yañez, 2014).

Asimismo, de acuerdo al tipo de sistema de alcantarillado pluvial ya sea mayor o principal (macro drenaje) o menor o secundario (micro drenaje) se tiene las siguientes características que se detallan en la Tabla 1:

Tabla 1. Características de los sistemas pluviales.

Sistema	Características
Mayor o principal (macro drenaje)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cuencas regionales grandes.</li><li>- Aportes externos a las ciudades.</li><li>- Formado por cauces naturales importantes.</li><li>- Cuenca aportante exterior a la zona urbana.</li></ul>

- Grandes aportes en crecidas.
- Diseños para TR grandes (100, 1000, ... , años)
- Problemas mayores, ejemplos: Crecidas e inundaciones en ríos (ENSO), aluviones y huaicos.
- Consecuencias de inundación: Pérdidas de vidas y bienes, relativamente pocos afectados.

Menor o secundario  
(micro drenaje)

- Cuencas urbanas pequeñas.
- Aportes internos en las ciudades.
- Formado por cauces naturales menores y artificiales.
- Cuenca aportante interior a la zona urbana.
- Aportes moderados en crecidas.
- Diseños para TR menores (2, 5, 10, ... , años)
- Problemas menores, ejemplos: Inundaciones frecuentes en calles y avenidas.
- Consecuencias de inundación: Pérdidas de bienes, tiempo, incomodidades y muchos afectados.

Fuente: Elaboración propia en base a Granda (2013).

Asimismo, de acuerdo a la norma OS. 060 un sistema de drenaje puede ser clasificado de acuerdo a las siguientes categorías (MVCS, 2006):

- Sistemas de drenaje urbano.
- Sistemas de drenaje de terrenos agrícolas.
- Sistemas de drenaje de carreteras.
- Sistemas de drenaje de aeropuertos.

Siendo así que, “el drenaje urbano tiene como objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas, así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades” según lo estipula la Norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **2.2.4. Estudios básicos para el diseño de alcantarillado pluvial**

Según la Norma OS. 060, todo proyecto de drenaje urbano debe contar con los siguientes:

- Topografía.
- Hidrología.
- Suelos.
- Hidráulica.
- Impacto ambiental.
- Compatibilidad de uso.
- Evaluación económica de operación y mantenimiento.

Adicionalmente se debe contar con la siguiente información:

- Información meteorológica.
- Planos catastrales.
- Planos de usos de suelo.

#### **2.2.5. Obligatoriedad del sistema de alcantarillado pluvial**

Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores en 24 horas, debe contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

La entidad prestadora de servicios podrá exigir el drenaje pluvial en localidades que no reúnan las exigencias de precipitación mencionadas en el párrafo anterior, por consideraciones técnicas específicas y de acuerdo a las condiciones existentes según lo detalla la norma OS. 060.

#### **2.2.6. El caudal de diseño**

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial se calcula de la siguiente manera:

- Por el método racional, si el área de la cuenca es igual o menor a 13 km<sup>2</sup>.

- Por el método de hidrograma unitario o modelos de simulación para área de cuencas mayores a 13 km<sup>2</sup>.
- Asimismo, se debe considerar un periodo de retorno de 2 a 10 años.

### **2.2.7. Método racional**

Consiste en una metodología de estimación de caudales (Pérez, 2015) y se fundamenta en la siguiente fórmula:

$$Q = KCIA$$

Donde:

Q = Caudal en l/s.

C = Coeficiente de escorrentía, se expresa en %.

I = Intensidad de lluvia, en litros por segundo por hectárea.

A = Área de drenaje en hectáreas.

K = 2.78

#### **Coeficiente de escorrentía**

De acuerdo a lo estipulado por Pérez (2015) establece que: “el coeficiente de escorrentía es un factor que depende del tipo de suelo, de la impermeabilización de la topografía y que lógicamente varía aumentando su valor a medida que se desarrollan las diferentes zonas”.

Asimismo, el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) hace mención que la selección de los coeficientes de escorrentía se debe considerar:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retorno).
- Pendiente de terreno.

- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

En la Tabla 2 se muestra los coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional.

Tabla 2. Coeficientes de escorrentía para el Método Racional.

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)		
	2	5	10
Áreas urbanas			
Asfalto	0.73	0.77	0.81
Concreto /techos	0.75	0.8	0.83

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### **Curva intensidad – Duración – Frecuencia**

Chereque (2005) menciona como tormenta al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. Una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aun días y puede abarcar desde una zona pequeña hasta una extensa región.

De las tormentas interesa conocer las curvas intensidad - duración - frecuencia.

**Intensidad**, se mide en mm/h. y su valor varía durante la tormenta.

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

**Período de duración**, es un período de tiempo dentro de la duración de la tormenta. Se escogen períodos de duración tipos.

**Frecuencia**, se aclara esto con un ejemplo: Una tormenta de frecuencia 1/15 significa que es probable que se presente, como término medio, una vez cada

15 años. Los 15 años vienen a constituir el tiempo de retorno o período de retorno de dicha tormenta.

La ecuación de intensidad – duración – frecuencia, según Pérez (2015) se detalla:

$$I = C_1(duración + X_0)^{C_2}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia en mm/h.

$C_1$ ,  $X_0$ ,  $C_2$ , son variables proporcionadas en los datos técnicos por la entidad de los servicios de la localidad.

### **2.2.8. Captación en zona vehicular – pista**

Según lo que establece el MVCS (2006) para la evacuación de aguas pluviales se debe considerar la orientación de flujo donde:

- Las pendientes longitudinales ( $S_l$ ) deben ser mayores a 0.5%.
- Pendientes transversales ( $S_t$ ) debe estar entre 2% y 4%.

### **Cunetas**

La evacuación de las aguas pluviales se realiza mediante cunetas hasta zonas bajas donde se ubica los sumideros.

Asimismo, estas pueden tener secciones transversales:

- Circular.
- Triangular.
- Trapezoidal.
- Compuesta o en V.

Para determinar su capacidad se considera la sección transversal, pendiente y rugosidad.

## Sumideros

“Para la elección del tipo de sumidero depende de las condiciones hidráulicas, económicas y de ubicación” (MVCS, 2006).

### Sumideros laterales en sardineles o solera

Consiste en una abertura vertical del sardinel a través del cual pasa el flujo de las cunetas; su uso se limita a pequeños tramos donde se tenga pendientes longitudinales menores de 3%.

Los tipos de sumideros ya sea sin depresión, con depresión y con deflector se muestra en los siguientes:

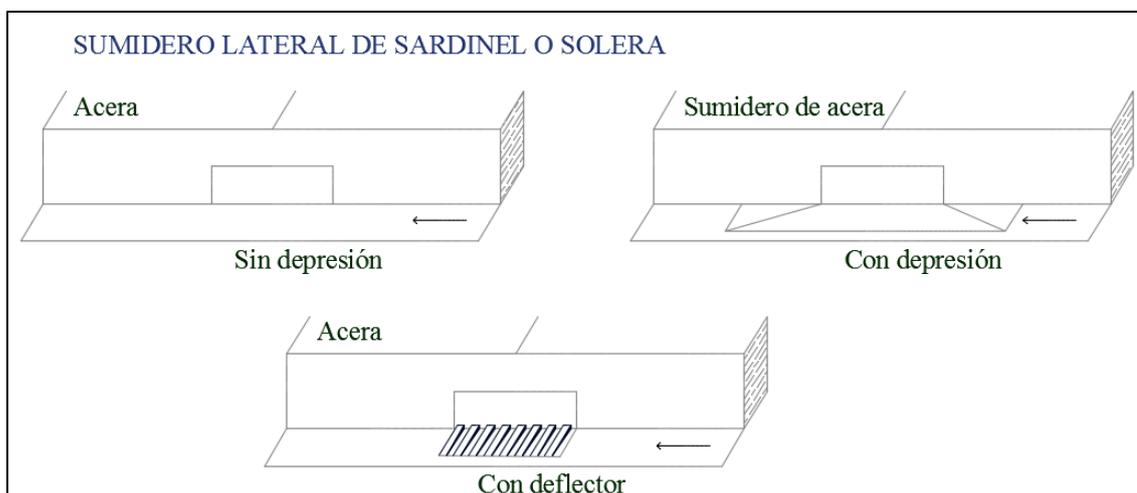


Figura 1. Sumidero lateral de sardinel o solera.

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### Sumidero de fondo

Consiste en una abertura en la cuneta cubierta por uno o más sumideros; se utiliza en pendientes longitudinales mayores del 3%, este tipo de sumidero se observa en la Figura 2 ya sean con depresión en la calzada o sin depresión.

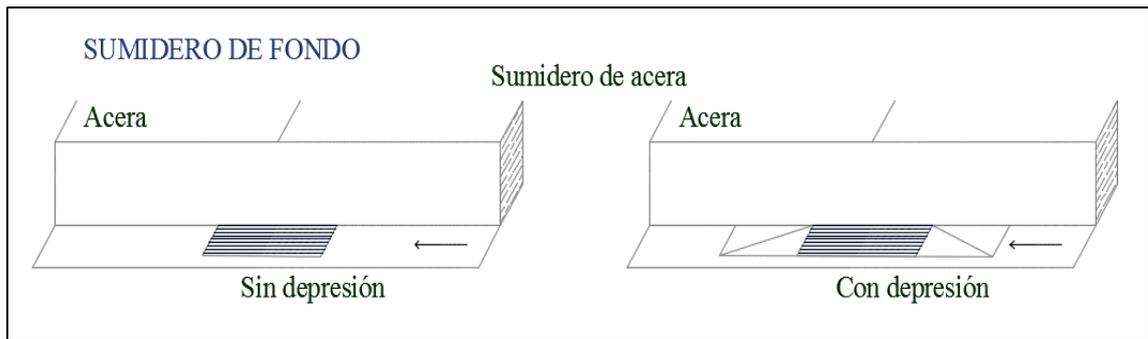


Figura 2. Sumidero de fondo.

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### Sumideros mixtos o combinados

Consisten en un sumidero lateral de sardinel y un sumidero de fondo actuando como uno sólo; el diámetro mínimo de los tubos de descarga al buzón de reunión es de 10”.

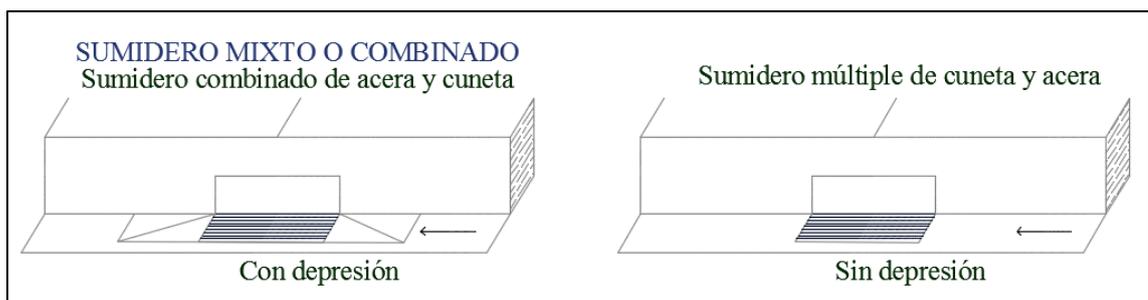


Figura 3. Sumidero mixto o combinado. Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### Tipo de tubería

Las tuberías deben cumplir con lo estipulado en la N.T.P. vigente; asimismo los materiales utilizados son los siguientes:

Tabla 3. Tipos de material de tubería para alcantarillado pluvial.

Materiales para tubería
- Asbesto cemento.
- Hierro fundido dúctil.
- Policloruro de vinilo (PVC).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio GRP.

- 
- Concreto armado centrifugado.
  - Concreto pretensado centrifugado.
  - Concreto armado vibrado.
  - Arcilla vinílica.
- 

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### **Diámetro de tuberías para alcantarillado pluvial**

Esta varía de acuerdo al tipo de colector y al material del cual están fabricadas; no obstante la norma OS. 060 establece algunos parámetros y se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Diámetro de tubería para alcantarillado pluvial.

Tipo de colector	Diámetro mínimo (m)
Colector troncal	0.5
Lateral troncal	0.4
Conductor latera	0.4

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### **Resistencia de las tuberías de alcantarillado pluvial**

Estas tuberías deben cumplir con las especificaciones técnicas de resistencia especificadas en la Norma Técnica Peruana o las normas ASTM, AWWA o DIN, según el país de procedencia de las tuberías empleadas tal como se consigna en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **2.2.9. Diseño hidráulico**

Para el diseño de los colectores de agua pluvial se considera los criterios de diseño de conductos cerrados; para la determinación del caudal se usará la fórmula de Manning con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Tabla 5. Tipos de material de tubería para alcantarillado pluvial.

Tubería	Coefficiente de rugosidad de Manning
Asbesto cemento	0.01
Hierro fundido dúctil	0.01
Cloruro de polivinilo ((PVC)	0.01
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.01
Concreto armado liso	0.013
Concreto armado con revestimiento de PVC	0.01
Arcilla petrificada	0.01

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### 2.2.10. Velocidades de diseño

#### Velocidad mínima

Según lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060 la velocidad mínima es de 0.90 m/s a fin de evitar la sedimentación de las partículas como arenas y gravas que acarrea la lluvia.

#### Velocidad máxima

La norma también establece las velocidades máximas de acuerdo al tipo de material de la tubería y considerando que estas trasladan agua con fragmentos de arena y grava tal a fin de evitar la erosión de las paredes, como se muestra en el siguiente Tabla:

Tabla 6. Velocidad máxima para tubería de alcantarillado pluvial.

Material de la tubería	Agua con fragmentos de arena y grava
Asbesto cemento.	3.0 m/s
Hierro fundido dúctil.	3.0 m/s
Cloruro de polivinilo.	6.0 m/s
Poliéster reforzado con fibra de vidrio.	3.0 m/s
Arcilla petrificada.	3.5 m/s
Concreto armado de:	
140 kg/cm <sup>2</sup>	2.0 m/s

	210 kg/cm <sup>2</sup>	3.3 m/s
	250 kg/cm <sup>2</sup>	4.0 m/s
	280 kg/cm <sup>2</sup>	4.3 m/s
	315 kg/cm <sup>2</sup>	5.0 m/s
Concreto armado de > 280 kg/cm <sup>2</sup> curado al vapor.		6.6 m/s

Fuente: Elaboración propia en base al Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.

### **2.2.11. Evacuación de las aguas recolectadas**

“Las aguas recolectadas por los sistemas de drenaje pluvial urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos naturales (ríos, lagos, quebradas, depresiones, etc.) o artificiales (...) ésta evacuación se realizará en condiciones tales que se considere los aspectos técnicos, económicos y de seguridad del sistema.” (MVCS, 2006).

### **2.2.12. Sistemas de evacuación**

#### **Sistema de evacuación por gravedad**

Según lo mencionado por el Reglamento Nacional de Edificaciones en el numeral 6.7.1 en el ítem. b: “En el caso de descarga de un río, el nivel de agua en la descarga (tubería o canal) debería estar por lo menos a 1.00 m sobre el máximo nivel de agua esperado para un periodo de retorno de 50 años”.

En general “el sistema de evacuación debe descargar libremente (> 1.00 m sobre los niveles máximos esperados), para evitar la obstrucción y destrucción del sistema de drenaje pluvial”.

#### **Sistema de evacuación por bombeo**

Según la norma OS.060 cuando no se cumpla las condiciones por gravedad se considerará evacuación por bombeo ya sea movable o fijo.

### **2.2.13. Modelo SWMM**

En cálculo de drenaje urbano, uno de los modelos más usados es el SWMM (Storm Water Management Model) que fue desarrollado entre los años 1969 y 1971.

En la actualidad y la modernidad que esta conlleva, los computadores han permitido el desarrollo de nuevas, complejas y sofisticadas herramientas para el análisis de problemas cuantitativos y cualitativos no puntuales, como es el caso de drenaje urbano.

El Storm Water Management Model (modelo de gestión de aguas pluviales) de la EPA (SWMM) es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos (González, y otros, 2014).

El módulo de escorrentía de SWMM funciona con una serie de subcuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía.

El módulo de transporte de SWMM analiza el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores.

Asimismo, es dable mencionar:

#### **Módulo hidrológico de escorrentía**

SWMM considera distintos procesos hidrológicos que se producen en la salida de las aguas urbanas. Entre éstos son los que usaremos:

- Precipitaciones variables en el tiempo.

- Intercepción de precipitaciones por almacenamiento en depresiones.
- Intercambio de flujo entre los acuíferos y el sistema de transporte.
- La variabilidad espacial en todos estos procesos se alcanza dividiendo una determinada área de estudio en áreas de captación de agua más pequeñas y homogéneas (N.d.T. denominadas subcuencas). Cada una de éstas contiene su propia fracción de subáreas permeables e impermeables. El flujo superficial puede producirse entre las distintas subáreas, entre las distintas subcuencas o entre los puntos de entrada al sistema de drenaje.

### **Módulo de transporte hidráulico**

SWMM contiene un conjunto flexible de herramientas de modelación de características hidráulicas utilizado para analizar el flujo debido a la escorrentía superficial y los aportes externos de caudal a través de una red de tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, y demás estructuras.

Estas herramientas incluyen la capacidad de:

- Manejar redes de tamaño ilimitado.
- Utilizar una amplia variedad de geometrías para las conducciones, tanto abiertas como cerradas, así como los canales naturales.
- Modelar elementos especiales como unidades de almacenamiento y tratamiento, divisores de flujo, bombas, vertederos y orificios.
- Realizar el análisis hidráulico por distintos métodos como el flujo uniforme, la onda cinemática o la modelación completa por onda dinámica.

- Modelar distintos regímenes de flujo, como pueden ser remanso, entrada en carga, flujo inverso y acumulación en superficie.
- Aplicar controles dinámicos definidos por el usuario para simular el funcionamiento de las bombas, la abertura de los orificios o la posición de la cresta de un vertedero.

El programa es capaz de simular escorrentía de agua de tormentas y fenómenos de desborde de alcantarillados. Sus rutinas de cálculo se desarrollan sobre los principios de conservación de la masa y conservación de la cantidad de movimiento para calcular caudales, tirantes, velocidades, concentraciones, y otras variables de interés, sobre intervalos de tiempo discretos. La escorrentía superficial que se produce en cada Subcatchment es calculada por el programa asumiendo que cada subcuenca se comporta como un depósito no lineal. Este modelo de depósito no lineal es un modelo “agregado” que aplica la ecuación de Conservación de la Masa y una ecuación tipo Onda Cinemática para calcular el caudal de escorrentía superficial a la salida de cada subcuenca.

Pero requiere los siguientes parámetros:

- Área en planta.
- Ancho característico de la subcuenca.
- Rugosidad superficial.
- Entre otros.

La infiltración que podría producirse en cada Subcatchment puede ser calculada por 3 métodos que tiene el programa: Horton, Green-Ampt y el número de Curva del NRCS. Se pueden dar soluciones a problemas cuantitativos y cualitativos y opciones de control se pueden analizar en este modelo. Simula

tormentas sobre la base de ingreso de precipitaciones (hietogramas) a sistemas de alcantarillado y presenta los resultados en forma de valores cuantitativos y cualitativos. Los resultados los presenta en series de tiempo como hietogramas y gráficos también como resúmenes diarios, mensuales, anuales y totales disponibles para su revisión y su uso.

#### **2.2.14. Software SWMM 5.0**

EPA SWMM 5.0 permite elegir entre tres diferentes metodologías de cálculo del flujo en la red de drenaje.

- El Steady Flow Routing consiste en asumir que en cada intervalo de tiempo de cálculo las condiciones del flujo no cambian, el flujo es permanente.
- La segunda metodología es denominada como Kinematic Wave (onda cinemática), y en esta se considera la variabilidad temporal del flujo, se resuelve la ecuación de Conservación de la Masa y una aproximación de la ecuación de Conservación de la Cantidad de Movimiento
- El tercero de estos métodos consiste en la resolución de las ecuaciones completas de Saint Venant (Conservación de la Masa y Cantidad de Movimiento), denominado como método de la Onda Dinámica (Dynamic Wave). Este método es el físicamente más correcto, aunque demanda un mayor tiempo de proceso computacional.

#### **2.2.15. Limitaciones del software SWMM 5.0**

No son consideradas las pérdidas de carga en buzones, contracciones, expansiones y curvas, puesto que se pueden considerar con la asignación de un

mayor valor numérico en el valor del coeficiente “n” de Manning (Huber y Dickinson).

Siempre se espera errores de continuidad son propios de la metodología numérica en la que se basa el SWMM, por todas las suposiciones que tiene que hacer para la resolución de las ecuaciones de la Conservación de la Masa, Conservación de la Cantidad de Movimiento y de Saint Venant.

### 2.2.16. Límites máximos permisibles

Los límites máximos permisibles (LMP) son los valores límites aplicables al vertimiento de efluente líquidos, son de cumplimiento obligatorio y se miden en la propia descarga, este se define como la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. En la Tabla 7. Se muestra los límites máximos permisibles de la calidad del agua (MINAM, 2010).

Tabla 7. Límites máximos permisibles.

Límites máximos permisibles para los efluentes		
Agente	Unidad	L.M.P.
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	10000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	100
Demanda química de oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: MINAM (2010).

## **CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **3.1. Hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

La evacuación de las aguas pluviales en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017 es posible mediante el diseño del alcantarillado pluvial teniendo en cuenta lo estipulado en la norma OS.060 para urbanismo menores.

#### **3.1.2. Hipótesis específicas**

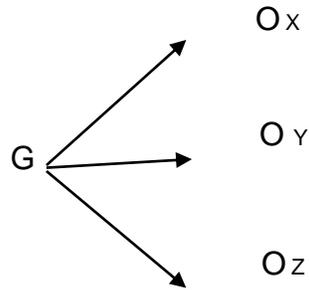
- a) El diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo es aquel que comprende lo estipulado por la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- b) El costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo está de acuerdo a lo diseñado y el metrado del mismo.
- c) La calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo con la finalidad de verterlo al río Florido cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente.

### 3.2. Diagrama de variables

Variable 1: Alcantarillado pluvial (X)

Variable 2: Costo del sistema de alcantarillado pluvial (Y)

Variable 3: Calidad de aguas pluviales (Z)



Donde:

G: grupo de sujetos o muestra.

X, Y y Z: variables

O: observaciones realizadas

### 3.3. Indicadores de las variables

#### Alcantarillado pluvial

- Precipitación.
- Intensidad.
- Duración.
- Coeficiente de escorrentía.
- Área de drenaje.
- Periodo de retorno.
- Topografía.
- Diámetro de tubería.
- Topografía.
- Cuerpo receptor.

#### Costo del sistema de alcantarillado pluvial

- Metrados.
- Precios de insumos.
- Rendimiento.
- Costos unitarios.

### Calidad de aguas pluviales

- Aceites y grasas.
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Demanda química de oxígeno
- Potencial de hidrógeno.
- Sólidos en suspensión
- Temperatura
- Coliformes Totales
- Coliformes Fecales

### 3.4. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de la variable x

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable 1: Alcantarillado pluvial	Recolección de aguas pluviales	Precipitación.	Se determinará con ayuda de software SWMM V.5
		Intensidad.	
		Duración.	
		Coeficiente de escorrentía.	
	Área de drenaje.		
	Periodo de retorno.		
Transporte de aguas pluviales	Topografía.	Se determinará de acuerdo al levantamiento topográfico y los cálculos del software SWMM V.5	
	Diámetro de tubería.		
Evacuación de aguas pluviales	Topografía.	Se determinará de acuerdo al levantamiento topográfico y los cálculos del software SWMM V.5	
	Cuerpo receptor.		

Tabla 9. Operacionalización de la variable y

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable 2: Costo del sistema de alcantarillado pluvial	Costo directo	Metrados.	Se determinará con ayuda de software especializados y recopilación de información.
		Precios de insumos.	
		Rendimiento.	
		Costos unitarios.	

Tabla 10. Operacionalización de la variable z

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable 3: Calidad de aguas pluviales	Físico - Químico	Aceites y grasas. Demanda bioquímica de oxígeno Demanda química de oxígeno Potencial de hidrógeno. Sólidos en suspensión Temperatura	Se obtendrá cada uno de ellos de acuerdo a los resultados del análisis de laboratorio, a fin de determinar la calidad del agua.
	Bacteriológicos	Coliformes Totales Coliformes Fecales	Se obtendrá cada uno de ellos de acuerdo a los resultados del análisis de laboratorio, a fin de determinar la calidad del agua.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1. Método investigación**

El método de la investigación es el método científico, puesto que se considerará de manera ordenada tanto el planteamiento del problema, construcción del modelo teórico, deducciones de consecuencias particulares, aplicación de la prueba y la introducción de conclusiones.

### **4.2. Tipo de investigación**

La investigación corresponde a una investigación aplicada pues se pretende resolver problemas prácticos con el propósito de cambio y asimismo será instrumento para la toma de decisiones.

### **4.3. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es descriptivo – explicativo, pues se considera al fenómeno estudiado y sus componentes, medir y definir variables; a su vez, se determinará las causas del fenómeno y se generará un sentido de entendimiento.

### **4.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación por el que se guía esta tesis es no experimental de corte transeccional o transversal, puesto que se recolectó la información en un único

momento y no se realizó la manipulación deliberada de las variables de la investigación.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

La población para la presente investigación corresponde al Jr. Loreto del distrito y provincia de Huancayo, región Junín.

##### **4.5.2. Muestra**

La muestra de acuerdo al método no probabilístico de tipo intencional corresponde al tramo del Jr. Loreto entre el Jr. Amazonas hasta la Av. Huancavelica; del distrito y provincia de Huancayo, región Junín.

#### **4.6. Técnicas y/o instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizaron fuentes como libros, revistas, etc. además archivos locales, archivos privados, otros documentos, estadísticas y fichas bibliográficas; a partir de la observación.

Además, a ello se agrega los datos obtenidos a los resultados del laboratorio para la determinación de la calidad de las aguas pluviales.

En la Tabla 11 se detalla las técnicas de recolección de datos para la presente investigación, considerando los instrumentos y los datos a observar:

Tabla 11. Técnicas de recolección de datos.

Técnicas	Instrumentos	Datos a observar
Fichaje	Fichas bibliográficas, resumen y transcripciones.	Marco teórico y conceptual, recolección y detección de la mayor cantidad de información relacionada con la investigación.

Del procesamiento:

Las técnicas de recolección de datos fueron directas y de observación, se adoptó la forma sistemática y experimental en laboratorio siguiéndose el proceso:

- Se realizaron 12 muestras de las aguas pluviales (6 muestras de agua contaminada y 6 para el agua pluvial), para la determinación de los parámetros fisicoquímico y bacteriológico.
- Se determinó la calidad del agua pluvial a fin de conocer si es apta para ser arrojada al cuerpo receptor (río Florido).
- Se realizó el levantamiento topográfico de la zona a intervenir considerando las pendientes y los posibles aportadores de caudal pluvial.
- Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado pluvial de acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones – norma OS.060.
- Posteriormente se realizó la estimación del costo de la implementación del sistema de alcantarillado pluvial.

#### **4.7. Técnicas y análisis de datos**

Se utilizó los modelos tabulares numéricos y gráficos, además el uso de los softwares aplicativos como el IBM SPSS Statistics 23.00, el Ms-Excel 2016, AutoCAD 2016 y el software SWMM V.5.

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS**

### **5.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto**

#### **5.1.1. Consideraciones básicas**

##### **Normativa**

Para el diseño del alcantarillado pluvial del Jr. Loreto del distrito y provincia de Huancayo es la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

##### **Método de estimación de caudales**

El método de estimación de caudales para un sistema de drenaje urbano menor (al ser el área intervenida menor a 13 km<sup>2</sup>) es el método racional.

##### **Periodo de retorno de la tormenta**

Según lo estipulado en la normativa el periodo de retorno para el diseño del drenaje urbano menor es de 2 a 10 años.

##### **Coefficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía está de acuerdo a lo citado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) tal como se detalla en la Tabla 2.

### **Área impermeable**

El área impermeable considerando que la zona intervenida es una zona urbanizada es de 95% y en la cuenca que abarca el Parque 6 de junio presenta una impermeabilidad de 10%.

### **Coefficiente “n” de impermeabilidad**

Según lo estipulado en el manual SWMM v.5 se ha considerado para todas las cuencas el valor constante de 0.012.

### **Coefficiente “n” de permeabilidad**

Según lo estipulado en el manual SWMM v.5 se ha considerado para todas las cuencas el valor constante de 0.01.

### **Almacenamiento en depresión del área impermeable**

De acuerdo al manual SWMM v.5 se ha considerado para todas las cuencas el valor constante de 0.05.

### **Almacenamiento en depresión del área permeable**

De acuerdo al manual SWMM v.5 se ha considerado para todas las cuencas el valor constante de 0.05.

### **Área impermeable sin almacenamiento**

Según lo estipulado en el manual SWMM v.5 se ha considerado para todas las cuencas el valor constante de 5%.

### **Modelo de infiltración**

Se ha empleado la ecuación de *Green.Amp.*

Es dable mencionar que no se ha utilizado la ecuación de *Horton* porque no todo el tiempo existe una capa de agua presente sobre la superficie de las sub cuencas.

## 5.1.2. Topografía

### Vías de acceso y comunicación

En la Figura 4 se muestra el Jr. Loreto donde se detalla que las vías que llegan a este jirón corresponden a: Jr. Amazonas, Jr. Mantaro, Jr. Marañón, Jr. Ancash, Av. Real, Jr. Arequipa, Jr. Moquegua, Jr. Libertad, Jr. Junín, Jr. Ica y Av. Huancavelica.



Figura 4. Jr. Loreto a intervenir.

Fuente: Plano vial del Plan de desarrollo urbano de Huancayo.

## 5.1.3. Estudios hidrológicos

### Datos pluviométricos

Tabla 12. Precipitación mensual de la estación pluviométrica Shullcas.

Año	En.	Febr.	Mzo.	Abr.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept	Oct.	Nov.	Dic.
1997	139.5	180.1	122.0	44.98	12.6	1.48	0.98	20.3	43.0	79.90	116.6	204.1
1998	203.3	231.0	73.50	85.70	7.80	6.10	0.00	10.3	14.4	116.8	107.2	129.1
1999	125.6	212.9	144.8	31.10	21.0	23.3	13.8	0.30	59.3	80.90	84.50	106.9
2000	197.7	177.8	154.5	62.80	10.3	4.10	3.90	39.1	28.8	70.00	18.00	102.9
	0	0	0		0			0	0			0

200	249.4	107.8	127.7	36.50	33.3	2.90	11.8	4.30	35.3	51.50	67.30	107.7
1	0	0	0		0		0		0			0
200	114.9	160.2	209.6	35.90	16.4	6.10	33.6	14.1	55.9	76.40	81.00	155.8
2	0	0	0		0		0		0			0
200	175.5	181.9	169.1	77.10	27.5	0.90	1.40	53.6	53.3	45.00	73.50	165.5
3	0	0	0		0			0	0			0
200	51.60	165.4	102.9	26.10	22.9	14.1	17.9	20.0	50.9	93.00	104.1	168.3
4		0	0		0	0	0	0	0		0	0
200	85.80	108.9	105.2	11.40	14.0	0.00	0.00	8.30	17.4	127.8	65.30	124.7
5		0	0		0				0	0		5
200	224.7	110.1	116.4	43.10	2.80	11.4	0.00	25.7	36.4	92.40	108.5	132.6
6	0	0	0			0		0	0		0	7
200	94.50	112.7	120.3	58.90	26.4	0.00	25.6	15.2	37.5	91.70	93.60	129.3
7		0	0		0		0	0	0			7
200	217.0	123.3	56.60	45.20	15.5	8.20	0.00	8.00	33.9	116.4	68.70	122.8
8	0	0			0				0	0		6
200	96.50	169.2	40.19	45.70	26.3	23.0	9.10	34.7	47.8	62.70	98.80	145.6
9		0			0	0		0	0			3
201	327.9	278.7	53.99	54.91	0.88	5.08	11.2	10.9	25.5	67.79	54.65	118.2
0	9	2					1	4	0			1
201	159.4	210.5	55.65	89.60	15.1	0.00	10.5	11.4	80.7	67.72	84.76	129.5
1	7	3			6		8	4	6			0
201	100.6	136.1	56.43	105.8	15.1	12.5	8.89	10.3	48.0	56.78	85.68	133.1
2	9	1		5	6	1		8	8			6
201	153.6	135.9	54.21	59.52	6.69	7.52	9.63	27.2	68.0	58.07	65.48	108.7
3	4	4						0	8			1
201	164.0	78.99	54.04	55.90	56.8	9.87	15.3	11.1	73.7	59.37	81.75	125.3
4	4				5		3	6	9			0
201	132.2	96.33	53.94	53.85	13.9	3.78	13.5	16.6	54.6	68.59	79.14	118.4
5	8				0		9	9	1			8
<b>MA</b>	<b>327.9</b>	<b>278.7</b>	<b>209.6</b>	<b>105.8</b>	<b>56.8</b>	<b>23.3</b>	<b>33.6</b>	<b>53.6</b>	<b>80.7</b>	<b>127.8</b>	<b>116.6</b>	<b>204.1</b>
<b>X</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: SENAMHI (2017).

De acuerdo a los datos recopilados al no contar con información de tormentas se ha utilizado los datos de precipitación mensual de la estación pluviométrica Shullcas, tal como se muestra en la Tabla 12 donde se detalla las precipitaciones promedio mensuales desde 1997 hasta 2015, donde los valores máximos se dan desde octubre hasta abril.

### Distribución de Gumbel

A fin de determinar la distribución de frecuencias probabilísticas en base a las precipitaciones mensuales con las que se cuenta y teniendo en cuenta lo citado en numeral 2.5 de la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se ha hecho uso de la distribución probabilística de Gumbel.

Tabla 13. Distribución probabilística de Gumbel.

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precipitación	xi	(xi - x) <sup>2</sup>
1	1997	204.10	204.10	146.96
2	1998	231.00	231.00	1522.78
3	1999	212.90	212.90	437.77
4	2000	197.70	197.70	32.75
5	2001	249.40	249.40	3297.38
6	2002	209.60	209.60	310.56
7	2003	181.90	181.90	101.55
8	2004	168.30	168.30	560.61
9	2005	127.80	127.80	4118.71
10	2006	224.70	224.70	1070.78
11	2007	129.37	129.37	3920.11
12	2008	217.00	217.00	626.14
13	2009	169.20	169.20	518.80
14	2010	327.99	327.99	18499.69
15	2011	210.53	210.53	344.32
16	2012	136.11	136.11	3120.67
17	2013	153.64	153.64	1469.68
18	2014	164.04	164.04	780.57
19	2015	132.28	132.28	3563.44
<b>19</b>		<b>Suma</b>	<b>3647.6</b>	<b>44443.3</b>

En la Tabla 13 se muestra la precipitación máxima anual desde 1997 hasta 2015 con los cálculos que se requiere para la distribución probabilística de Gumbel.

Tabla 14. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Periodo de retorno	Variable reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	Yt	Xt'(mm)	F(xt)	Xt (mm)
2	0.3665	183.8145	0.5000	207.7104
5	1.4999	227.7268	0.8000	257.3313
10	2.2504	256.8006	0.9000	290.1846

En la Tabla 14 se detalla las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias considerando el periodo de retorno de 2, 5 y 10 años.

Tabla 15. Coeficientes para las relaciones de la lluvia de duración 24 horas.

Duraciones en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: Campos (1978).

En la Tabla 15 se muestra los coeficientes por hora de duración de lluvia en un total de 24 horas esto a fin de determinar la precipitación máxima de lluvia horaria.

Tabla 16. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tiempo de duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	207.71	257.33	290.18	331.69	362.49	393.06	463.69
18 hr	X18 = 91%	189.02	234.17	264.07	265.36	329.87	357.68	421.96
12 hr	X12 = 80%	166.17	205.87	232.15	265.36	289.99	314.45	370.95
8 hr	X8 = 68%	141.24	174.99	197.33	225.55	246.49	267.28	315.31
6 hr	X6 = 61%	126.70	156.97	177.01	202.33	221.12	239.76	282.85
5 hr	X5 = 57%	118.39	146.68	165.41	189.07	206.62	224.04	264.31
4 hr	X4 = 52%	108.01	133.81	150.90	172.48	188.49	204.39	241.12
3 hr	X3 = 46%	95.55	118.37	133.48	152.58	166.75	180.81	213.30
2 hr	X2 = 39%	81.01	100.36	113.17	129.36	141.37	153.29	180.84
1 hr	X1 = 30%	62.31	77.20	87.06	99.51	108.75	117.92	139.11

Según la Tabla 16 se ha determinado la precipitación máxima horaria en un lapso de 24 horas en cada uno de los periodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años; esto considerando los coeficientes de duración de lluvia establecidos en la Tabla 15.

Tabla 17. Intensidades de lluvia a partir de Pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el periodo de retorno						
Hr	Min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	8.6546	10.7221	12.0910	13.8206	15.1037	16.3774	19.3206
18 hr	1080	10.5009	13.0095	14.6704	14.7420	18.3259	19.8712	23.4423
12 hr	720	13.8474	17.1554	19.3456	22.1130	24.1660	26.2038	30.9129

8 hr	480	17.6554	21.8732	24.6657	28.1941	30.8116	33.4098	39.4139
6 hr	360	21.1172	26.1620	29.5021	33.7223	36.8531	39.9608	47.1422
5 hr	300	23.6790	29.3358	33.0810	37.8132	41.3238	44.8085	52.8610
4 hr	240	27.0024	33.4531	37.7240	43.1203	47.1237	51.0974	60.2801
3 hr	180	31.8489	39.4575	44.4950	50.8599	55.5817	60.2687	71.0996
2 hr	120	40.5035	50.1796	56.5860	64.6805	70.6855	76.6461	90.4202
1 hr	60	62.3131	77.1994	87.0554	99.5085	108.7469	117.9171	139.1080

La Tabla 17 muestra la intensidad de lluvia a partir de PD calculado en la Tabla 16; es decir, la intensidad de lluvia en mm/hr.

Tabla 18. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 2 años.

Periodo de retorno para T = 2 años						
Nº	X	Y	Ln x	Ln y	Ln x*ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	1440	8.65	7.27	2.16	15.69	52.89
2	1080	10.50	6.98	2.35	16.42	48.79
3	720	13.85	6.58	2.63	17.29	43.29
4	480	17.66	6.17	2.87	17.73	38.12
5	360	21.12	5.89	3.05	17.95	34.65
6	300	23.68	5.70	3.16	18.05	32.53
7	240	27.00	5.48	3.30	18.06	30.04
8	180	31.85	5.19	3.46	17.97	26.97
9	120	40.50	4.79	3.70	17.72	22.92
10	60	62.31	4.09	4.13	16.92	16.76
10	4980	257.12	58.16	30.81	173.81	346.94
Ln (d) =	6.6660	D =	785.2544	N =	-0.6164	

La representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 2 años se detalla en la Tabla 18 esto basado en lo establecido por la distribución probabilística de Gumbel.

Del mismo modo en la Figura 5 se muestra esta distribución matemática.

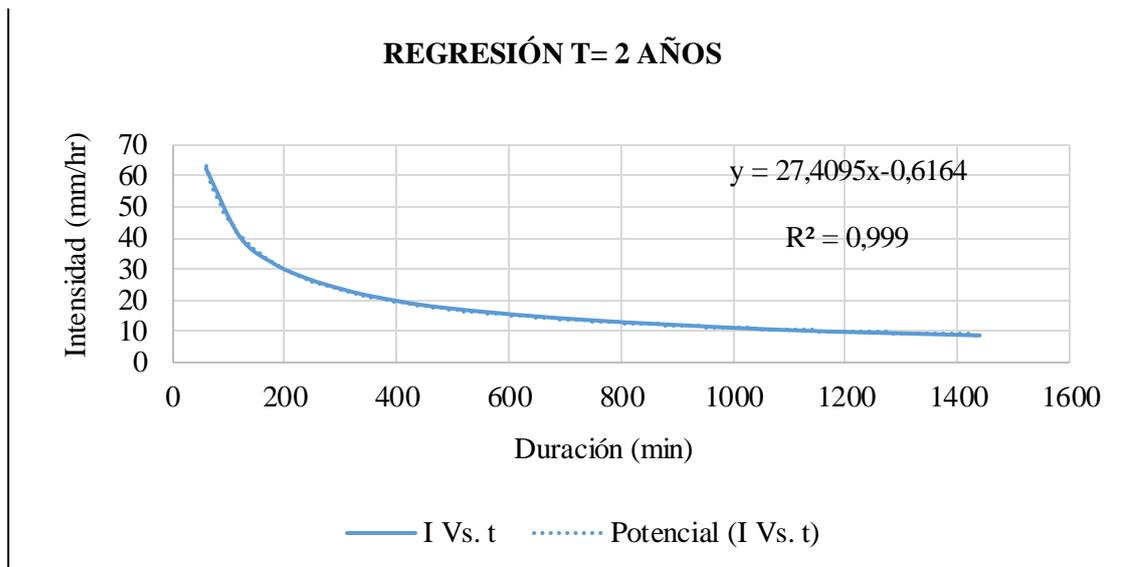


Figura 5. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.

La representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 5 años se detalla en la Tabla 19 esto basado en lo establecido por la distribución probabilística de Gumbel.

Tabla 19. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 5 años.

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	X	Y	Ln x	Ln y	Ln x*Ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	1440	10.72	7.27	2.37	17.25	52.89
2	1080	13.01	6.98	2.57	17.92	48.79
3	720	17.16	6.58	2.84	18.70	43.29
4	480	21.87	6.17	3.09	19.05	38.12
5	360	26.16	5.89	3.26	19.21	34.65
6	300	29.34	5.70	3.38	19.27	32.53
7	240	33.45	5.48	3.51	19.24	30.04
8	180	39.46	5.19	3.68	19.09	26.97
9	120	50.18	4.79	3.92	18.75	22.92
10	60	77.20	4.09	4.35	17.80	16.76
10	4980	318.55	58.16	32.96	186.27	346.94
Ln (d) =	6.8802	D =	972.8474	N =	-0.6164	

Del mismo modo en la Figura 6 se muestra esta distribución matemática, considerando la intensidad (mm/hr) y la duración en minutos, esto considerando un periodo de retorno de 5 años.

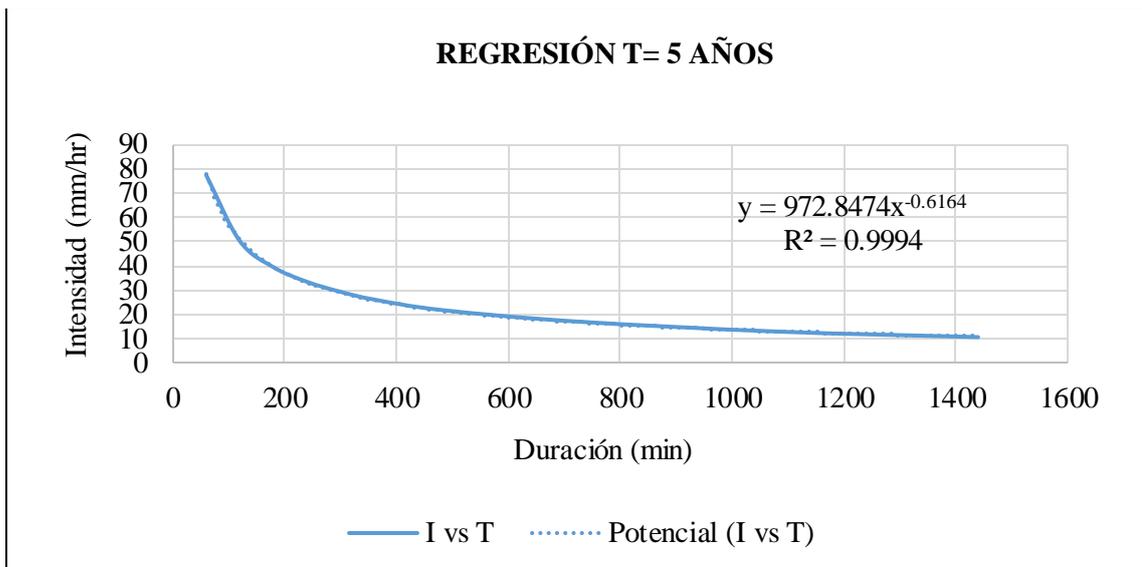


Figura 6. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 5 años.

La representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 10 años se detalla en la Tabla 20 esto basado en lo establecido por la distribución probabilística de Gumbel.

Tabla 20. Representación matemática de la curva intensidad – duración – frecuencia en un periodo de retorno de 10 años.

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	X	Y	Ln x	Ln y	Ln x*ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	1440	12.09	7.27	2.49	18.13	52.89
2	1080	14.67	6.98	2.69	18.76	48.79
3	720	19.35	6.58	2.96	19.49	43.29
4	480	24.67	6.17	3.21	19.79	38.12
5	360	29.50	5.89	3.38	19.92	34.65
6	300	33.08	5.70	3.50	19.96	32.53
7	240	37.72	5.48	3.63	19.90	30.04
8	180	44.49	5.19	3.80	19.71	26.97
9	120	56.59	4.79	4.04	19.32	22.92
10	60	87.06	4.09	4.47	18.29	16.76
10	4980	359.22	58.16	34.16	193.26	346.94
Ln (d) =	7.0004	D =	1097.0503	N =	-0.6164	

La Figura 7 se muestra esta distribución matemática, considerando la intensidad (mm/hr) y la duración en minutos, esto considerando un periodo de retorno de 10 años.

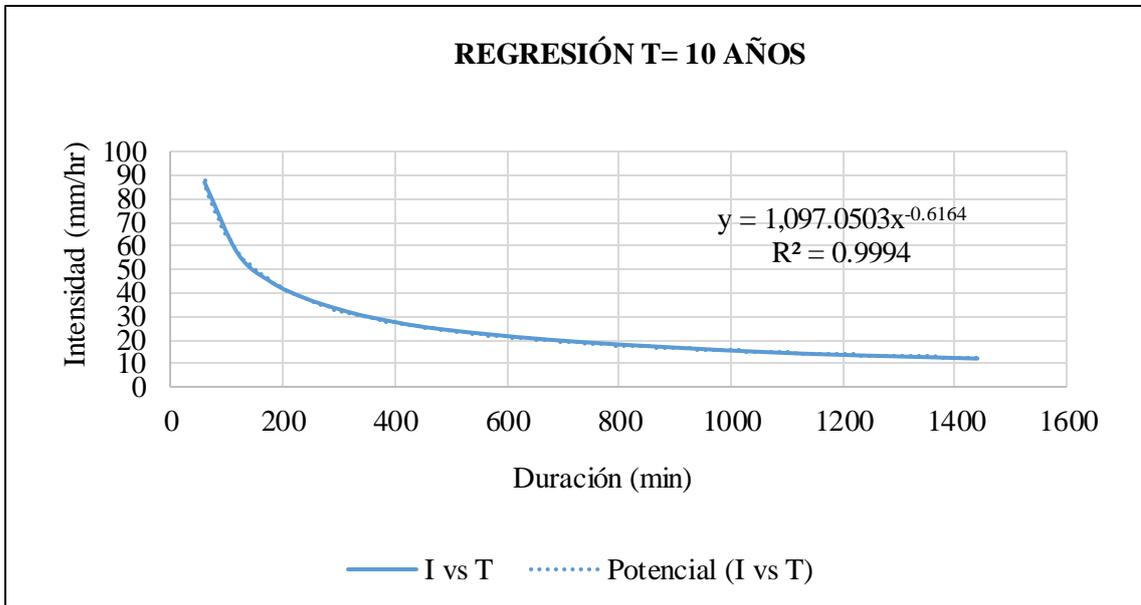


Figura 7. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 10 años.

La Tabla 21 detalla el resumen de aplicación potencial en base a la constante de regresión (d), el coeficiente de regresión (n) y el periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Tabla 21. Resumen de aplicación de regresión potencial.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno (años)	Término cte. De regresión (d)	Coef. De regresión [n]
2	785.25439976	-0.61638609
5	972.84742577	-0.61638609
10	1097.05033200	-0.61638609
25	1368.47059244	-0.63362500
50	1370.40119226	-0.61638609
100	1485.96172307	-0.61638609
500	1753.00446856	-0.61638609
Promedio =	1261.85573341	-0.61884879

La Tabla 22 detalla la regresión potencial de la distribución de frecuencias de Gumbel.

Tabla 22. Regresión potencial de la curva de distribución de frecuencias de Gumbel.

Regresión potencial							
Nº	X	Y	Ln x	Ln y	Ln x*Ln y	(lnx)^2	
1	2	785.2544	0.6931	6.6660	4.6205	0.4805	
2	5	972.8474	1.6094	6.8802	11.0733	2.5903	
3	10	1097.0503	2.3026	7.0004	16.1190	5.3019	
4	25	1368.4706	3.2189	7.2214	23.2449	10.3612	
5	50	1370.4012	3.9120	7.2229	28.2560	15.3039	
6	100	1485.9617	4.6052	7.3038	33.6353	21.2076	
7	500	1753.0045	6.2146	7.4691	46.4174	38.6214	
8	692	8832.9901	22.5558	49.7638	163.3665	93.8667	
$Ln(k) =$		6.6507	$K =$	773.2899	$M =$	0.1423	

Asimismo, la Figura 8 muestra ésta regresión potencial considerando los periodos de retorno.

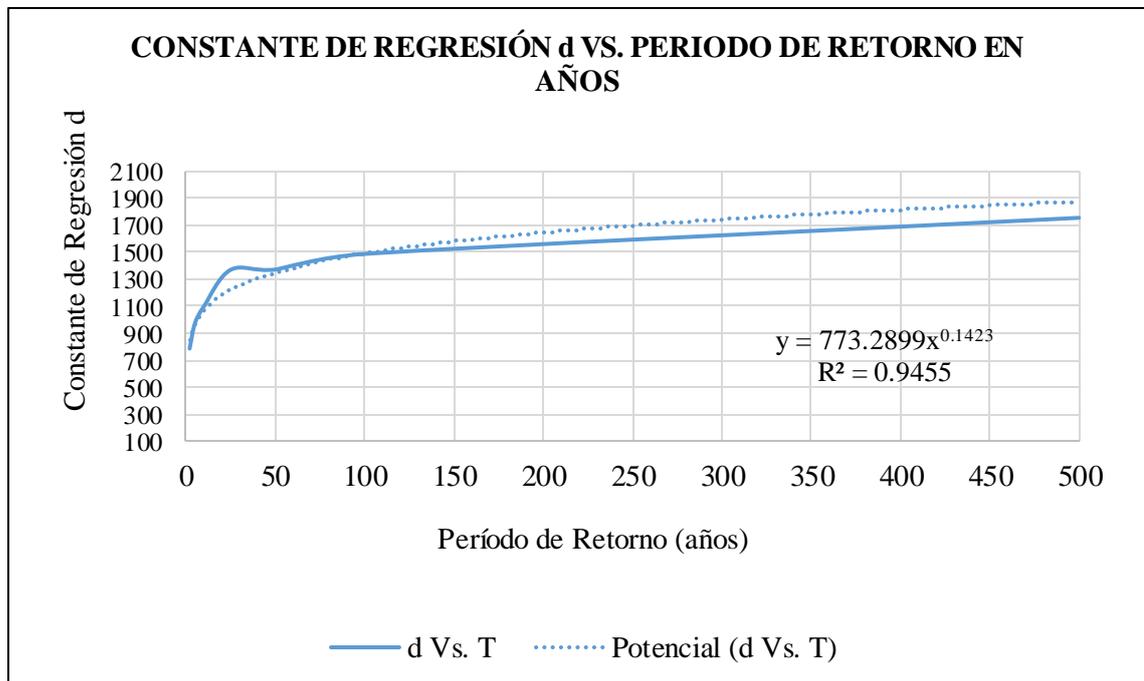


Figura 8. Constante de regresión y el periodo de retorno en años.

Finalmente la Tabla 23 se muestra los valores de intensidad – duración para los periodos de retorno requeridos: 2, 5 y 10 años cada 5 minutos empezando en 5 y culminando en 60 minutos, correspondiente a una hora.

Tabla 23. Intensidad – duración – frecuencia final requerida.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	315.2 2	205.2 7	159.7 2	133.6 7	116.4 3	104.0 1	94.54	87.04	80.93	75.8 2	71.4 7	67.7 3
5	359.1 2	233.8 5	181.9 6	152.2 8	132.6 4	118.4 9	107.7 1	99.17	92.19	86.3 7	81.4 3	77.1 6
10	396.3 4	258.0 9	200.8 2	168.0 7	146.3 9	130.7 7	118.8 7	109.4 4	101.7 5	95.3 3	89.8 7	85.1 6

Esta distribución de intensidad – duración – frecuencia se plasma en la Figura 9 en cada uno de los tiempos de retornos requeridos: 2, 5 y 10 años.

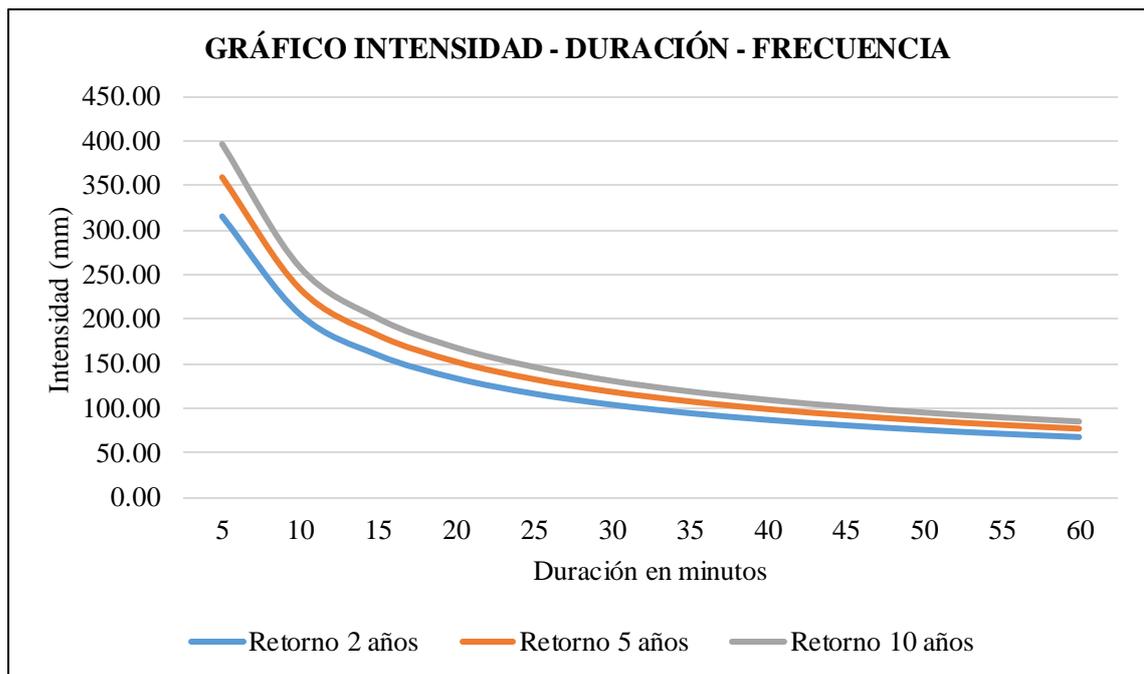


Figura 9. Intensidad vs. Duración en un periodo de retorno de 2 años.

#### 5.1.4. Características físicas de la cuenca a intervenir

De acuerdo al levantamiento topográfico se ha determinado 28 sub cuencas de análisis, cuyas características se plasman en la Tabla 24.

Tabla 24. Características físicas de la sub cuencas a intervenir.

Nombre	Área (ha)	Ancho (m)	Nombre	Área (ha)	Ancho (m)
C1	0.4785	56.98	C17	0.4933	94.78
C3	0.5192	59.98	C19	0.6135	42.72
C2	0.4645	56.34	C20	0.1776	42.66
C4	0.2304	59.23	C21	0.4265	92.23
C6	1.0329	187.35	C23	0.8215	90.81
C7	0.1162	32.74	C24	0.4449	91.45
C8	0.1839	38.02	C26	0.8128	90.53
C9	0.1896	40.25	C27	0.7714	86.35
C10	0.3378	80.83	C28	0.7464	80.96
C11	0.6834	85.32	C15	0.4244	93.36
C12	1.1841	105.95	C18	0.3796	92.44
C13	0.8745	94.55	C22	0.432	93.06
C14	0.4205	94.52	C25	0.3804	90.8
C16	0.8402	92.24	C5	0.2636	48.52

En la Tabla 24. se detalla las propiedades de las sub cuencas consideradas en el modelamiento hidráulico, según los requerimientos del software SWMM v.5 el área de las sub cuencas está en hectáreas, mas las otras características se encuentran en lo convencional.

### 5.1.5. Características físicas de los buzones

De acuerdo al levantamiento topográfico se ha determinado 33 buzones, cuyas características se plasman en la Tabla 25.

Tabla 25. Características físicas de los buzones.

Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad	Nombre	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3243.43	1.8	B22	3233	1.8
B2	3242.554	1.8	B23	3231.872	1.8
B4	3240.661	1.8	B24	3229.872	1.8
B5	3238.924	1.8	B21	3235.301	1.8
B6	3237.924	1.8	B3	3241.861	1.8
B7	3237.315	1.8	B14	3243.437	1.8
B8	3234.847	1.8	B15	3242.817	1.8
B9	3234.3	1.8	B17	3241.924	1.8
B10	3232.736	1.8	B18	3239.924	1.8
B11	3231	1.8	B19	3238.924	1.8

B12	3229.841	1.8	B20	3237.647	1.8
B13	3228.893	1.8	B26	3234.657	1.8
B30	3229.693	1.8	B27	3233.841	1.8
B31	3226.472	1.8	B28	3231.888	1.8
B33	3226.367	1.8	B29	3228.793	1.8
B16	3243.817	1.8	B25	3227.772	1.8
			B32	3226.567	1.8

En la Tabla 25 se detalla las propiedades de los buzones considerados en el modelamiento hidráulico según los requerimientos del software SWMM v.5.

### 5.1.6. Características físicas de las tuberías

De acuerdo al levantamiento topográfico se ha determinado 25 tramos de tubería, cuyas características se plasman en la Tabla 26.

Tabla 26. Características físicas de las tuberías.

Tubería	Buzón de ingreso	Buzón de salida	Longitud (m)	Sección	Diámetro (m)
T1	B1	B2	58.31	Circular	0.6
T2	B2	B3	16.42	Circular	0.6
T4	B4	B5	45.38	Circular	0.6
T7	B7	B8	78.03	Circular	0.7
T8	B8	B9	30.6	Circular	1.2
T9	B9	B10	103.48	Circular	1.2
T10	B10	B11	101.65	Circular	1.2
T11	B11	B12	101.05	Circular	1.2
T12	B12	B13	88.88	Circular	1.2
T13	B13	B29	8.51	Circular	1.2
T30	B30	B31	104.76	Circular	0.6
T32	B31	B33	30.2	Circular	1.2
T33	B33	V-1	20.95	Circular	1.2
T26	B22	B23	102.83	Circular	0.6
T27	B23	B24	102.6	Circular	0.6
T28	B24	B25	84.93	Circular	0.6
T21	B21	B8	19.24	Circular	1.2
T3	B3	B4	45.36	Circular	0.6
T15	B15	B2	7.21	Circular	0.6
T16	B16	B17	61.62	Circular	0.6
T5	B5	B6	102.18	Circular	0.6
T17	B17	B18	48.5	Circular	0.6
T18	B18	B19	35.56	Circular	0.6

T19	B19	B20	72.45	Circular	0.6
T6	B6	B7	48.71	0.7	
T20	B20	B21	75.64	Circular	0.6
T22	B26	B27	93.11	Circular	0.6
T23	B27	B28	112.7	Circular	0.6
T24	B28	B29	86.07	Circular	0.6
T29	B25	B32	99.9	Circular	1.2
T31	B32	B31	10.31	Circular	1.2
T14	B14	B15	57.45	Circular	0.6
T25	B29	B25	90.8	Circular	1.2

### 5.1.7. Modelo de simulación

#### Entorno de trabajo

El modelo de simulación en el software SWMM v.5 consta de sub cuencas, buzones, longitudes de tubería y precipitación; esta información se muestra en la Figura 10.

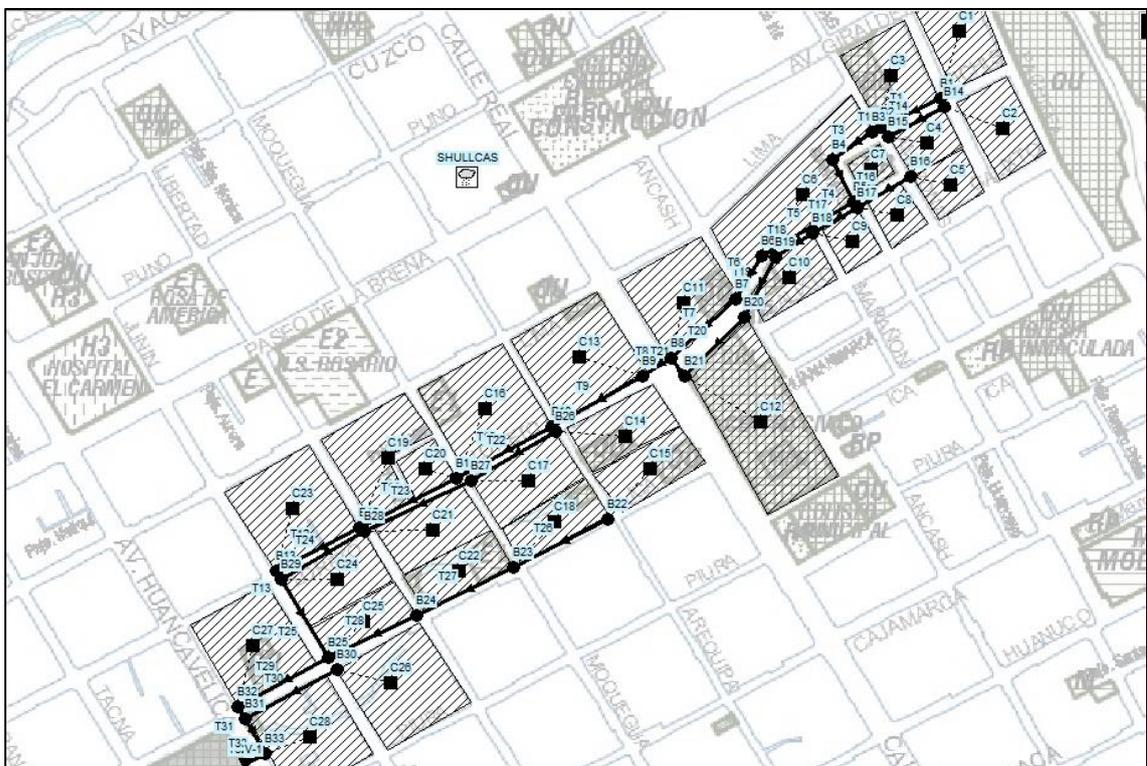


Figura 10. Modelo de simulación en el software SWMM v.5.

## Datos de tormenta

Según lo calculado en numeral 5.1.3 se ha ingresado los siguientes datos, tal como se muestra en la Figura 11 y Figura 12 los datos de tormenta para un tiempo de retorno de 2 años.

Editor de Series Temporales

Nombre de la Serie Temporal:  
R2

Descripción:

Usar archivo externo (especifique el nombre abajo)

Introducir datos de la serie temporal en la tabla inferior  
Sin fecha implica tiempos desde el comienzo de la simulación

Fecha (M/D/Y)	Hora (H:M)	Valor
	0:10	205.2693594
	0:20	133.6694245
	0:30	104.0059573
	0:40	87.04423836
	0:50	75.8171378
	1	67.72767496

Ver

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Figura 11. Editor de series temporales para un tiempo de retorno de 2 años.

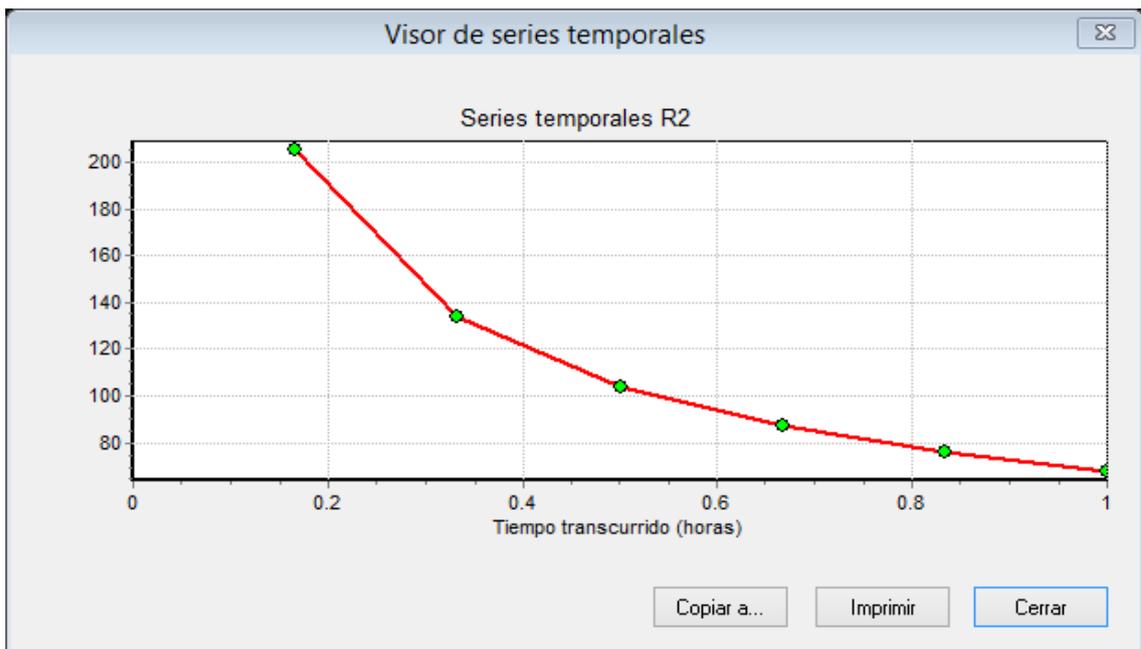


Figura 12. Curva intensidad – duración - frecuencia para un tiempo de retorno de 2 años.

En la Figura 13 y Figura 14 los datos de tormenta para un tiempo de retorno de 10 años.

Editor de Series Temporales

Nombre de la Serie Temporal:  
R10

Descripción:

Usar archivo externo (especifique el nombre abajo)

Introducir datos de la serie temporal en la tabla inferior  
Sin fecha implica tiempos desde el comienzo de la simulación

Fecha (M/D/Y)	Hora (H:M)	Valor
	0:10	258.0914873
	0:20	168.0666841
	0:30	130.7698931
	0:40	109.4434016
	0:50	95.32722231
	1	85.15609154

Ver

Aceptar

Cancelar

Ayuda

Figura 13. Editor de series temporales para un tiempo de retorno de 10 años.

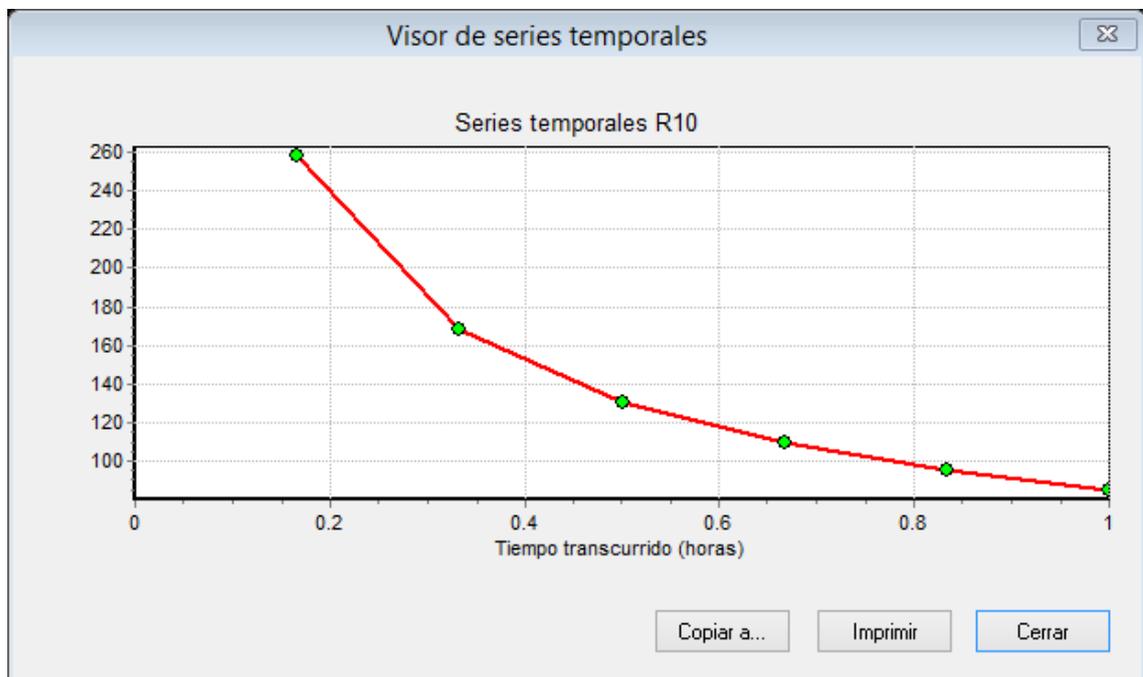


Figura 14. Curva intensidad – duración - frecuencia para un tiempo de retorno de 10 años.

En la Figura 14 se muestra la curva IDF para un tiempo de retorno de 10 años.

### 5.1.8. Resultados del modelamiento hidráulico, tiempo de retorno de 2 años

#### Opciones de análisis

Tabla 27. Opciones de análisis del modelo.

Opciones de análisis	
Unidades de caudal	Lps
Modelos utilizados	
Lluvia/escorrentía	Sí
Deshielo de nieve	No
Flujo subterráneo	No
Cálculo hidráulico	Sí
Permitir estancamiento	No
Calidad de agua	No
Método de infiltración	Green:_ampt
Método de cálculo hidráulico	Kinwave
Fecha de comienzo	Mayo 07-2017; 00:00:00
Fecha de finalización	Mayo 07-2017; 12:00:00
Días previos sin lluvia	0
Tiempo de reporte	00:10:00
Intervalo para tiempo de lluvia	00:10:00
Intervalo para tiempo seco	01:00:00
Intervalo de cálculo hidráulico	30 segundos

En la Tabla 27 se muestra las opciones de análisis que han sido considerados en el modelamiento hidráulico de acuerdo al informe del software.

Asimismo, cabe resaltar que no se ha presentado errores de continuidad.

## Escorrentía en sub cuencas

Tabla 28. Escorrentía en las sub cuencas de análisis.

Sub cuenca	Total precipitación (mm)	Infiltración total (mm)	Escorrentía total (mm)	Escorrentía total (m <sup>3</sup> )	Escorrentía punta (lps)	Coefficiente de escorrentía
C1	112.256	4.288	111.269	532	231.766	0.991
C3	112.256	4.291	111.278	578	249.728	0.991
C2	112.256	4.286	111.262	517	225.911	0.991
C4	112.256	4.232	110.395	254	123.434	0.983
C6	112.256	4.254	110.918	1146	537.169	0.988
C7	112.256	83.236	30.615	36	11.474	0.273
C8	112.256	4.245	110.737	204	96.953	0.986
C9	112.256	4.243	110.699	210	100.197	0.986
C10	112.256	4.236	110.513	373	180.168	0.984
C11	112.256	4.284	111.25	760	334.458	0.991
C12	112.256	4.316	111.26	1317	530.952	0.991
C13	112.256	4.297	111.289	973	413.852	0.991
C14	112.256	4.24	110.612	465	223.266	0.985
C16	112.256	4.296	111.287	935	399.158	0.991
C17	112.256	4.25	110.841	547	258.197	0.987
C19	112.256	4.345	111.091	682	251.555	0.99
C20	112.256	4.236	110.506	196	94.749	0.984
C21	112.256	4.242	110.671	472	225.747	0.986
C23	112.256	4.295	111.286	914	390.944	0.991
C24	112.256	4.245	110.746	493	234.427	0.987
C26	112.256	4.294	111.285	905	387.527	0.991
C27	112.256	4.294	111.284	858	368.24	0.991
C28	112.256	4.297	111.289	831	353.519	0.991
C15	112.256	1.833	111.432	473	237.233	0.993
C18	112.256	1.825	111.294	422	212.453	0.991
C22	112.256	1.835	111.462	482	241.406	0.993
C25	112.256	1.827	111.321	423	212.856	0.992
C5	112.256	1.848	111.692	294	146.841	0.995
Sistema	112.256	4.593	110.505	16.293	7272.358	0.984

En la Tabla 28 se muestra los valores de escorrentía en cada una de las sub cuencas analizadas.

## Nivel en los nudos (buzones)

Tabla 29. Niveles de los nudos (buzones).

Nudo	Nivel medio (m)	Nivel máximo (m)	Altura máxima (m)	Instante del nivel máximo (hr:min)
B1	0.02	0.2	3243.63	00:20
B2	0.03	0.3	3242.85	00:20
B4	0.03	0.35	3241.01	00:20
B5	0.05	1.9	3240.82	00:20
B6	0.04	0.57	3238.49	00:21
B7	0.04	0.57	3237.88	00:21
B8	0.05	0.53	3235.37	00:21
B9	0.05	0.6	3234.9	00:21
B10	0.05	0.6	3233.33	00:21
B11	0.06	0.71	3231.71	00:22
B12	0.07	0.76	3230.6	00:22
B13	0.07	0.78	3229.67	00:22
B30	0.02	0.22	3229.91	00:20
B31	0.17	1.9	3228.37	00:16
B33	0.13	1.2	3227.57	00:16
B16	0.01	0.13	3243.95	00:20
B22	0.02	0.22	3233.22	00:20
B23	0.02	0.26	3232.14	00:20
B24	0.02	0.31	3230.19	00:20
B21	0.03	0.3	3235.6	00:21
B3	0.03	0.35	3242.21	00:20
B14	0.02	0.21	3243.65	00:20
B15	0.02	0.21	3243.03	00:20
B17	0.01	0.16	3242.08	00:20
B18	0.02	0.21	3240.13	00:20
B19	0.02	0.3	3239.22	00:20
B20	0.02	0.3	3237.94	00:20
B26	0.02	0.22	3234.88	00:20
B27	0.02	0.28	3234.12	00:20
B28	0.02	0.28	3232.17	00:20
B29	0.08	0.93	3229.72	00:22
B25	0.09	1.9	3229.67	00:20
B32	0.11	1.9	3228.47	00:19
V-1	0.08	0.71	3226.87	00:54

En la Tabla 29 se muestra los niveles de los buzones analizados.

## Aportes en los buzones

Tabla 30. Aportes en los buzones.

Buzón	Aporte lateral máximo (lps)	Aporte total máximo (lps)	Instante de aporte máximo (hr:min)	Volumen de aporte lateral (m <sup>3</sup> )	Volumen de aporte total (m <sup>3</sup> )
B1	231.77	231.77	00:20	533	533
B2	249.73	824.33	00:20	578	1880
B4	0	825.18	00:20	0	1878
B5	11.47	832.52	00:20	36	1913
B6	537.17	1331.77	00:21	1146	3056
B7	0	1335.54	00:21	0	3055
B8	334.46	2688.16	00:21	760	6209
B9	413.85	3092.16	00:21	973	7179
B10	0	3090.86	00:21	0	7173
B11	493.91	3549.17	00:22	1132	8298
B12	251.55	3794.28	00:22	682	8973
B13	390.94	4166.84	00:22	914	9881
B30	387.53	387.53	00:20	905	905
B31	0	5499.81	00:29	0	14851
B33	353.52	3381.11	00:54	831	12449
B16	146.84	146.84	00:20	296	296
B22	237.23	237.23	00:20	475	475
B23	212.45	443.33	00:20	425	900
B24	241.41	676.49	00:20	484	1383
B21	530.95	1038.24	00:21	1318	2397
B3	0	825.14	00:20	0	1879
B14	225.91	225.91	00:20	517	517
B15	123.43	346.64	00:20	254	771
B17	96.95	241.7	00:20	204	499
B18	100.2	340.45	00:20	210	709
B19	180.17	518.3	00:20	373	1082
B20	0	516.63	00:20	0	1081
B26	223.27	223.27	00:20	465	465
B27	258.2	475.08	00:20	547	1012
B28	225.75	692.63	00:20	472	1483
B29	234.43	5062.7	00:22	493	11852
B25	212.86	5919.51	00:22	426	13654
B32	368.24	6129.67	00:22	859	14483
V-1	0	3343.01	00:54	0	12447

En la Tabla 30 se muestra los aportes tanto lateral y totales de los buzones analizados.

### Vertidos

Tabla 31. Vertido.

Nudo de vertido	Frecuencia del vertido (%)	Caudal medio (lps)	Caudal máximo (lps)	Volumen total (m <sup>3</sup> )
V-1	98.61	291.98	3343.01	12447
Sistema	98.61	291.98	3343.01	12447

En la Tabla 31 se muestra la frecuencia del vertido (%), caudal medio, el caudal máximo y el volumen total en m<sup>3</sup>.

### Caudales en las redes

Tabla 32. Caudales en las redes.

Tubería	Caudal máximo (lps)	Instante del caudal máximo (hr:min)	Velocidad máxima (m/s)	Caudal máximo lleno	Nivel máximo lleno
T1	230.56	00:20	2.84	0.24	0.33
T2	825.14	00:20	5.81	0.5	0.5
T4	822.78	00:20	5.6	0.53	0.52
T7	1330.16	00:21	5.87	0.62	0.57
T8	2687.6	00:21	5.64	0.4	0.44
T9	3090.86	00:21	5.5	0.5	0.5
T10	3079.57	00:22	5.76	0.46	0.48
T11	3548.17	00:22	5.12	0.65	0.59
T12	3793.81	00:22	5.05	0.72	0.63
T13	4166.77	00:22	5.34	0.76	0.65
T30	386.32	00:20	4.24	0.28	0.36
T32	3211.74	00:54	3.05	1.07	1
T33	3343.01	00:54	4.76	0.66	0.6
T26	234.54	00:20	2.55	0.28	0.36
T27	441.39	00:21	3.72	0.4	0.44
T28	675.33	00:21	4.52	0.54	0.52
T21	1037.16	00:21	4.79	0.13	0.25
T3	825.18	00:20	4.86	0.64	0.58
T15	347.01	00:20	4.37	0.23	0.32
T16	146.27	00:20	3.22	0.1	0.22
T5	826.25	00:23	3.25	1.05	0.92
T17	241.83	00:20	4.12	0.15	0.26
T18	341.05	00:20	3.96	0.25	0.34
T19	516.63	00:20	3.73	0.49	0.49

T6	1335.54	00:21	4.01	0.99	0.81
T20	516.88	00:21	4.6	0.37	0.42
T22	220.84	00:20	2.31	0.3	0.37
T23	471.96	00:21	3.62	0.45	0.47
T24	690.63	00:21	5.23	0.46	0.47
T29	5778.49	00:22	5.71	1.04	0.93
T31	5190.72	00:29	4.92	1.07	1
T14	225.22	00:20	2.5	0.27	0.36
T25	5063.76	00:22	5.41	0.94	0.77

En la Tabla 32 se muestra los caudales en las redes de alcantarillado pluvial y el instante de este caudal máximo.

### 5.1.9. Resultados del modelamiento hidráulico, tiempo de retorno de 10 años

#### Opciones de análisis

Tabla 33. Opciones de análisis del modelo.

Opciones de análisis	
Unidades de caudal	Lps
Modelos utilizados	
Lluvia/escorrentía	Sí
Deshielo de nieve	No
Flujo subterráneo	No
Cálculo hidráulico	Sí
Permitir estancamiento	No
Calidad de agua	No
Método de infiltración	Green:_ampt
Método de cálculo hidráulico	Kinwave
Fecha de comienzo	Mayo 07-2017; 00:00:00
Fecha de finalización	Mayo 07-2017; 12:00:00
Días previos sin lluvia	0
Tiempo de reporte	00:10:00
Intervalo para tiempo de lluvia	00:10:00
Intervalo para tiempo seco	01:00:00
Intervalo de cálculo hidráulico	30 segundos

En la Tabla 33 se muestra las opciones de análisis que han sido considerados en el modelamiento hidráulico de acuerdo al informe del software.

Asimismo, cabe resaltar que no se ha presentado errores de continuidad.

### Escorrentía en sub cuencas

Tabla 34. Escorrentía en las sub cuencas de análisis.

Sub cuenca	Total precipitación (mm)	Infiltración total (mm)	Escorrentía total (mm)	Escorrentía total (m <sup>3</sup> )	Escorrentía punta (lps)	Coefficiente de escorrentía
C1	141.142	4.395	140.831	674	303.064	0.998
C3	141.142	4.399	140.857	731	327	0.998
C2	141.142	4.392	140.814	654	295.165	0.998
C4	141.142	4.31	139.51	321	157.471	0.988
C6	141.142	4.344	140.222	1448	691.202	0.993
C7	141.142	86.483	56.048	65	22.671	0.397
C8	141.142	4.331	139.966	257	124.294	0.992
C9	141.142	4.328	139.912	265	128.363	0.991
C10	141.142	4.317	139.662	472	230.174	0.99
C11	141.142	4.388	140.785	962	436.433	0.997
C12	141.142	4.437	140.959	1669	703.936	0.999
C13	141.142	4.408	140.903	1232	543.579	0.998
C14	141.142	4.322	139.793	588	285.629	0.99
C16	141.142	4.406	140.894	1184	523.902	0.998
C17	141.142	4.338	140.112	691	331.674	0.993
C19	141.142	4.48	140.856	864	337.939	0.998
C20	141.142	4.316	139.654	248	121.037	0.989
C21	141.142	4.326	139.873	597	289.072	0.991
C23	141.142	4.405	140.889	1157	512.956	0.998
C24	141.142	4.331	139.977	623	300.584	0.992
C26	141.142	4.404	140.884	1145	508.293	0.998
C27	141.142	4.403	140.88	1087	482.883	0.998
C28	141.142	4.408	140.901	1052	464.263	0.998
C15	141.142	1.863	140.427	596	299.802	0.995
C18	141.142	1.853	140.268	532	268.335	0.994
C22	141.142	1.865	140.461	607	305.118	0.995
C25	141.142	1.855	140.299	534	268.871	0.994
C5	141.142	1.881	140.732	371	185.839	0.997
Sistema	141.142	4.712	139.906	20627	9445.951	0.991

En la Tabla 34 se muestra los valores de escorrentía en cada una de las sub cuencas analizadas.

### Nivel en los nudos (buzones)

Tabla 35. Niveles de los nudos (buzones).

Nudo	Nivel medio (m)	Nivel máximo (m)	Altura máxima (m)	Instante del nivel máximo (hr:min)
B1	0.02	0.23	3243.66	00:20
B2	0.03	0.35	3242.91	00:20
B4	0.03	0.42	3241.08	00:20
B5	0.07	1.9	3240.82	00:18
B6	0.07	1.9	3239.82	00:18
B7	0.05	0.7	3238.01	00:20
B8	0.05	0.57	3235.42	00:22
B9	0.06	0.66	3234.96	00:20
B10	0.06	0.66	3233.4	00:20
B11	0.07	0.8	3231.8	00:21
B12	0.07	0.88	3230.72	00:21
B13	0.08	0.92	3229.81	00:21
B30	0.02	0.25	3229.94	00:20
B31	0.19	1.9	3228.37	00:15
B33	0.13	1.2	3227.57	00:15
B16	0.01	0.15	3243.96	00:20
B22	0.02	0.25	3233.25	00:20
B23	0.02	0.3	3232.17	00:20
B24	0.03	0.36	3230.24	00:20
B21	0.03	0.34	3235.64	00:20
B3	0.03	0.42	3242.28	00:20
B14	0.02	0.25	3243.68	00:20
B15	0.02	0.25	3243.06	00:20
B17	0.01	0.18	3242.1	00:20
B18	0.02	0.23	3240.16	00:20
B19	0.03	0.34	3239.27	00:20
B20	0.03	0.34	3237.99	00:20
B26	0.02	0.26	3234.91	00:20
B27	0.03	0.33	3234.17	00:20
B28	0.03	0.33	3232.22	00:20
B29	0.1	1.9	3230.69	00:19
B25	0.11	1.9	3229.67	00:18
B32	0.13	1.9	3228.47	00:17
V-1	0.09	0.73	3226.89	00:20

En la Tabla 35 se muestra los niveles de los buzones analizados.

## Aportes en los buzones

Tabla 36. Aportes en los buzones.

Buzón	Aporte lateral máximo (lps)	Aporte total máximo (lps)	Instante de aporte máximo (hr:min)	Volumen de aporte lateral (m <sup>3</sup> )	Volumen de aporte total (m <sup>3</sup> )
B1	303.06	303.06	00:20	674	674
B2	327	1074.13	00:20	731	2379
B4	0	1075.86	00:20	0	2378
B5	22.67	1092.19	00:20	65	2442
B6	691.2	1480.92	00:20	1449	3771
B7	0	1451.02	00:22	0	3748
B8	436.43	3133.7	00:22	962	7739
B9	543.58	3655.21	00:20	1232	8966
B10	0	3656.69	00:20	0	8960
B11	644.94	4286.18	00:21	1432	10385
B12	337.94	4614.3	00:21	864	11243
B13	512.96	5105.16	00:21	1158	12395
B30	508.29	508.29	00:20	1145	1145
B31	0	5551.6	00:37	0	17375
B33	464.26	3452.98	00:20	1052	13186
B16	185.84	185.84	00:20	373	373
B22	299.8	299.8	00:20	598	598
B23	268.34	560.44	00:20	535	1133
B24	305.12	854.35	00:20	609	1741
B21	703.94	1350.06	00:20	1669	3033
B3	0	1075.41	00:20	0	2379
B14	295.17	295.17	00:20	654	654
B15	157.47	449.04	00:20	321	975
B17	124.29	306.18	00:20	257	629
B18	128.36	431.99	00:20	265	894
B19	230.17	659.75	00:20	472	1366
B20	0	660.01	00:20	0	1364
B26	285.63	285.63	00:20	588	588
B27	331.67	609.28	00:20	691	1279
B28	289.07	888.74	00:20	597	1874
B29	300.58	6277.08	00:21	623	14888
B25	268.87	6729.52	00:20	536	16907
B32	482.88	6299.06	00:30	1087	17449
V-1	0	3449.83	00:20	0	13184

En la Tabla 36 se muestra los aportes tanto lateral y totales de los buzones analizados.

### Vertidos

Tabla 37. Vertido.

Nudo de vertido	Frecuencia del vertido (%)	Caudal medio (lps)	Caudal máximo (lps)	Volumen total (m <sup>3</sup> )
V-1	98.61	309.27	3449.83	13184
Sistema	98.61	309.27	3449.83	13184

En la Tabla 37 se muestra la frecuencia del vertido (%), caudal medio, el caudal máximo y el volumen total en m<sup>3</sup>.

### Caudales en las redes

Tabla 38. Caudales en las redes.

Tubería	Caudal máximo (lps)	Instante del caudal máximo (hr:min)	Velocidad máxima (m/s)	Caudal máximo lleno	Nivel máximo lleno
T1	302.14	00:20	3.06	0.31	0.38
T2	1075.41	00:20	5.99	0.66	0.59
T4	1072.94	00:20	5.95	0.69	0.61
T7	1430.35	00:22	6.01	0.67	0.6
T8	3128.17	00:22	5.87	0.46	0.48
T9	3656.69	00:20	5.73	0.59	0.55
T10	3658.67	00:21	6	0.55	0.53
T11	4281.62	00:21	5.32	0.79	0.67
T12	4612.02	00:21	5.22	0.88	0.73
T13	5106.03	00:21	5.52	0.93	0.76
T30	505.27	00:20	4.56	0.36	0.41
T32	3148.21	01:11	3.05	1.05	1
T33	3449.83	00:20	4.8	0.68	0.61
T26	296.74	00:20	2.71	0.35	0.41
T27	557.59	00:21	3.96	0.5	0.5
T28	852.91	00:21	4.78	0.68	0.6
T21	1348.78	00:20	5.16	0.17	0.28
T3	1075.86	00:20	5.13	0.83	0.69
T15	449.31	00:20	4.69	0.29	0.37
T16	183.89	00:20	3.44	0.13	0.24

T5	831.98	00:30	3.26	1.05	1
T17	305.71	00:20	4.4	0.19	0.29
T18	433.38	00:20	4.23	0.32	0.39
T19	660.01	00:20	3.95	0.62	0.57
T6	1451.02	00:22	4.04	1.08	1
T20	658.26	00:21	4.9	0.47	0.48
T22	282.89	00:20	2.46	0.38	0.43
T23	606.59	00:21	3.86	0.58	0.55
T24	888.49	00:21	5.57	0.59	0.55
T29	5941.55	00:30	5.7	1.07	1
T31	5235.34	00:37	4.92	1.08	1
T14	294.19	00:20	2.69	0.35	0.41
T25	5751.41	00:26	5.52	1.07	1

En la Tabla 38 se muestra los caudales en las redes de alcantarillado pluvial y el instante de este caudal máximo.

## 5.2. Costo del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto

### 5.2.1. Metrado de tuberías

Tabla 39. Metrado de tuberías.

Metrado de tuberías								
Tubería	Tramos		Long. horizontal (m)	Pendiente	Long. Inclina da (m)	Ø externo (m)	Ø comercial (mm)	Clase de tubería
	BZ INICIO	BZ FINAL						
T1	B1	B2	58.31	0.02	58.32	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T2	B2	B3	16.42	0.04	16.43	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T4	B4	B5	45.38	0.04	45.41	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T7	B7	B8	78.03	0.03	78.07	0.7	700.00	TUB PVC RIB
T8	B8	B9	30.60	0.02	30.60	1.2	1200.00	TUB PVC RIB
T9	B9	B10	103.48	0.02	103.49	1.2	1200.00	TUB PVC RIB
T10	B10	B11	101.65	0.02	101.66	1.2	1200.00	TUB PVC RIB
T11	B11	B12	101.05	0.01	101.06	1.2	1200.00	TUB PVC RIB
T12	B12	B13	88.88	0.01	88.89	1.2	1200.00	TUB PVC RIB

T13	B13	B29	8.51	0.01	8.51	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T30	B30	B31	104.76	0.03	104.81	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T32	B31	B33	30.20	0.00	30.20	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T33	B33	V-1	20.95	0.01	20.95	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T26	B22	B23	102.83	0.01	102.84	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T27	B23	B24	102.60	0.02	102.62	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T28	B24	B25	84.93	0.02	84.96	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T21	B21	B8	19.24	0.02	19.25	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T3	B3	B4	45.36	0.03	45.38	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T15	B15	B2	7.21	0.04	7.21	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T16	B16	B17	61.62	0.03	61.65	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T5	B5	B6	102.18	0.01	102.18	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T17	B17	B18	48.50	0.04	48.54	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T18	B18	B19	35.56	0.03	35.57	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T19	B19	B20	72.45	0.02	72.46	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T6	B6	B7	48.71	0.01	48.71	0.7	700.00	TUB PVC RIB
T20	B20	B21	75.64	0.03	75.68	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T22	B26	B27	93.11	0.01	93.11	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T23	B27	B28	112.70	0.02	112.72	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T24	B28	B29	86.07	0.04	86.13	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T29	B25	B32	99.90	0.01	99.91	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T31	B32	B31	10.31	0.01	10.31	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
T14	B14	B15	57.45	0.01	57.45	0.6	600.00	TUB PVC RIB
T25	B29	B25	90.80	0.01	90.81	1.2	1200.0 0	TUB PVC RIB
TOTAL		L(2D)=	2145.39	L(3D)=	2145.8 9			

Tabla 40. Resumen de longitud de tuberías.

Metrado de tuberías	Longitud	Unidades
TUB PVC UF ISO 4435 S-25 DN 600 mm	1313.47	m
TUB PVC UF ISO 4435 S-25 DN 700 mm	126.78	m
TUB PVC UF ISO 4435 S-28 DN 1200 mm	705.63	m
TUBERIA TOTAL	2145.9	m

En los Tabla 39 y

Tabla 40 se muestra el metrado de las tuberías a utilizar de acuerdo a lo modelado hidráulicamente; este metrado está según la variación del diámetro en cada uno de los casos que se ha presentado.

### 5.1.1. Movimiento de tierras

Tabla 41. Movimiento de tierras.

Sustento de excavación, refine y nivelación, compactación y eliminación de desmonte												
Tramo	Tipo de terreno	Elevación tapa buzón (inicio) (msnm)	Elevación fondo (inicio) (msnm)	Buzón (inicio)	Altura (excavación inicial)	Elevación tapa buzón (final) (msnm)	Elevación fondo (final) (msnm)	Buzón (final)	Altura (excavación final)	Longitud (m)	Altura (excavación promedio)	Diámetro (mm)
T1	Norma I	3245.330	3243.430	B1	1.900	3244.454	3242.554	B2	1.900	58.31	2.000	600.00
T2	Norma I	3244.454	3242.554	B2	1.900	3243.761	3241.861	B3	1.900	16.42	2.000	600.00
T4	Norma I	3242.561	3240.661	B4	1.900	3240.824	3238.924	B5	1.900	45.38	2.000	600.00
T7	Norma I	3239.215	3237.315	B7	1.900	3236.747	3234.847	B8	1.900	78.03	2.000	700.00
T8	Norma I	3236.747	3234.847	B8	1.900	3236.200	3234.300	B9	1.900	30.60	2.000	1200.00
T9	Norma I	3236.200	3234.300	B9	1.900	3234.636	3232.736	B10	1.900	103.48	2.000	1200.00
T10	Norma I	3234.636	3232.736	B10	1.900	3232.900	3231.000	B11	1.900	101.65	2.000	1200.00
T11	Norma I	3232.900	3231.000	B11	1.900	3231.741	3229.841	B12	1.900	101.05	2.000	1200.00
T12	Norma I	3231.741	3229.841	B12	1.900	3230.793	3228.893	B13	1.900	88.88	2.000	1200.00
T13	Norma I	3230.793	3228.893	B13	1.900	3230.693	3228.793	B29	1.900	8.51	2.000	1200.00
T30	Norma I	3231.593	3229.693	B30	1.900	3228.372	3226.472	B31	1.900	104.76	2.000	600.00

T32	Norma I	3228.372	3226.472	B31	1.900	3228.267	3226.367	B33	1.900	30.20	2.000	1200.00
T33	Norma I	3228.267	3226.367	B33	1.900	3228.060	3226.160	V-1	1.900	20.95	2.000	1200.00
T26	Norma I	3234.900	3233.000	B22	1.900	3233.772	3231.872	B23	1.900	102.83	2.000	600.00
T27	Norma I	3233.772	3231.872	B23	1.900	3231.772	3229.872	B24	1.900	102.60	2.000	600.00
T28	Norma I	3231.772	3229.872	B24	1.900	3229.672	3227.772	B25	1.900	84.93	2.000	600.00
T21	Norma I	3237.201	3235.301	B21	1.900	3236.747	3234.847	B8	1.900	19.24	2.000	1200.00
T3	Norma I	3243.761	3241.861	B3	1.900	3242.561	3240.661	B4	1.900	45.36	2.000	600.00
T15	Norma I	3244.717	3242.817	B15	1.900	3244.454	3242.554	B2	1.900	7.21	2.000	600.00
T16	Norma I	3245.717	3243.817	B16	1.900	3243.824	3241.924	B17	1.900	61.62	2.000	600.00
T5	Norma I	3240.824	3238.924	B5	1.900	3239.824	3237.924	B6	1.900	102.18	2.000	600.00
T17	Norma I	3243.824	3241.924	B17	1.900	3241.824	3239.924	B18	1.900	48.50	2.000	600.00
T18	Norma I	3241.824	3239.924	B18	1.900	3240.824	3238.924	B19	1.900	35.56	2.000	600.00
T19	Norma I	3240.824	3238.924	B19	1.900	3239.547	3237.647	B20	1.900	72.45	2.000	600.00
T6	Norma I	3239.824	3237.924	B6	1.900	3239.215	3237.315	B7	1.900	48.71	2.000	700.00
T20	Norma I	3239.547	3237.647	B20	1.900	3237.201	3235.301	B21	1.900	75.64	2.000	600.00
T22	Norma I	3236.557	3234.657	B26	1.900	3235.741	3233.841	B27	1.900	93.11	2.000	600.00
T23	Norma I	3235.741	3233.841	B27	1.900	3233.788	3231.888	B28	1.900	112.70	2.000	600.00

T24	Norma I	3233.788	3231.888	B28	1.900	3230.693	3228.793	B29	1.900	86.07	2.000	600.00
T29	Norma I	3229.672	3227.772	B25	1.900	3228.467	3226.567	B32	1.900	99.90	2.000	1200.00
T31	Norma I	3228.467	3226.567	B32	1.900	3228.372	3226.472	B31	1.900	10.31	2.000	1200.00
T14	Norma I	3245.337	3243.437	B14	1.900	3244.717	3242.817	B15	1.900	57.45	2.000	600.00
T25	Norma I	3230.693	3228.793	B29	1.900	3229.672	3227.772	B25	1.900	90.80	2.000	1200.00
EMISO R	Norma I	4009.415	4007.415	BZ-25	2.000	4006.627	4006.527	BZ-26	0.100	15.40	1.150	8.00

La Tabla 41 se muestra específicamente el movimiento de tierras que se realizará de construirse el sistema de alcantarillado pluvial, considerando el tipo y diámetro de tubería y el buzón planteado.

### 5.2.2. Metrado final

Tabla 42. Metrado final del sistema de alcantarillado pluvial.

Hoja de metrado alcantarillado pluvial									
Ítem	Descripción	Und	N° veces	Largo	Dimensiones		Parcial	Total	
					Ancho	Altura			
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO								
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01.01	Demolición de pavimento de concreto Para zanjas de drenaje pluvial	M2						2,571.58	
	Loreto margen derecha		1.00	814.74	1.20			977.69	
			1.00	99.31	1.20			119.17	

			1.00	393.26	1.20	471.91	
			1.00	61.45	1.20	73.74	
			1.00	104.76	1.20	125.71	
			1.00	669.46	1.20	803.35	
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo	ML					2,142.98
	Trazo y replanteo durante el proceso constructivo		1.00	2142.98		2142.98	
01.01.03	Cintas plástica señalización p/límite de seguridad de obra	ML					4,285.96
			2.00	2142.98		4285.96	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRA						
01.02.01	Excavación de zanja (maquina) para terreno normal H=1.90 m	ML	1.00	2145.89		2145.89	2,145.89
01.02.02	Refine de nivelación de zanjas para terreno normal /para toda profundidad	ML	1.00	2142.98		2142.98	2,142.98
01.02.03	Cama de apoyo c/mat. Zarandeado (e=10 cm)	M3	1.00	2142.98	0.10	214.30	214.30
01.02.04	Primer relleno y compactado c/mat zarandeado	M3	1.00	2142.98	0.20	428.60	428.60
01.02.05	Segundo relleno y compactado c/mat zarandeado	M3	1.00	2142.98	0.30	642.89	642.89
01.02.06	Eliminación de material excedente (Carquío)	M3	1.00	3112.85		3891.06	3,891.06
01.03	SUMINISTRO Y TENDIDO DE TUBERÍA PVC						
01.03.01	Sum. E inst. Tubería de PVC RIB ISO 4435 serie 25 Dn 600mm inc. Anillo	ML	1.00	1313.47		1313.47	1,313.47
01.03.02	Sum.e inst. Tubería de PVC RIB ISO 4435 serie 25 Dn 700mm inc. Anillo	ML	1.00	126.78		126.78	126.78
01.03.03	Sum.e inst. Tubería de PVC RIB ISO 4435 serie 25 Dn 1200 inc. Anillo	ML	1.00	705.63		705.63	705.63
01.03.04	Prueba hidráulica tubería p/drenaje pluvial a zanja tapada	ML	1.00	2145.89		2145.89	2,145.89
01.04	BUZONES						
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
01.04.01.01	Trazo y replanteo	M2			Área		26.40
	Buzones de H= 1.90		33.00		0.80	26.40	
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRA						
01.04.02.01	Excavación de buzones en terreno normal	M3					50.16

				Area			
	Buzones de H= 1.90		33.00	0.80	1.90	50.16	
01.04.02.02	Refine y perfilado de excavaciones	M2					225.72
	Buzones de H= 1.90		33.00	3.60	1.90	225.72	
01.04.02.03	Eliminación de material excedente	M3	1.00			62.70	62.70
01.04.03	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES						
01.04.03.01	Buzón tipo I t- normal a máq. Hasta 1.50 m prof. (encofr. Interior y exterior)	UND	33.00			33.00	33.00
01.05	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO						
01.05.01	OBRAS PRELIMINARES						
01.05.01.01	Limpieza de terreno manual	M2					2,571.58
	Para drenaje pluvial		1.00	2142.98	1.20	2571.58	
01.05.01.02	Trazo y replanteo preliminar	M2					2,571.58
	Para drenaje pluvial		1.00	2142.98	1.20	2571.58	
01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
01.05.02.01	Relleno y compactado	M3					482.17
	Para drenaje pluvial		1.00	2142.98	1.50	0.15	482.17
01.05.03	OBRAS DE CONCRETO						
01.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	M3	1.00	2142.98	1.50	0.15	482.17
01.06	CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURA DE DESCARGA						
01.06.01	OBRAS PRELIMINARES						
01.06.01.01	Limpieza de terreno manual	M2					5.20
	Para estructura de descarga drenaje		1.00	2.00	2.60	5.20	
01.06.01.02	Trazo y replanteo preliminar	M2					5.20
	Para estructura de descarga drenaje		1.00	2.00	2.60	5.20	
01.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
01.06.02.01	Excavación de cimentación	M3					13.00
	Para drenaje pluvial		1.00	2.00	2.60	2.50	13.00
01.06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
				Área			

01.06.03.01	Concreto ciclópeo +30% PG	M3	1.00	4.77	2.00	9.54	9.54
01.06.03.02	Encofrado y desencofrado normal	M2		Área			18.04
	Lateral		2.00	4.77		9.54	
	Frontal		2.00	4.25		8.50	
01.06.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>						
01.06.04.01	Concreto f'c=210 Kg/cm2	M3					0.42
	Murete de descarga		1.00	1.40	0.20	1.50	0.42
01.06.04.02	Encofrado y desencofrado	M2					4.80
	Murete de descarga frontal		2.00	1.40	1.50	4.20	
	Murete de descarga laterales		2.00	1.50	0.20	0.60	
01.06.04.03	Acero Fy=4200 kg/cm2	KG			Kg/m		6.12
	Para murete (varilla de 1/2)		4.00	1.50	1.02	6.12	

Finalmente en la Tabla 42 se muestra el metrado total del sistema de alcantarillado pluvial, esto de acuerdo a lo planteado en el modelamiento hidráulico y tal como se muestra en el numeral 7.3.

### 5.2.3. Presupuesto

Tabla 43. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial.

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio (s/.)	Parcial (s/.)
01	Sistema de alcantarillado				933,942.37
01.01	Trabajos preliminares				40,311.43
01.01.01	Demolición de pavimento de concreto	M²	2,571.00	4.01	10,309.71
01.01.02	Trazo, nivelación y replanteo	M	2,142.98	11.90	25,501.46
01.01.03	Cintas plástica señalización p/límite de seguridad de obra	M	4,285.96	1.05	4,500.26
01.02	Movimiento de tierras				494,482.58
01.02.01	Excavación zanja (maquina) para tubo t/ normal h=1.51 a 2.00m	M	2,145.89	8.23	17,660.67
01.02.02	Refine de nivelación de zanjas t. Normal para tubo DN 200mm para toda prof.	M	2,142.98	1.81	3,878.79
01.02.03	Cama de apoyo con material propio zarandeado h=0.1m	M	4,285.96	42.73	183,139.07
01.02.04	Primer relleno y compactado con material zarandeado	M	2,145.86	65.47	140,489.45
01.02.05	Segundo relleno y compactado con material propio	M	2,142.98	43.33	92,855.32
01.02.06	Eliminación de material excedente	M³	3,891.06	14.51	56,459.28
01.03	Suministro y tendido de tubería u - PVC				78,222.28
01.03.01	Sum. E inst. Tubería de PVC - RIB ISO 4436 serie 25 DN 600 mm inc. Anillo	M	1,313.47	28.18	37,013.58
01.03.02	Sum. E inst. Tubería de PVC - RIB ISO 4436 serie 25 DN 700 mm inc. Anillo	M	126.78	35.22	4,465.19
01.03.03	Sum. E inst. Tubería de PVC – RIB ISO 4436 serie 25 DN 1200 mm inc. Anillo	M	705.63	46.75	32,988.20
01.03.04	Prueba hidráulica tubería p/desagüe DN 200mm a zanja tapada	M	2,145.89	1.75	3,755.31
01.04	Buzones				49,342.49
01.04.01	Trabajos preliminares				39.86
01.04.01.01	Trazo y replanteo	M²	26.40	1.51	39.86
01.04.02	Movimiento de tierras				2,659.11
01.04.02.01	Excavación de buzones en terreno normal	M³	50.16	30.60	1,534.90

01.04.02.02	Refine y perfilado de excavaciones	M <sup>2</sup>	225.72	0.95	214.43
01.04.02.03	Eliminación de material excedente	M <sup>3</sup>	62.70	14.51	909.78
01.04.03	Construcciones de buzones				46,643.52
01.04.03.01	Buzón tipo i t- normal a maq. 1.51 a 2.00 m prof. (encofr. Interior y exterior)	Und	33.00	1,413.44	46,643.52
01.05	Reposiciona de pavimento rígido				267,723.31
01.05.01	Obras preliminares				8,846.24
01.05.01.01	Limpieza del terreno manual	M <sup>2</sup>	2,571.58	1.93	4,963.15
01.05.01.02	trazo y replanteo	M <sup>2</sup>	2,571.58	1.51	3,883.09
01.05.02	Movimiento de tierras				43,202.43
01.05.02.01	Relleno y compactación	M <sup>3</sup>	482.17	89.60	43,202.43
01.05.03	Obras de concreto				215,674.64
01.05.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	M <sup>3</sup>	482.17	447.30	215,674.64
01.06	Construcción de estructuras de descarga				3,860.28
01.06.01	Obras preliminares				17.89
01.06.01.01	Limpieza del terreno manual	M <sup>2</sup>	5.20	1.93	10.04
01.06.01.02	Trazo y replanteo	M <sup>2</sup>	5.20	1.51	7.85
01.06.02	Movimiento de tierras				147.81
01.06.02.01	Excavación de cimentación	M <sup>3</sup>	13.00	11.37	147.81
01.06.03	Concreto simple				3,147.81
01.06.03.01	Concreto ciclópeo 1:10 + 30% p.g.	M <sup>3</sup>	9.54	197.08	1,880.14
01.06.03.02	Encofrado y desencofrado normal	M <sup>2</sup>	18.04	70.27	1,267.67
01.06.04	Concreto armado				546.77
01.06.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	M <sup>3</sup>	0.42	447.30	187.87
01.06.04.02	Encofrado y desencofrado	M <sup>2</sup>	4.80	66.93	321.26
01.06.04.03	Acero fy=4,200 kg/cm2	Kg	6.12	6.15	37.64
Costo directo					933,942.37
Impuesto general a la venta (18%)					168,109.63
Costo total					1,102,052.00

El presupuesto de llevarse a cabo la construcción del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto se detalla en la Tabla 43; para ello se ha tomado en cuenta el costo directo y el pago de impuesto (IGV).

### 5.3. Calidad de agua pluvial en el Jr. Loreto

#### 5.3.1. Calidad del agua pluvial con presencia de agua residual

Tabla 44. Resultados de análisis fisicoquímico promedio del agua pluvial contaminada.

Ensayo	Método	Resultado	
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	51.50	mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	260.43	mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>1</sup> -B-Argentométrico	146.08	mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	114.86	mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	8.50	
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	186.57	mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	117.67	mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	5.87	NTU

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

En la Tabla 44 se muestra los análisis fisicoquímico del promedio obtenido de las 03 muestras del drenaje pluvial con aguas contaminadas con las aguas servidas provenientes del alcantarillado, siendo así que todos los parámetros citados sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad de agua establecido por el ministerio del ambiente aplicables al vertimiento de efluentes líquidos; esta consideración se llega teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes parámetros: el límite máximo de los aceites y grasas es de 20.00 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es mayor, el límite máximo de los cloruros es de 250 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es mayor, el límite máximo de los sulfatos es de 250 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es menor, el límite máximo permisible del potencial de hidrógeno es de 6.5 a 8.5 y el valor de la Tabla anterior se encuentra dentro de este rango, el límite máximo permisible para los sólidos en suspensión es de 150 mg/L y el valor de la Tabla está por encima de este valor,

el límite máximo permisible del contenido de sólidos totales disueltos es de 100 mg/L y el valor de la Tabla anterior sobrepasa tal límite y el límite de la turbidez es de 5 NTU y el valor de la Tabla anterior sobrepasa ese límite.

Tabla 45. Resultado promedio de los indicadores de contaminación bioquímica y química del agua pluvial contaminada.

Ensayo	Método	Resultado	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	264.33	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	163	mg/L

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

En la Tabla 45 se muestra los resultados promedios del análisis de los indicadores de contaminación sobrepasando los valores establecidos por el ministerio del ambiente, en el que se indican lo siguiente: la demanda química de oxígeno máximo permisible es de 200 mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno es de 100 mg/L.

Tabla 46. Resultados promedio del análisis bacteriológico del agua pluvial contaminada.

Ensayo	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	36500.00	161.67

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

La Tabla 46 muestra los valores promedios del análisis bacteriológico, siendo así que los parámetros citados sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la normativa del reglamento del ministerio del ambiente; siendo que este reglamento indica que el contenido de estos debe ser de 00 UFC/100MI; sin embargo los valores de la Tabla sobrepasan los valores límites establecidos.

### 5.3.2. Calidad del agua pluvial sin presencia de agua residual

Tabla 47. Resultados de análisis fisicoquímico del agua pluvial sin contaminación.

Ensayo	Método	Resultados
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	16.33 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	37.83 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>1</sup> -B-Argentométrico	61.05 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	76.11 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	7.20
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	87.60 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	37.73 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	1.77 NTU

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

En la Tabla 47 se muestra los análisis fisicoquímico de la muestra de agua pluvia sin que esta haya sido afectada por las aguas servidas, siendo así que ninguno de los parámetros citados sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento establecidos por el ministerio del ambiente; esta consideración se llega teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes parámetros, esta consideración se llega teniendo en cuenta el cumplimiento de los siguientes parámetros: el límite máximo de los aceites y grasas es de 20.00 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es menor, el límite máximo de los cloruros es de 250 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es menor, el límite máximo de los sulfatos es de 250 mg/L y el valor citado en la Tabla anterior es menor, el límite máximo permisible del potencial de hidrógeno es de 6.5 a 8.5 y el valor de la Tabla anterior se encuentra dentro de este rango, el límite máximo permisible para los sólidos en suspensión es de 150 mg/L y el valor de la Tabla está por debajo de este valor, el límite máximo permisible del contenido de sólidos totales disueltos es de 100 mg/L y el valor de la Tabla anterior no

sobrepasa tal límite y el límite de la turbidez es de 5 NTU y el valor de la Tabla anterior no sobrepasa ese límite.

Tabla 48. Resultados promedios de los indicadores de contaminación bioquímica y química del agua pluvial sin contaminación.

Ensayo	Método	Resultado
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	35.67 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	18.00 mg/L

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

En la Tabla 48 se muestra los resultados promedios del análisis de los indicadores de contaminación no sobrepasan los valores establecidos por el ministerio del ambiente, en el que se indican lo siguiente: la demanda química de oxígeno máximo permisible es de 200 mg/L y la demanda bioquímica de oxígeno es de 100 mg/L.

Tabla 49. Resultados promedio del análisis bacteriológico del agua pluvial sin contaminación.

Ensayo	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	180.33	10.67

Fuente: Análisis de laboratorio – Facultad de química (UNCP).

En la Tabla 49 se muestran los valores en promedio del análisis bacteriológico de las muestras obtenidas del agua pluvial sin mezcla de aguas residuales, siendo así que los parámetros citados sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento del ministerio del ambiente; siendo que este reglamento indica que el contenido de estos debe ser de 00 UFC/100MI.

## **CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto**

Para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto se ha considerado lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la norma OS.060; situación por la cual el área que abarca el diseño hidráulico al ser menor a 13 km<sup>2</sup> es considerado un sistema de drenaje urbano menor, respecto al periodo de retorno de la tormenta ha sido considerado el lapso de 2 años y 10 años en concordancia al numeral 6.1 de la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones y con lo citado por Pérez (2015), el coeficiente de escorrentía y las características del tipo de uso del suelo ha sido considerado lo citado en el anexo N° 01 de la norma OS.060 y lo detallado en la Tabla 2, el área impermeable en base que, el área intervenida está compuesta por asfalto, concreto y techos se ha considerado de 95%; no obstante la subcuenca C7 al corresponder al Parque 6 de junio se ha considerado una permeabilidad de 10%, el coeficiente n de impermeabilidad, permeabilidad, el almacenamiento en depresión del área impermeable y permeable, el área impermeable sin almacenamiento y el modelo de infiltración han sido tomados en cuenta según lo mencionados por el Manual del SWMM V.5 y la investigación realizada por Granda (2013).

Se realizó la delimitación de las vías de acceso y comunicación llegando así a determinar que, el Jr. Loreto corresponde una vía importante llegando a conectar 11 vías adicionales, esta delimitación fue importante para especificar los puntos de recolección, transporte y evacuación y cumplir con el objetivo de la norma OS.060; esta es necesaria y se concuerda con lo realizado por Gonzales y Velazco (2014) en su tesis de pre grado.

El estudio hidrológico ha sido en base a los datos de precipitación mensual de la estación pluviométrica del Shullcas; sin embargo, para el modelamiento hidráulico es necesario datos de tormenta situación por la cual se ha utilizado el método de distribución probabilística de Gumbel tal como lo estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones: “Si para la zona en estudio sólo existe información pluviométrica, se encontrará la distribución de frecuencias de la precipitación máxima en 24 horas de dicha estación”, la distribución de Gumbel también ha sido utilizada en tesis similares tales como las realizadas por Gonzales y Velazco (2014), Yañez (2014) y Granda (2013); en la Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22 se detalla el procedimiento matemático de la distribución de Gumbel pasando de la interpretación mensual, diaria, horaria a minutos y finalmente en Tabla 23 y Figura 9 se muestra los datos de la intensidad – duración – frecuencia para un tiempo de retorno de 2 y 10 años.

Lo previo para el modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial es determinar el área de las sub cuencas que vienen a ser cada uno de las manzanas para ello se ha identificado el área en hectáreas y el ancho de estas

tal como se muestra en la Tabla 24, llegando a intervenir un total de 28 sub cuencas.

Del mismo modo se ha consignado las características de los buzones, estableciéndose una profundidad promedio de 1.8 m y cotas las cotas de cada uno de ellos (valores obtenidos en el levantamiento topográfico); esta información se detalla en la Tabla 25.

Las longitudes de las tuberías (cada tramo entre buzones), la sección circular y el diámetro de los 33 tramos identificados se muestra en la Tabla 26.

El entorno de simulación con cada una de las características establecidas (sub cuencas, buzones y redes) se muestra en Figura 10; se ha ingresado los datos de las series temporales (información obtenida de acuerdo a la distribución probabilística de Gumbel) para un tiempo de retorno de 2 y 10 años tal como se muestra en la Figura 11, Figura 12, Figura 13 y la Figura 14.

Para el modelamiento hidráulico en un tiempo de retorno de 2 años se ha tomado las consideraciones previas tal como se muestra en la Tabla 27 donde se especifica las unidades (Lps), el método de infiltración: Green. Ampt, el método de cálculo hidráulico: Kinwave tal como se cita en el Manual del SWMM v.5 y las investigaciones realizadas por Gonzales y Velazco (2014), Yañez (2014) y Granda (2013) en las tesis de pre grado y el intervalo de análisis se ha considerado 30 segundos.

La escorrentía generada en cada una de las sub cuencas, la infiltración y el coeficiente de escorrentía se muestra en la Tabla 28, donde la precipitación total (mm) es de 112.256 en todas las sub cuencas, la infiltración va de 1.8 a 4.3 mm en las sub cuencas consideradas con alta impermeabilización excepto en la sub

cuenca C7 de 83.236 mm por ser aquella que involucra al Parque 6 de junio; del mismo modo la escorrentía total en mm oscila entre 110.2 a 111.2 excepto en la sub cuenca C7 que es de 30.615 mm, el coeficiente de escorrentía en las sub cuencas “urbanizadas” es en promedio de 0.99 a excepción de la sub cuenca C7 que es de 0.273.

Los niveles máximos de los buzones se especifican en la Tabla 29 pudiéndose observar que el nivel máximo no sobrepasa los 1.9 m por lo que se considera esta valor promedio en toda la red, en cuanto al instante máximo de altura máxima se puede fijar que corresponde entre los 16 minutos hasta los 22 minutos iniciada la tormenta, lo cual se puede contrastar con lo especificado que mayor intensidad de lluvia menor duración según lo citado en las investigaciones de Granda (2013).

Los mayores aportes de los buzones se dan en promedio a los minutos iniciada la tormenta tal como se muestra en la Tabla 30; asimismo el máximo aporte lateral es de 1318 m<sup>3</sup>.

Los caudales en las redes se muestra en la Tabla 32 donde el máximo caudal en litros por segundo es de 5778.49 en la tramo denominado T29 en un tiempo de concentración de 22 minutos; igualmente en este Tabla se puede observar las máximas velocidades en metros por segundo que alcanza el flujo del agua donde en ninguno de los tramos se sobreesa los 6.00 m/s, velocidad máxima establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones; por último el nivel máximo de llenado de las tuberías no se encuentran sobre los diámetros establecidos en la Tabla 4 concluyéndose como correcto el modelamiento.

Finalmente, el volumen de vertido (el mismo que sea receptado por el río Florido) es de 12447 m<sup>3</sup> con un caudal medio de 291.98 litros por segundo, caudal máximo de 3343.01 litros por segundo y con una frecuencia de vertido de 98.61%. Asimismo, según lo establecido por Palacios (2010) en su investigación del aprovechamiento de aguas lluvias, García (2012) en la investigación sobre la captación de aguas pluviales para un ecobarrio y el volumen calculado se puede establecer que es posible aprovechar 13184 m<sup>3</sup> en un periodo de tormenta pudiendo ser este aprovechable como el uso de agua potable teniendo en cuenta también los análisis a las aguas pluvial (numeral 5.3).

Con la misma metodología se ha realizado por cálculos para un periodo de retorno de 10 años, detallándose de la siguiente manera:

Las consideraciones previas tal como se muestra en la Tabla 33 donde se especifica las unidades (Lps), el método de infiltración: Green. Ampt, el método de cálculo hidráulico: Kinwave tal como se cita en el Manual del SWMM v.5 y las investigaciones realizadas por Gonzales y Velazco (2014), Yañez (2014) y Granda (2013) en las tesis de pre grado y el intervalo de análisis se ha considerado 30 segundos.

La esorrentía generada en cada una de las sub cuencas, la infiltración y el coeficiente de esorrentía se muestra en la Tabla 34, donde la precipitación total (mm) es de 141.142 en todas las sub cuencas, la infiltración va de 1.8 a 4.4 mm en las sub cuencas consideradas con alta impermeabilización excepto en la sub cuenca C7 de 86.483 mm por ser aquella que involucra al Parque 6 de junio; del mismo modo la esorrentía total en mm oscila entre 139.5 a 140.9 excepto en la sub cuenca C7 que es de 56.048 mm, el coeficiente de esorrentía en las sub

cuencas “urbanizadas” es en promedio de 0.99 a excepción de la sub cuenca C7 que es de 0.397.

Los niveles máximos de los buzones se especifican en la Tabla 35 pudiéndose observar que el nivel máximo no sobrepasa los 1.9 m por lo que se considera esta valor promedio en toda la red, en cuanto al instante máximo de altura máxima se puede fijar que corresponde entre los 15 minutos hasta los 21 minutos iniciada la tormenta, lo cual se puede contrastar con lo especificado que mayor intensidad de lluvia menor duración según lo citado en las investigaciones de Granda (2013).

Los mayores aportes de los buzones se dan en promedio a los minutos iniciada la tormenta tal como se muestra en la Tabla 36; asimismo el máximo aporte lateral es de 1669 m<sup>3</sup>.

Los caudales en las redes se muestra en la Tabla 38 donde el máximo caudal en litros por segundo es de 5941.55 en la tramo denominado T29 en un tiempo de concentración de 30 minutos; igualmente en este Tabla se puede observar las máximas velocidades en metros por segundo que alcanza el flujo del agua donde en ninguno de los tramos se sobreesa los 6.00 m/s, velocidad máxima establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones; por último el nivel máximo de llenado de las tuberías no se encuentran sobre los diámetros establecidos en la Tabla 4 concluyéndose como correcto el modelamiento.

Finalmente, el volumen de vertido (el mismo que sea receptado por el río Florido) es de 13184 m<sup>3</sup> con un caudal medio de 309.27 litros por segundo, caudal máximo de 3349.83 litros por segundo y con una frecuencia de vertido de 98.61% tal como se muestra en la Tabla 37. Asimismo, según lo establecido por

Palacios (2010) en su investigación del aprovechamiento de aguas lluvias, García (2012) en la investigación sobre la captación de aguas pluviales para un ecobarrio y el volumen calculado se puede establecer que es posible aprovechar 13184 m<sup>3</sup> en un periodo de tormenta pudiendo ser este aprovechable como el uso de agua potable teniendo en cuenta también los análisis a las aguas pluvial (numeral 5.3).

Según todo lo detallado es dable mencionar que, el diseño planteado de acuerdo a las características físicas plasmadas cumple tanto para un periodo de retorno de 2 años como para un periodo de retorno de 10 años tal como establece la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

#### **6.1. Costo del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto**

Para determinar el costo del sistema de alcantarillado pluvial en el Jr. Loreto en primera instancia se ha realizado el metrado de lo interviniente; siendo así que, en la Tabla 39 se ha cuantificado la longitud de las tuberías a utilizar considerando la pendiente del terreno y el diámetro de estas, llegándose a establecer que en el desarrollo del sistema de alcantarillado pluvial se requerirá un total de tubería PVC RIB de 600 mm (0.60m) en un total de 1313.47m, tubería PVC RIB de 700 mm (0.70m) en un total de 126.78m y tubería PVC RIB de 1200 mm (1.20m) en un total de 705.63m; la longitud total de tubería asciende a 2145.9m (Tabla 40).

El movimiento de tierras por la implementación de los buzones (33 unidades) ha sido calculado detalladamente teniendo en consideración la elevación de la tapa, elevación de fondo y tipo de terreno tal como se muestra en la Tabla 41.

El metrado final del alcantarillado pluvial representado por la unidad de medida, el número de veces que se presenta la partida, las dimensiones y el metrado se encuentran plasmados en la Tabla 42; todo esto a fin de determinar el presupuesto siendo de S/. 993 942.37 en costo directo y considerando el impuesto general de las ventas asciende a S/. 1102052.00; asimismo cabe resaltar que, uno de los mayores montos se da por el movimiento de tierras (partida 01.02) en S/. 494482.58 seguido de la reposición del pavimento rígido (partida 01.05) de 267723.31 y en tercer lugar el suministro y tendido de tubería PVC (partida 01.03) con S/. 78222.28.

Según los valores obtenidos en el presupuesto es dable mencionar que, si de aplicarse lo estipulado en el numeral 4.6 de la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones: “Toda nueva habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10 mm en 24 horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.” ; dos de los tres costos considerados en el párrafo anterior se verían reducidos y por ende un proyecto de esta envergadura sería más económico.

## **6.2. Calidad de agua pluvial en el Jr. Loreto**

Para obtener la calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto se tomaron 03 muestras del agua pluvial mezcladas con las aguas residuales de la red de alcantarillado, el promedio de estas muestras son: Aceites y grasas es de 51.50 mg/L, alcalinidad total: 260.43 mg/L, cloruros es de 146.08 mg/L, sulfatos es 114.86 mg/L, potencial de hidrógeno es 8.50, sólidos en suspensión es de 186.57 mg/L, sólidos disueltos es de 117.67 mg/L ,la turbidez es de 5.87 NTU, la

demanda química de oxígeno (DQO) es de 164.33 mg/L, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) es de 163 mg/L, los coliformes totales es de 36500 UFC/100 mL y los coliformes termotolerantes es de 161.67 UFC/100 mL; de estos resultados se observa que todos los parámetros fisicoquímicos, los indicadores de contaminación bioquímica, química y bacteriológica no cumplen con lo establecido en el decreto supremo N°003-2010-MINAM por el ministerio del ambiente, demostrando así que, el Jr. Loreto es un foco de contaminación y/o transmisión de enfermedades debido a la mezcla del agua pluvial y las aguas negras provenientes de la red de alcantarillado lo cual coincide con lo mencionado en el manual “Solamente agua de lluvia en los desagües” publicado por el personal de control de calidad del agua del Condado de Clark (2010).

Por otro lado, se realizó 03 muestreos del agua pluvial sin mezcla con el desagüe de aguas residuales, obteniendo valores promedio de estas muestras: Aceites y grasas es de 16.33 mg/L, alcalinidad total: 37.83 mg/L, cloruros es de 61.05 mg/L, sulfatos es 76.11 mg/L, potencial de hidrógeno es 7.20, sólidos en suspensión es de 87.60 mg/L, sólidos disueltos es de 37.73 mg/L, la turbidez es de 1.77 NTU, la demanda química de oxígeno (DQO) es de 35.67 mg/L, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) es de 18 mg/L, los coliformes totales es de 183.33 UFC/100 mL y los coliformes termotolerantes es de 10.67 UFC/100 mL; de lo cual se establece que los parámetros fisicoquímico y los indicadores de contaminación bioquímica y química se encuentran dentro de los límites máximos permisibles del decreto supremo N°003-2010-MINAM; sin embargo existe la presencia de coliformes totales y termotolerantes pero en mínima incidencia.

Con estos resultados se puede establecer que, estas aguas provenientes de las precipitaciones presentan buena calidad y puede ser evacuada directamente a ríos sin aportar contaminación, tal como lo indican Luna, Ordoñez y Romero (2015) en la tesis de pre grado, “Diagnóstico de la calidad de agua pluvial y de la red de abastecimiento municipal. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia y su aceptación en la comunidad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMéx.”; adicional a esto y teniendo en cuenta lo establecido en el numeral 0 durante una tormenta la esorrentía total promedio es de 13184 m<sup>3</sup> pudiendo estos ser utilizados como para el uso de agua potable con un tratamiento debido y tal como lo postula Gonzales y Velazco (2014).

## CONCLUSIONES

1. Se ha determinado el diseño de la red pluvial considerando una tormenta que puede acumular aproximadamente 13 184.00 m<sup>3</sup> de agua pluvial, siendo así que se contará con tuberías de diámetros de 600 mm, 700 mm y 1200 mm, unidos mediante buzones de 1.90 m de altura en los cuales se regula el caudal y evita el aniego de las intersecciones del Jr. Áncash y el Jr. Loreto y el cruce de la Av. Real y el Jr. Loreto, zonas que en la actualidad se ven afectadas cuando hay precipitaciones moderadas e intensas.
2. Se ha estimado el costo de la implantación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, siendo este de S/. 1 102 052.00, el cual considera la instalación de 2 571.58 m de tuberías de diámetros que varían entre 600mm y 1200mm, con los que se asegura el correcto drenaje de las aguas pluviales provenientes de la esorrentía de 28 manzanas comprendidas entre el Jr. Amazonas y la Av. Huancavelica, beneficiando así a la población de Huancayo, por lo que, el monto es una inversión necesaria y viable por parte del gobierno local.
3. Se ha analizado la calidad del agua pluvial tanto con mezcla del alcantarillado sanitario especialmente en las intersecciones del Jr. Loreto con la Av. Real y el Jr. Áncash, resultando que esta sobrepasa los límites máximos permisibles convirtiéndose en posibles focos de infección; esta contaminación se debe en su mayor parte a que las aguas pluviales se mezclan con las aguas residuales en una sola red de alcantarillado las cuales desembocan en el río Mantaro, aumentado así la contaminación de este río. Asimismo, se ha determinado la calidad del agua pluvial sin la mezcla de aguas residuales, y

estos estudios demuestran que el agua de lluvia cumple los parámetros establecidos por el ministerio del ambiente y que, mediante la implementación de un sistema de drenaje pluvial separado del sistema de alcantarillado mejorarán la calidad del agua vertida a los ríos.

## RECOMENDACIONES

1. En la actualidad, en la ciudad de Huancayo durante una tormenta se puede generar hasta 13 184 m<sup>3</sup> de agua pluvial, los cuales se pierden debido a la mezcla de éstas con aguas servidas, por lo que, se recomienda al Autoridad Local del Agua, considerar este recurso mediante un tratamiento para fines agrícolas o de consumo, adicional a ello se sugiere la aplicación del software SWMM V.5 para los cálculos de escorrentía en otras zonas de estudio con el fin de diseñar el drenaje pluvial ya que, utiliza el método de onda cinemática el cual es mejor que otros métodos empíricos conocidos.
2. Al gobierno regional y/o local de Huancayo se recomienda realizar proyectos referentes al drenaje pluvial no solo en la zona de estudio de la presente investigación, sino también en otros puntos críticos de la ciudad.
3. De acuerdo a los ensayos de laboratorio se ha determinado la calidad de agua, por lo que recomienda a las autoridades competentes tener consideración de ello a fin de evitar riesgos a la población huancaína.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* (L. Gaona, Ed.) (Segunda). México: Pearson Educación.
- Chávez, F. (2006). *Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano.* Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chereque, W. (2005). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil.* (Pontificia Universidad Católica del Perú, Ed.) (Segunda). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología.* (H. Rivera, Ed.) (Primera). México: Pearson Educación.
- Franquet, J. (2017). Biblioteca Virtual. Retrieved from <http://www.eumed.net/libros-gratis/2005/jmfb-h/1 u.htm>
- García, J. (2012). *Sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un ecobarrio de la CD. México.* Universidad Autónoma de México.
- Granda, R. (2013). *Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la Urbanización Angamos.* Universidad de Piura.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación.* (J. Mares, Ed.) (Quinta). México: McGRAW-HILL.
- Luna, K., Ordoñez, I., & Romero, M. (2015). *Diagnóstico de la calidad de agua pluvial y de la red de abastecimiento municipal. Diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia y su aceptación en la comunidad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAWMéx.* Universidad Autónoma del Estado de México.

- MINAM. (2010). Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas o municipales. Lima - Perú: Ministerio del Ambiente. Retrieved from <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/37623>
- MVCS. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima - Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Palacio, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquía. *Revista Gestión Y Ambiente*, 13(0124.77X), 25–40.
- Pérez, R. (2015). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. (M. EIRL, Ed.) (Primera). Lima - Perú: Editorial Macro.
- SENAMHI. (2017). Datos históricos. Retrieved from <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>
- Yañez, E. (2014). *Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y el Jr. Santa Rosa*. Universidad Privada del Norte.

## 7. ANEXOS

## **7.1. Matriz de consistencia**



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JIRÓN LORETO TRAMO AMAZONAS –CALLE REAL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA HUANCAYO – REGIÓN JUNÍN 2016**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables y dimensiones</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo evacuar las aguas pluviales en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo - 2017?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017.</p>	<p><b>Antecedentes:</b></p> <p><b>Antecedentes nacionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granda (2013) en la tesis de pregrado, “Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos”.</li> <li>- Chávez (2006) en la tesis de pregrado, “Simulación y optimización de un sistema de alcantarillado urbano”.</li> <li>- Yañez (2014) en la tesis “Eficiencia del sistema de drenaje pluvial en la Av. Angamos y Jr. Santa Rosa”.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La evacuación de las aguas pluviales en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017 es posible mediante el diseño del alcantarillado pluvial teniendo en cuenta lo estipulado en la norma OS.060 para urbanismo menores.</p>	<p><b>Variable 1:</b></p> <p>Diseño de alcantarillado pluvial.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de aguas pluviales.</li> <li>- Transporte de aguas pluviales.</li> <li>- Evacuación de aguas pluviales.</li> </ul>	<p><b>Diseño:</b> No experimental.</p> <p><b>Tipo de estudio:</b> Básica o pura.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Cuando:</b> 2017</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> Corresponde al Jr. Loreto del distrito y provincia de Huancayo.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuál es el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017?</li> <li>- ¿Cuál es el costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017?</li> <li>- ¿Cuál es la calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo - 2017 con la finalidad de verterlo al río Florido?</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial del Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo - 2017.</li> <li>- Estimar el costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017.</li> <li>- Analizar la calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo-2017 con la finalidad de verterlo al río Florido.</li> </ul>	<p><b>Antecedentes internacionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luna et. al (2015) en la tesis de pregrado, “Diagnóstico de la calidad de agua pluvial y de la red de abastecimiento municipal. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia y su aceptación en la comunidad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAE Méx.”</li> <li>- Palacios (2010) en la tesis, “Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia, como alternativa para el ahorro del agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia”.</li> <li>- García (2012) en su proyecto “El sistema de captación para el aprovechamiento pluvial en un ecobarrio de la Ciudad de México”.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El diseño del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017 es aquel que comprende lo estipulado por la norma OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.</li> <li>- El costo de implementación del sistema de alcantarillado pluvial para el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo – 2017 está de acuerdo a lo diseñado y el metrado del mismo.</li> <li>- La calidad del agua pluvial en el Jr. Loreto, distrito y provincia de Huancayo - 2017 con la finalidad de verterlo al río Florido cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente.</li> </ul>	<p><b>Variable 2:</b></p> <p>Costo del sistema de alcantarillado pluvial.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo directo.</li> </ul> <p><b>Variable 3:</b></p> <p>Calidad de aguas pluviales.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parámetros fisicoquímicos.</li> <li>- Parámetros bacteriológicos.</li> </ul>	<p><b>Muestra:</b> De acuerdo al método no probabilístico intencional viene a ser el Jr. Loreto entre el Jr. Amazonas y la Av. Huancavelica.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos:</b></p> <p><b>cuantitativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Recolección de datos</b></li> </ul> <p><b>Técnicas de procesamiento de datos:</b></p> <p><b>Análisis estadístico, análisis de laboratorio y diseño del sistema de alcantarillado pluvial.</b></p>

## **7.2. Análisis de laboratorio**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA

MUESTRA: Agua pluvial N° 01.	N° DE REFERENCIA: 061 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL, APHA, AWWA, WPCF.

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

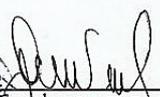
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	50 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	269.4 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	130.25 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	115.2 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	8.2
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	155.3 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	115.2 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	5.6 NTU

### ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	158 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	265 mg/L

### ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	10000	150

  
Dr. Demetrio Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ

Huancayo, 28 de abril de 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA

MUESTRA: Agua pluvial N° 02.	N° DE REFERENCIA: 062 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL,  
APHA, AWWA, WPCF.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:**

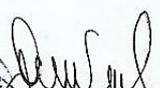
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	53.2 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	258.4 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	132.5 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	116.87 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	8.4
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	153.4 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	118.6 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	6.1 NTU

**ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	161 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	264 mg/L

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:**

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	90000	165

  
Dr. Demetrio Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ

Huancayo, 28 de abril de 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA

MUESTRA: Agua pluvial N° 03.	N° DE REFERENCIA: 063 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL,  
APHA, AWWA, WPCF.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	51.3 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	253.5 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	175.5 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	112.5 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	8.9
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	251 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	119.2 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	5.9 NTU

**ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	160 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	264 mg/L

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:**

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	9500	170



Dr. Demetrio Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ

Huancayo, 28 de abril de 2017.



**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY**

**ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA**

MUESTRA: Agua pluvial N° 04.	N° DE REFERENCIA: 064 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

**MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL, APHA, AWWA, WPCF.**

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	18.00 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	37.50 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	58.35 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	74.20 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	7.10
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	87.60 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	42.1 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	2.1 NTU

**ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	15 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	33 mg/L

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:**

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	150	5

  
Dr. Benigno Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ



Huancayo, 28 de abril de 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA

MUESTRA: Agua pluvial N° 05.	N° DE REFERENCIA: 065 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL,  
APHA, AWWA, WPCF.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:**

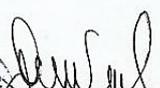
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	15.00 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	36.00 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	62.3 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	75.62 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	7.3
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	87.60 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	38.70 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	1.5 NTU

**ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	18 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	39 mg/L

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:**

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	201	15

  
Dr. Demetrio Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ



Huancayo, 28 de abril de 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ  
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTES: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

ANGELLA MILAGROS OZORIAGA RIVERA

MUESTRA: Agua pluvial N° 06.	N° DE REFERENCIA: 066 - 2017
URBANIZACIÓN: Huancayo.	FECHA DE MUESTREO: 24/04/2017
DISTRITO: Huancayo.	HORA DE MUESTREO: 4:40 pm
PROVINCIA: Huancayo.	FECHA DE ANÁLISIS: 25/04/2017
REGIÓN: Junín.	MUESTREADOR: Angella M. Ozoriaga Rivera.

Analista: Ing. Carmen Veli Villareal.

MÉTODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL,  
APHA, AWWA, WPCF.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:**

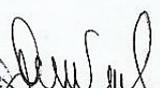
ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Aceites y grasas	MS-2340-C- SOXHLET	16.00 mg/L
Alcalinidad total	MS-2330-B-Titulación	40.00 mg/L
Cloruros	MS-45000-Cl <sup>-1</sup> -B-Argentométrico	62.50 mg/L
Sulfatos	MS-4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - E- Turbidimétrico	78.50 mg/L
Potencial de hidrógeno	MS-4500-H <sup>+</sup> -B-Electrométrico	7.2
Sólidos en suspensión	MS-2540-D-Secado a 103°C - 105°C	87.60 mg/L
Sólidos disueltos	MS-2540-C-Secados a 180°C	32.40 mg/L
Turbidez	MS-2130-B-Nefelométrico	1.7 NTU

**ANÁLISIS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN BIOQUÍMICA Y QUÍMICA:**

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	MS-5220-D-Refujo Cerrado Colorímetro	21 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	MS-5210-B-ROB 5 días	35 mg/L

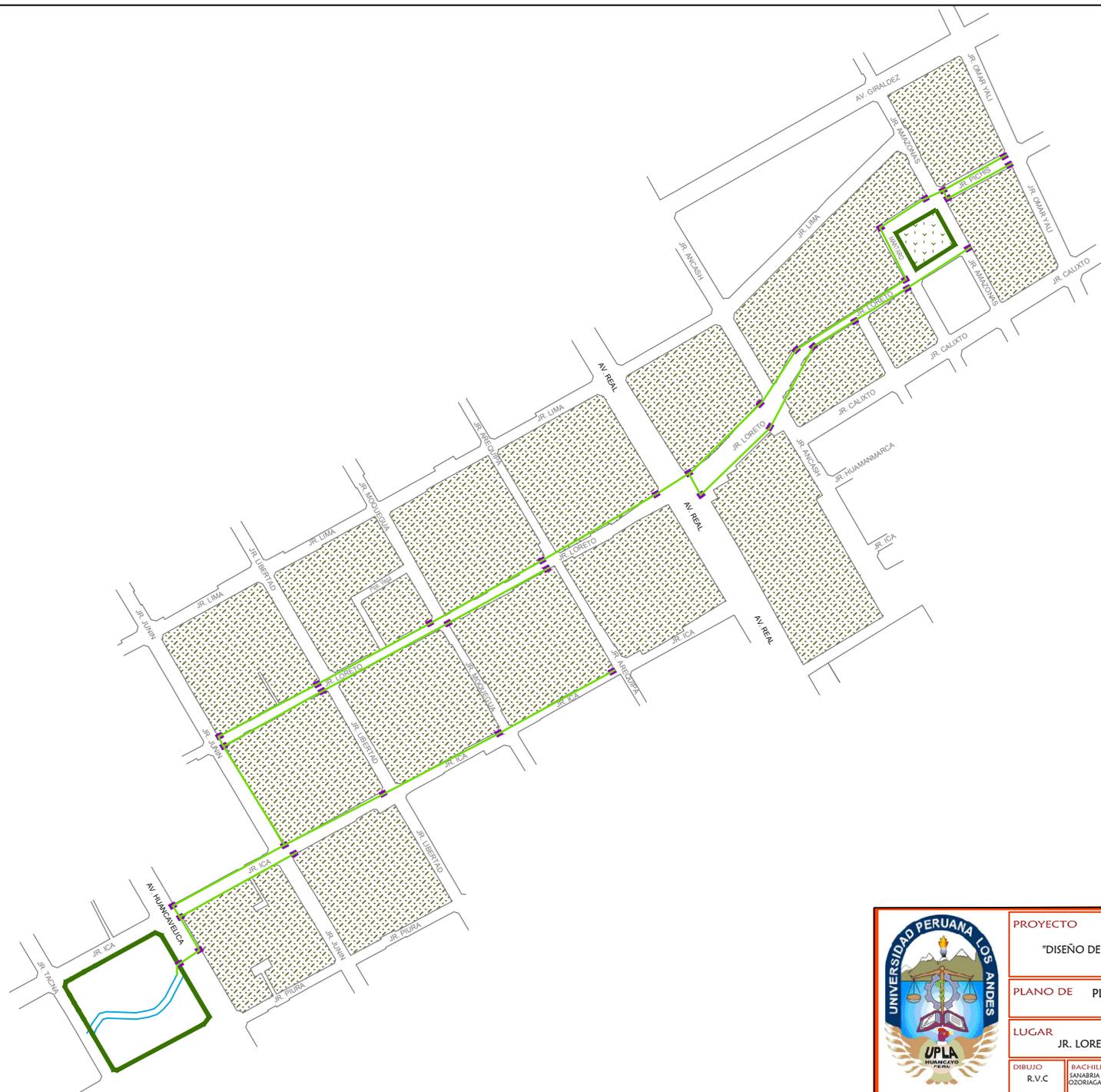
**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:**

ENSAYO	Coliformes Totales UFC/100 mL	Coliformes Termotolerantes UFC/100 mL
039-BRD-Dilución en tubo	190	12

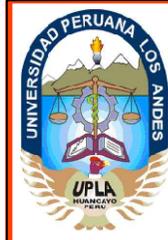
  
Dr. Demetrio Salazar Mauricio  
Responsable del LAQ

Huancayo, 28 de abril de 2017.

### 7.3. Planos



LEYENDA	
	Red pluvial
	Buzones de recolección
	Áreas de influencia

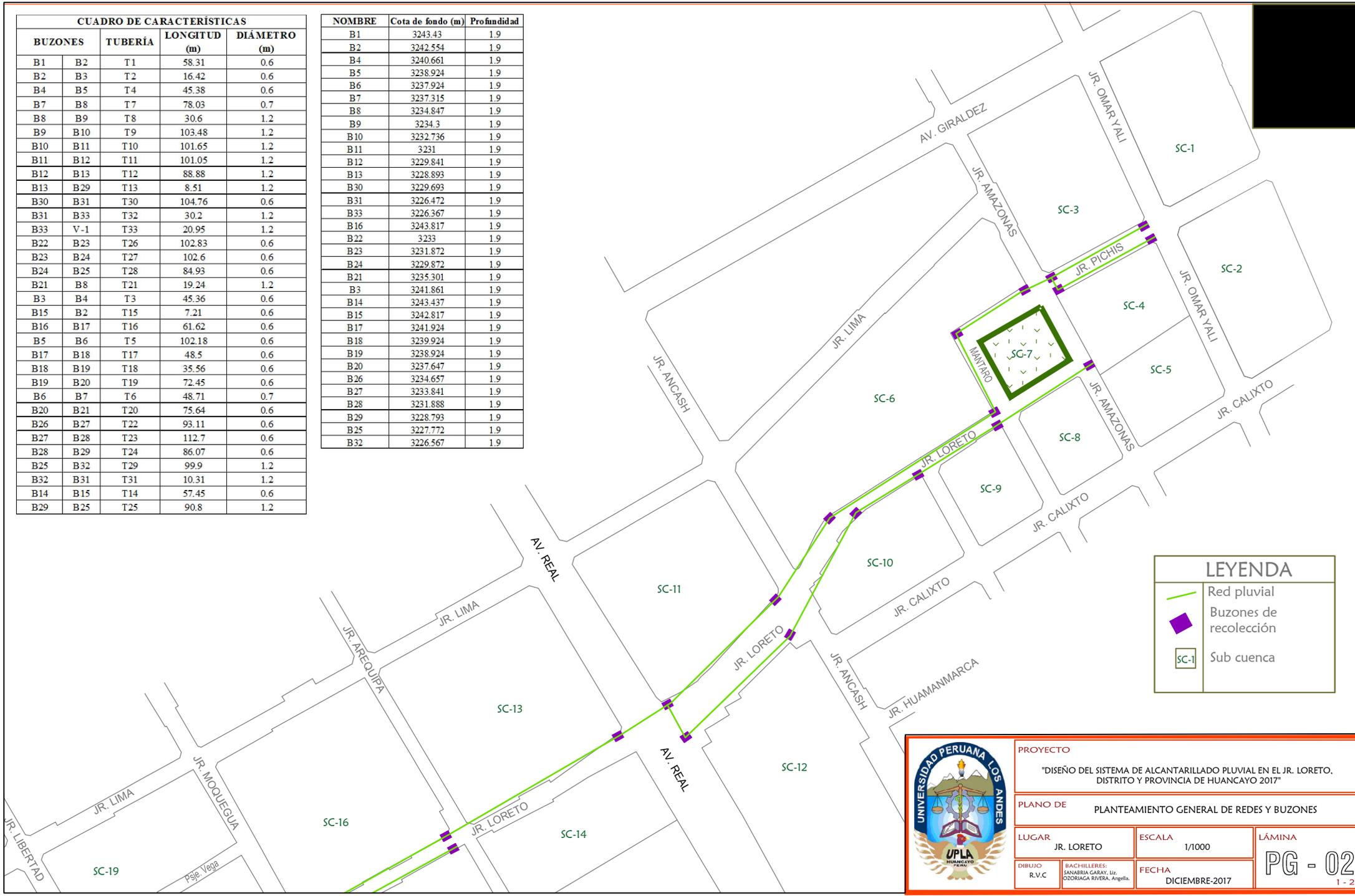


<b>PROYECTO</b>		"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"	
<b>PLANO DE</b>		PLANTEAMIENTO GENERAL DE COLECTORES PLUVIALES Y SUS ÁREAS DE INFLUENCIA	
<b>LUGAR</b>	JR. LORETO	<b>ESCALA</b>	1/2000
<b>DIRUJO</b>	R.V.C RACHILLERES: SANABRIA GARAY, Liz. DZORIANCA RIVERA, Angella.	<b>FECHA</b>	DICIEMBRE-2017
			<b>LÁMINA</b> <b>PG - 01</b>

**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS**

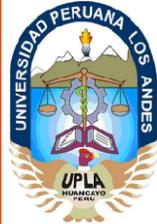
BUZONES		TUBERÍA	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)
B1	B2	T1	58.31	0.6
B2	B3	T2	16.42	0.6
B4	B5	T4	45.38	0.6
B7	B8	T7	78.03	0.7
B8	B9	T8	30.6	1.2
B9	B10	T9	103.48	1.2
B10	B11	T10	101.65	1.2
B11	B12	T11	101.05	1.2
B12	B13	T12	88.88	1.2
B13	B29	T13	8.51	1.2
B30	B31	T30	104.76	0.6
B31	B33	T32	30.2	1.2
B33	V-1	T33	20.95	1.2
B22	B23	T26	102.83	0.6
B23	B24	T27	102.6	0.6
B24	B25	T28	84.93	0.6
B21	B8	T21	19.24	1.2
B3	B4	T3	45.36	0.6
B15	B2	T15	7.21	0.6
B16	B17	T16	61.62	0.6
B5	B6	T5	102.18	0.6
B17	B18	T17	48.5	0.6
B18	B19	T18	35.56	0.6
B19	B20	T19	72.45	0.6
B6	B7	T6	48.71	0.7
B20	B21	T20	75.64	0.6
B26	B27	T22	93.11	0.6
B27	B28	T23	112.7	0.6
B28	B29	T24	86.07	0.6
B25	B32	T29	99.9	1.2
B32	B31	T31	10.31	1.2
B14	B15	T14	57.45	0.6
B29	B25	T25	90.8	1.2

NOMBRE	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3243.43	1.9
B2	3242.554	1.9
B4	3240.661	1.9
B5	3238.924	1.9
B6	3237.924	1.9
B7	3237.315	1.9
B8	3234.847	1.9
B9	3234.3	1.9
B10	3232.736	1.9
B11	3231	1.9
B12	3229.841	1.9
B13	3228.893	1.9
B30	3229.693	1.9
B31	3226.472	1.9
B33	3226.367	1.9
B16	3243.817	1.9
B22	3233	1.9
B23	3231.872	1.9
B24	3229.872	1.9
B21	3235.301	1.9
B3	3241.861	1.9
B14	3243.437	1.9
B15	3242.817	1.9
B17	3241.924	1.9
B18	3239.924	1.9
B19	3238.924	1.9
B20	3237.647	1.9
B26	3234.657	1.9
B27	3233.841	1.9
B28	3231.888	1.9
B29	3228.793	1.9
B25	3227.772	1.9
B32	3226.567	1.9



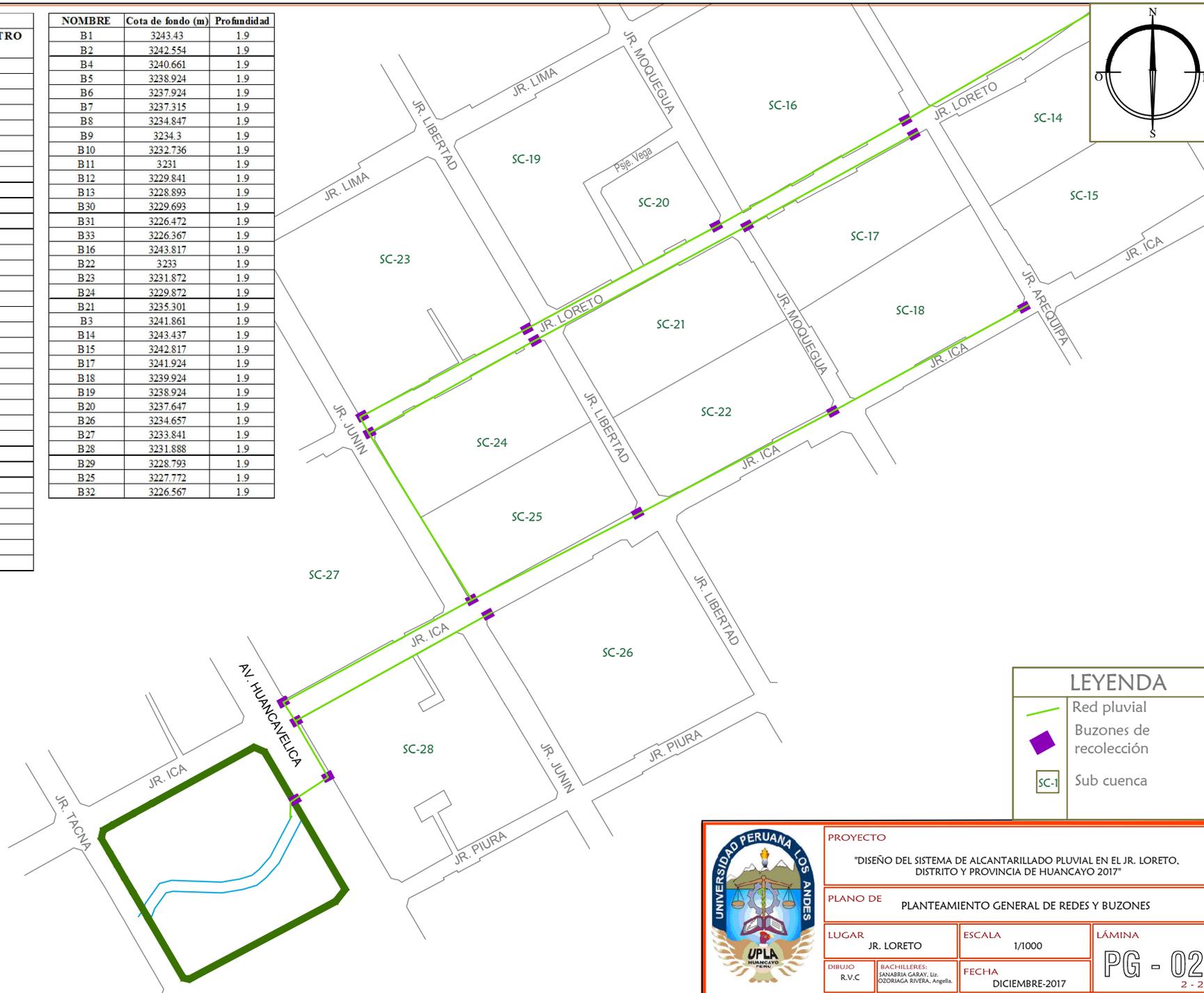
**LEYENDA**

- Red pluvial
- Buzones de recolección
- Sub cuenca

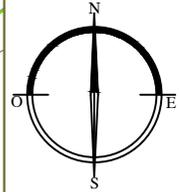
	<b>PROYECTO</b>		
	"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"		
<b>PLANO DE</b>			
PLANTEAMIENTO GENERAL DE REDES Y BUZONES			
<b>LUGAR</b>	JR. LORETO	<b>ESCALA</b>	1/1000
<b>DIRUJO</b>	R.V.C	<b>FECHA</b>	DICIEMBRE-2017
<small>RACHILLERES: SANABRIA GARAY, Liz. DZORIANCA RIVERA, Angella.</small>			
			<b>PG - 02</b>
			1 - 2

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS				
BUZONES	TUBERÍA	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (m)	
B1	B2	T1	58.31	0.6
B2	B3	T2	16.42	0.6
B4	B5	T4	45.38	0.6
B7	B8	T7	78.03	0.7
B8	B9	T8	30.6	1.2
B9	B10	T9	103.48	1.2
B10	B11	T10	101.65	1.2
B11	B12	T11	101.05	1.2
B12	B13	T12	88.88	1.2
B13	B29	T13	8.51	1.2
B30	B31	T30	104.76	0.6
B31	B33	T32	30.2	1.2
B33	V-1	T33	20.95	1.2
B22	B23	T26	102.83	0.6
B23	B24	T27	102.6	0.6
B24	B25	T28	84.93	0.6
B21	B8	T21	19.24	1.2
B3	B4	T3	45.36	0.6
B15	B2	T15	7.21	0.6
B16	B17	T16	61.62	0.6
B5	B6	T5	102.18	0.6
B17	B18	T17	48.5	0.6
B18	B19	T18	35.56	0.6
B19	B20	T19	72.45	0.6
B6	B7	T6	48.71	0.7
B20	B21	T20	75.64	0.6
B26	B27	T22	93.11	0.6
B27	B28	T23	112.7	0.6
B28	B29	T24	86.07	0.6
B25	B32	T29	99.9	1.2
B32	B31	T31	10.31	1.2
B14	B15	T14	57.45	0.6
B29	B25	T25	90.8	1.2

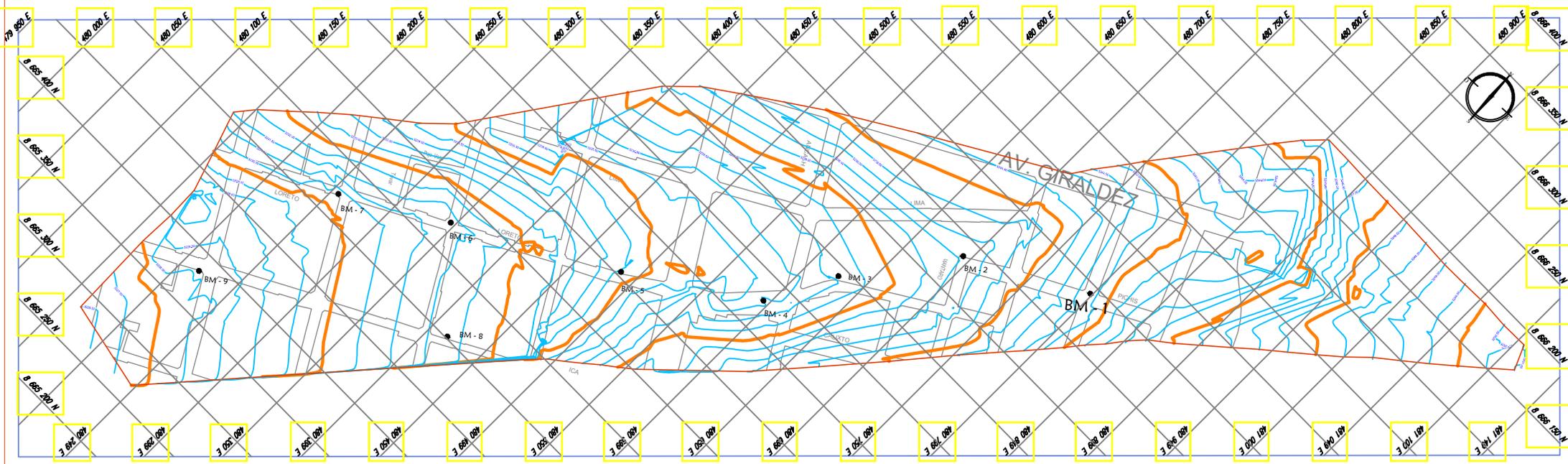
NOMBRE	Cota de fondo (m)	Profundidad
B1	3243.43	1.9
B2	3242.554	1.9
B4	3240.661	1.9
B5	3238.924	1.9
B6	3237.924	1.9
B7	3237.315	1.9
B8	3234.847	1.9
B9	3234.3	1.9
B10	3232.736	1.9
B11	3231	1.9
B12	3229.841	1.9
B13	3228.893	1.9
B30	3229.693	1.9
B31	3226.472	1.9
B33	3226.367	1.9
B16	3243.817	1.9
B22	3233	1.9
B23	3231.872	1.9
B24	3229.872	1.9
B21	3235.301	1.9
B3	3241.861	1.9
B14	3243.437	1.9
B15	3242.817	1.9
B17	3241.924	1.9
B18	3239.924	1.9
B19	3238.924	1.9
B20	3237.647	1.9
B26	3234.657	1.9
B27	3233.841	1.9
B28	3231.888	1.9
B29	3228.793	1.9
B25	3227.772	1.9
B32	3226.567	1.9



<b>PROYECTO</b> "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"		
<b>PLANO DE</b> PLANTEAMIENTO GENERAL DE REDES Y BUZONES		
<b>LUGAR</b> JR. LORETO	<b>ESCALA</b> 1/1000	<b>LÁMINA</b> PG - 02
<b>DIRUJO</b> R.V.C	<b>RACHILLERES:</b> SANABRIA GARAY, Liz. OZORIOGA RIVERA, Angella.	<b>FECHA</b> DICIEMBRE-2017



LEYENDA	
	Red pluvial
	Buzones de recolección
	Sub cuenca



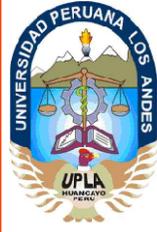
**CUADRO DE BMs**

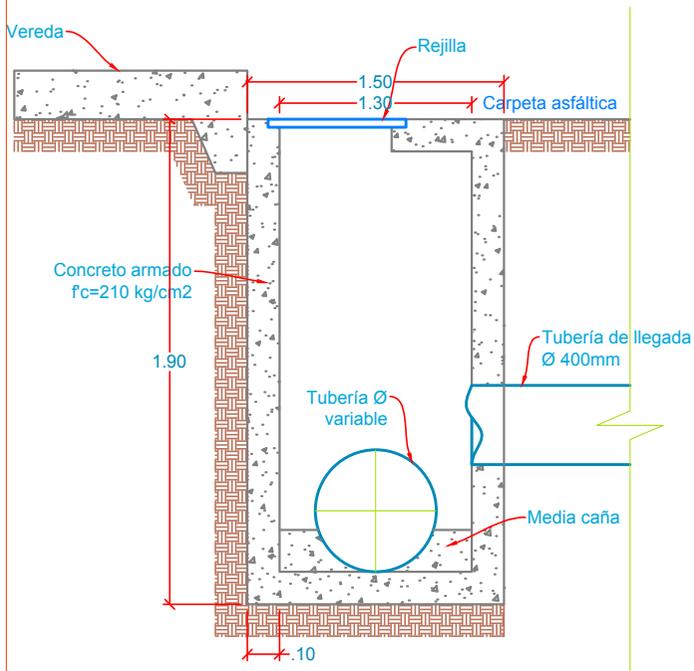
BM	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	477480	8665940	3261
BM-2	477382	8665882	3257
BM-3	477332	8665795	3256
BM-4	477228	8665683	3254
BM-5	477036	8665573	3252
BM-6	476855	8665477	3246
BM-7	476912	8665387	3246
BM-8	477044	8665455	3247
BM-9	476911	8665387	3246

DATUM - WGS84, zona 18S

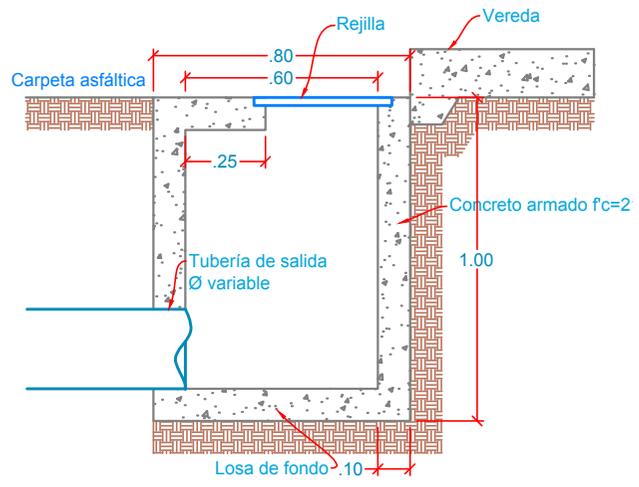
**LEYENDA**

- Curvas mayores
- Curvas menores
- BM

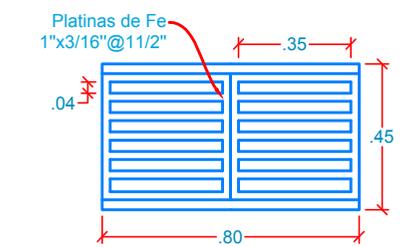
	<b>PROYECTO</b>		
	"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"		
	<b>PLANO DE</b>		
PLANO TOPOGRÁFICO			
<b>LUGAR</b>	JR. LORETO	<b>ESCALA</b>	1/2500
<b>DIRUJO</b>	R.V.C	<b>FECHA</b>	DICIEMBRE-2017
<small>RACHILLERES: SANABRIA GARAY, Liz. DZORIANCA RIVERA, Angella.</small>			<b>PT - 01</b>



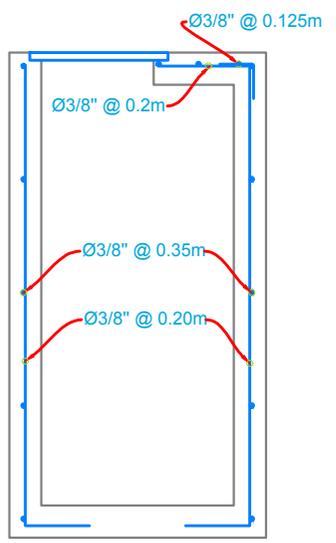
**SECCIÓN COLECTOR PRINCIPAL**



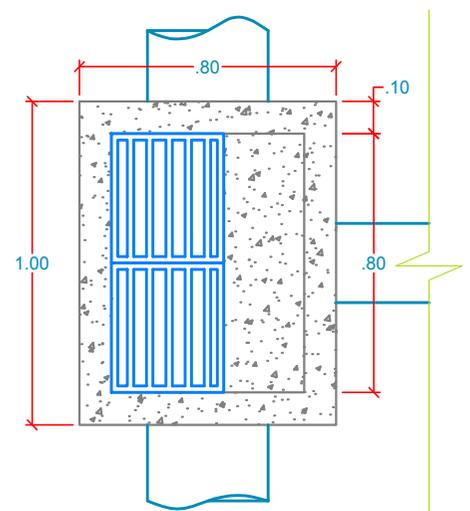
**SECCIÓN COLECTOR SECUNDARIO**



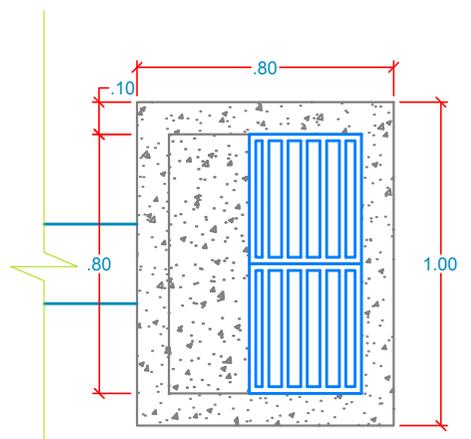
**DETALLE DE REJILLA**



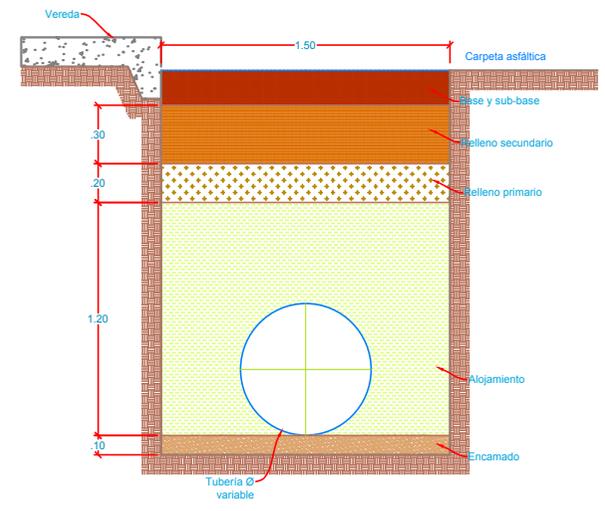
**DIST. ACERO COLECTOR PRINCIPAL**



**PLANTA CAJA RECOLECTOR PRINCIPAL**

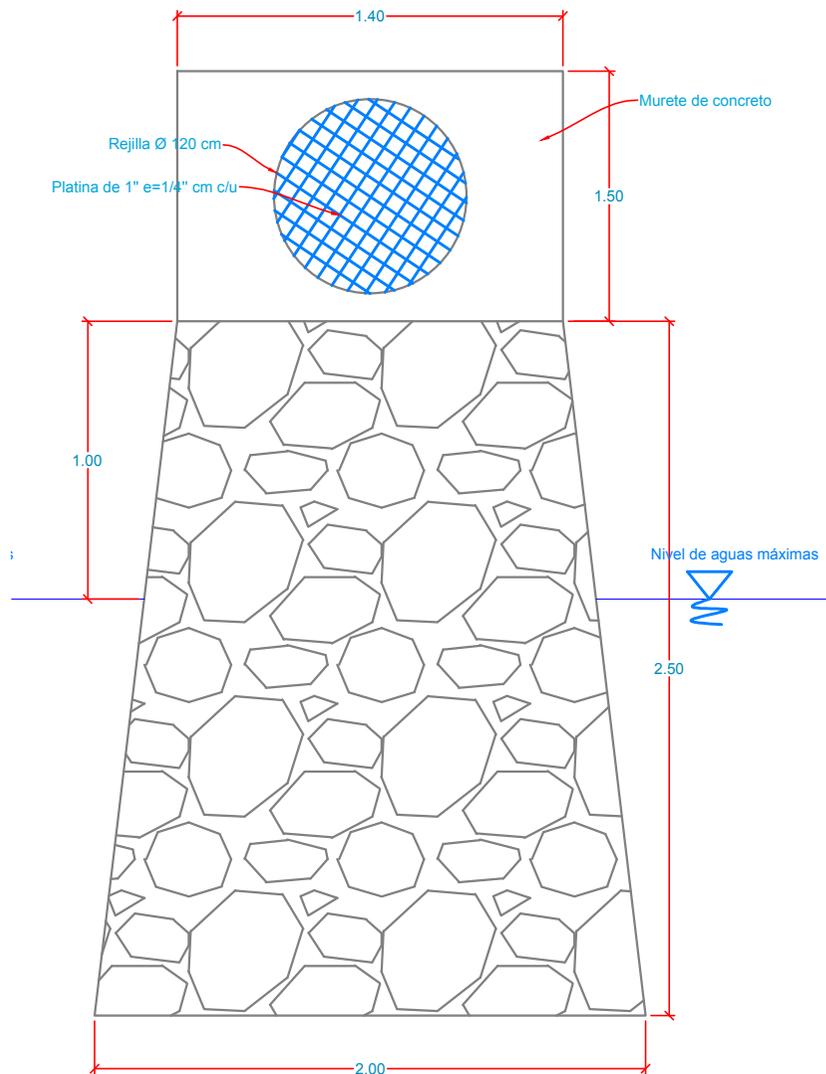


**PLANTA COLECTOR SECUNDARIO**

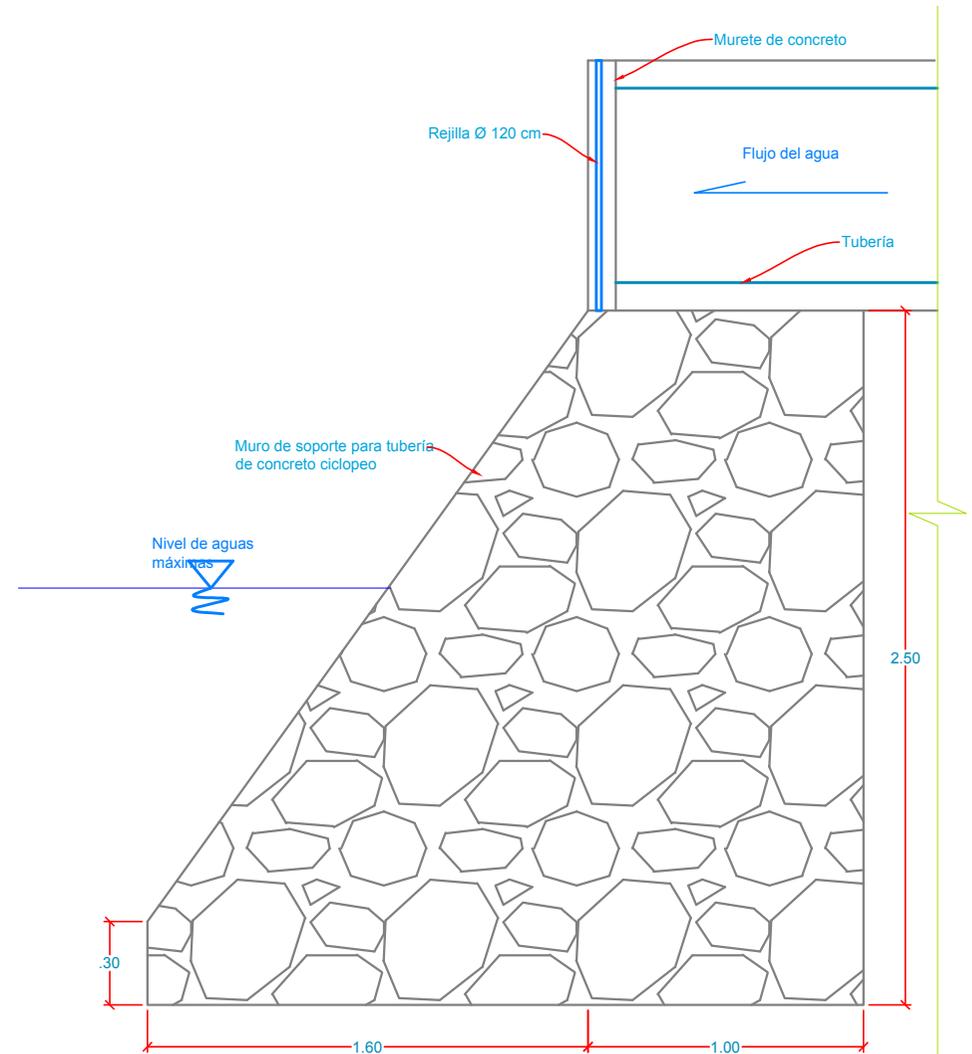


**DETALLE DE RELLENO EN TUBERÍA**

	<b>PROYECTO</b> "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"		
	<b>PLANO DE</b> DETALLE DE BUZONES		
	<b>LUGAR</b> JR. LORETO	<b>ESCALA</b> 1/12	<b>LÁMINA</b> DB - 01
	<b>DIRUJO</b> R.V.C	<b>RACHILLERES:</b> SANABRIA GARAY, Liz. OZORIOGA RIVERA, Angella.	<b>FECHA</b> DICIEMBRE-2017



**DETALLE FRONTAL DE ESTRUCTURA DE DESCARGA**  
ESCALA: 1/20



**DETALLE LATERAL DE ESTRUCTURA DE DESCARGA**  
ESCALA: 1/20

	<b>PROYECTO</b> "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN EL JR. LORETO, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO 2017"		
	<b>PLANO DE</b> ESTRUCTURA DE DESCARGA		
	<b>LUGAR</b> HUANCAYO	<b>ESCALA</b> INDICADA	<b>LÁMINA</b> ED - 01
	<b>DIBUJO</b> R.V.C	<b>BACHILLERES:</b> SANABRIA GARAY, Liz. OZORIAGA RIVERA, Argelita.	<b>FECHA</b> DICIEMBRE - 2017

## **7.4. Perfiles longitudinales**

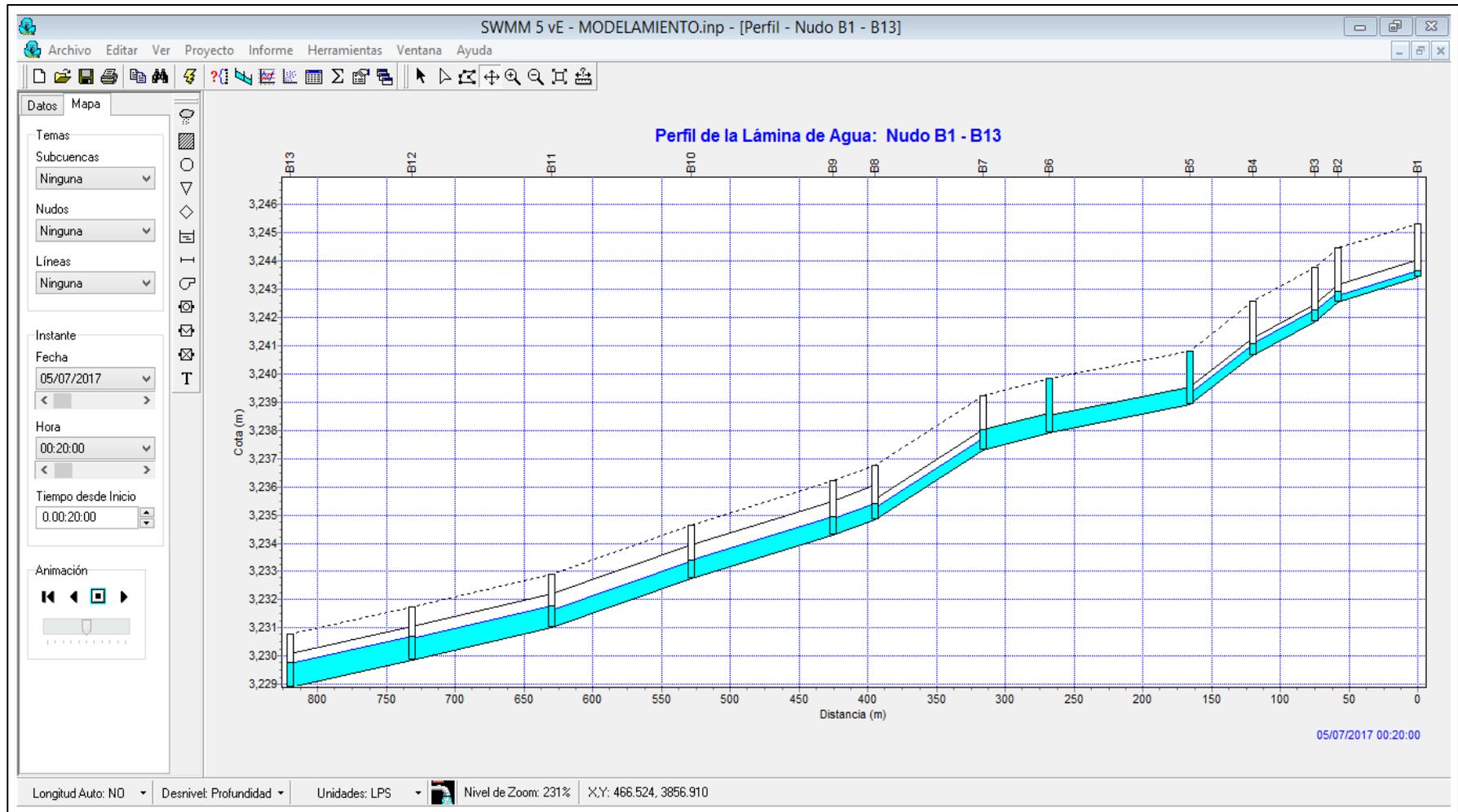


Figura 15. Perfil longitudinal desde el buzón B1 hasta el B13.

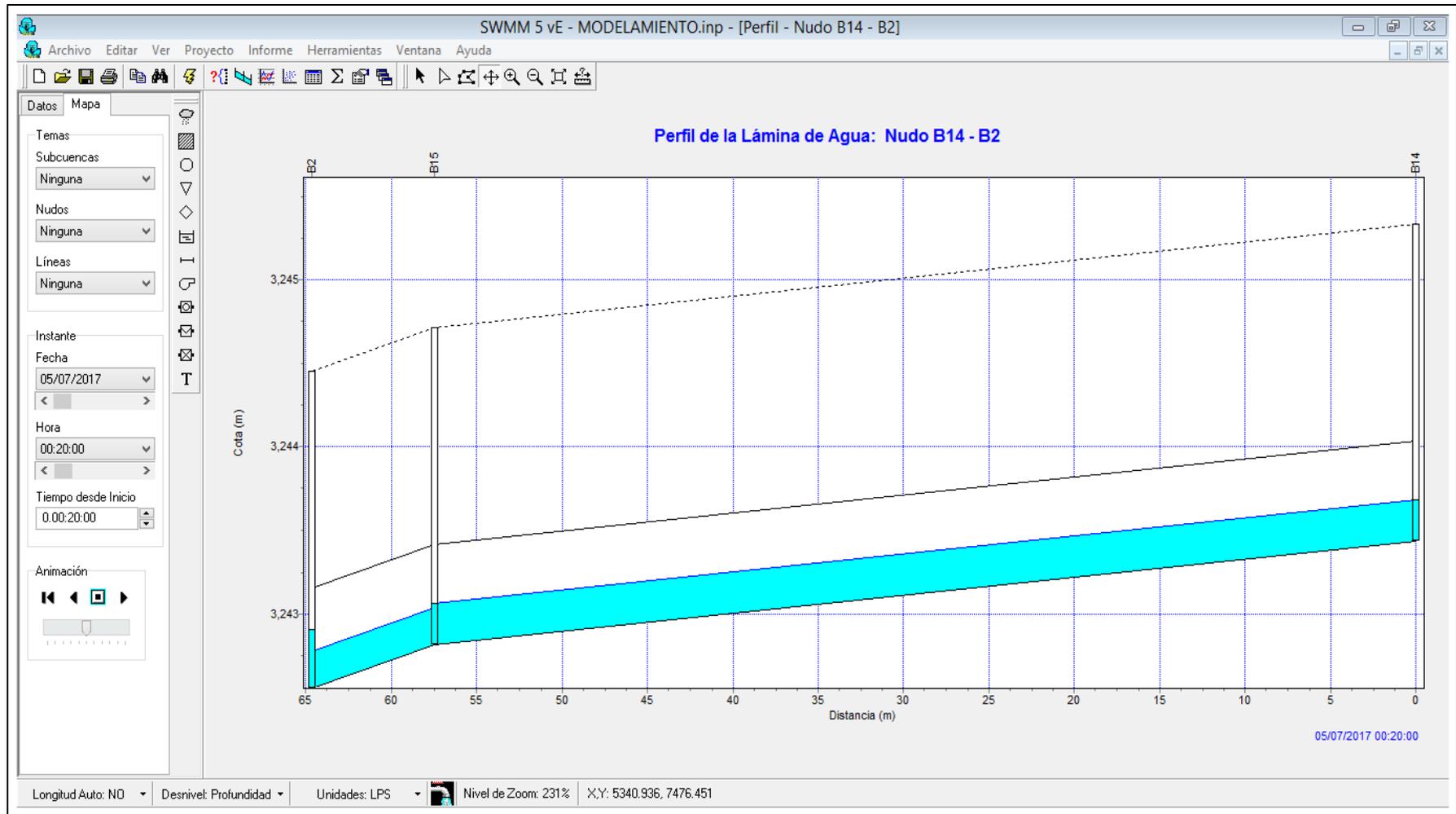


Figura 16. Perfil longitudinal desde el buzón B14 hasta el B2.

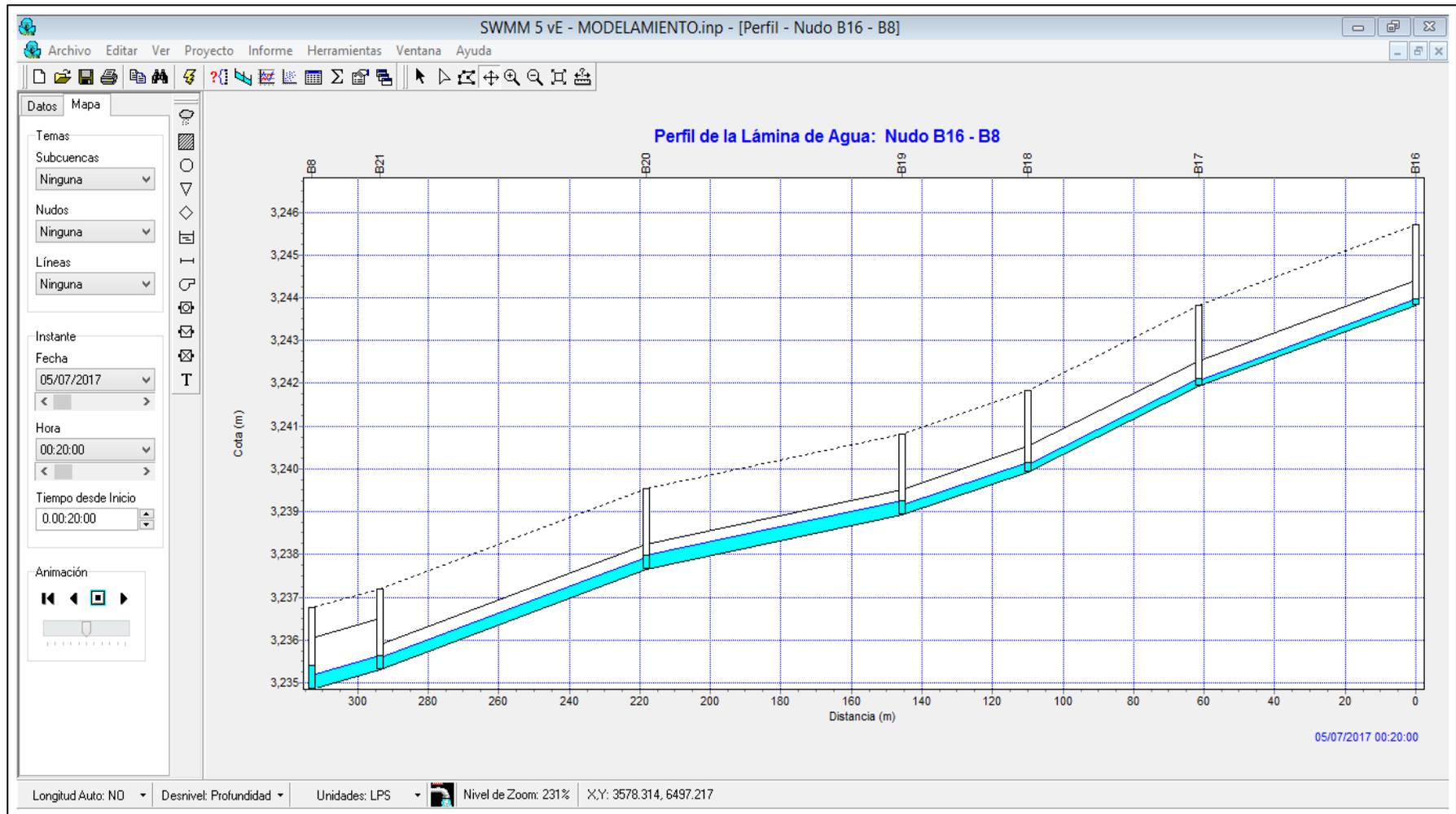


Figura 17. Perfil longitudinal desde el buzón B16 hasta el B8.

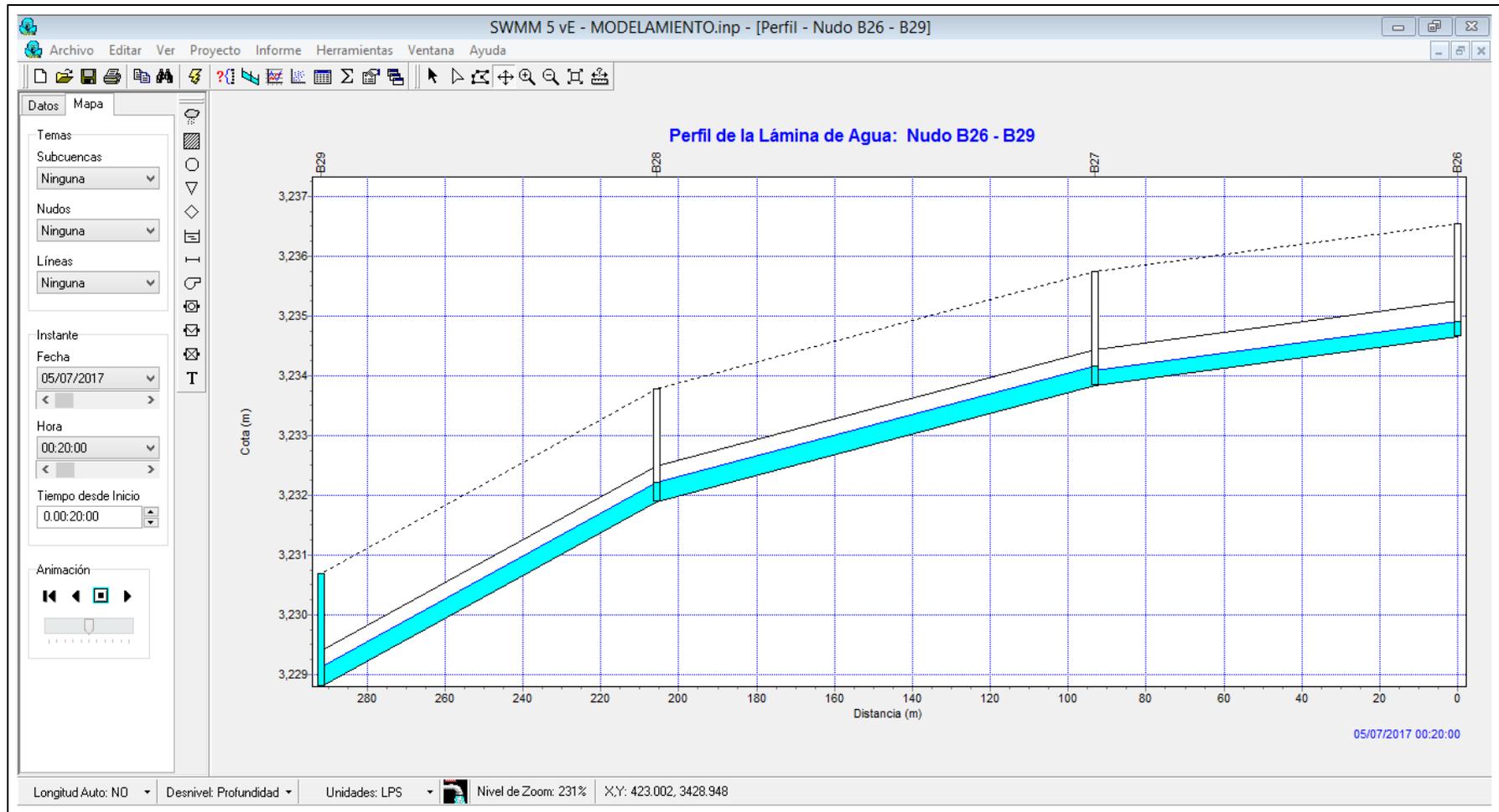


Figura 18. Perfil longitudinal desde el buzón B26 hasta el B29.

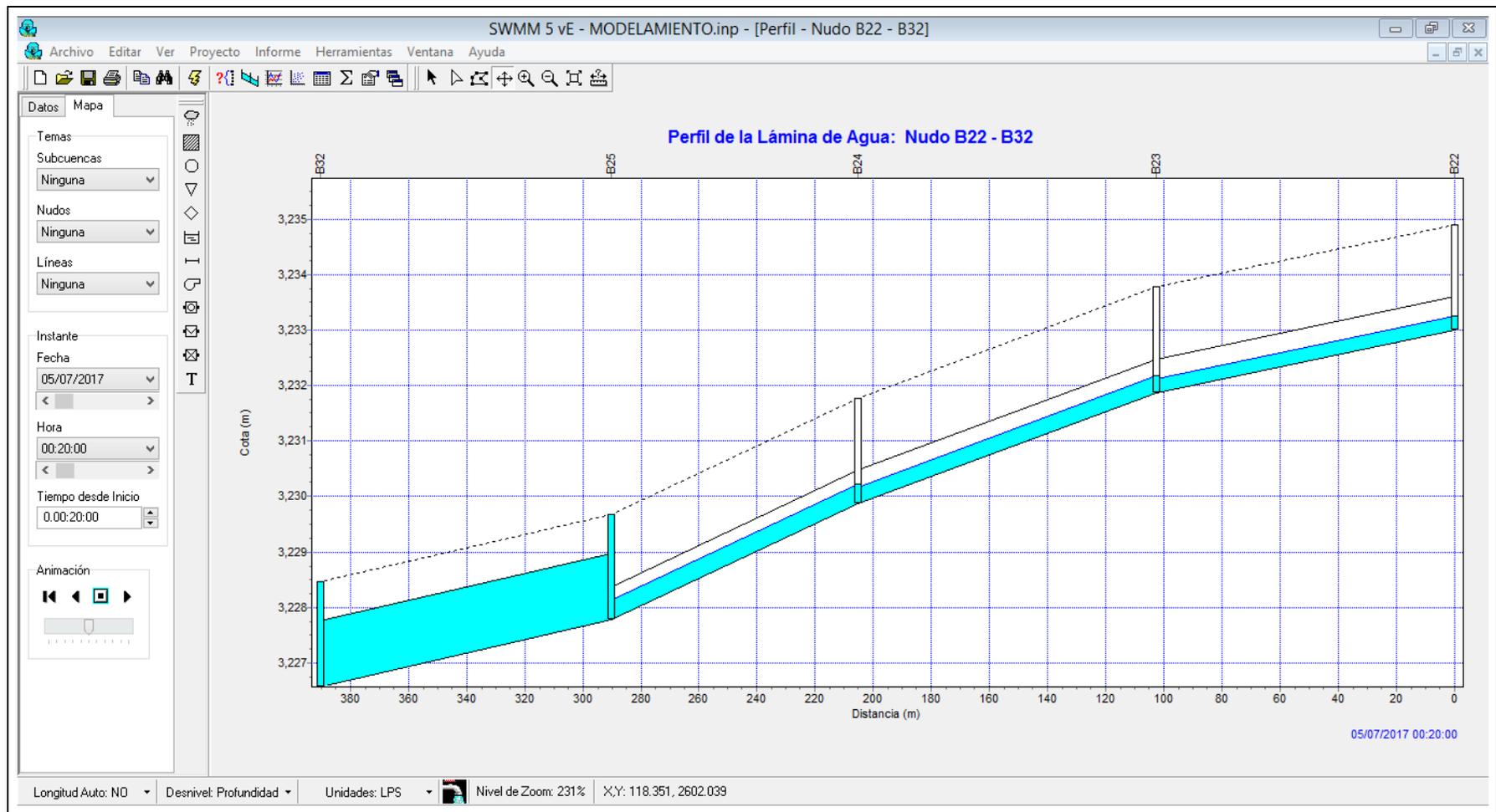


Figura 19. Perfil longitudinal desde el buzón B22 hasta el B32.

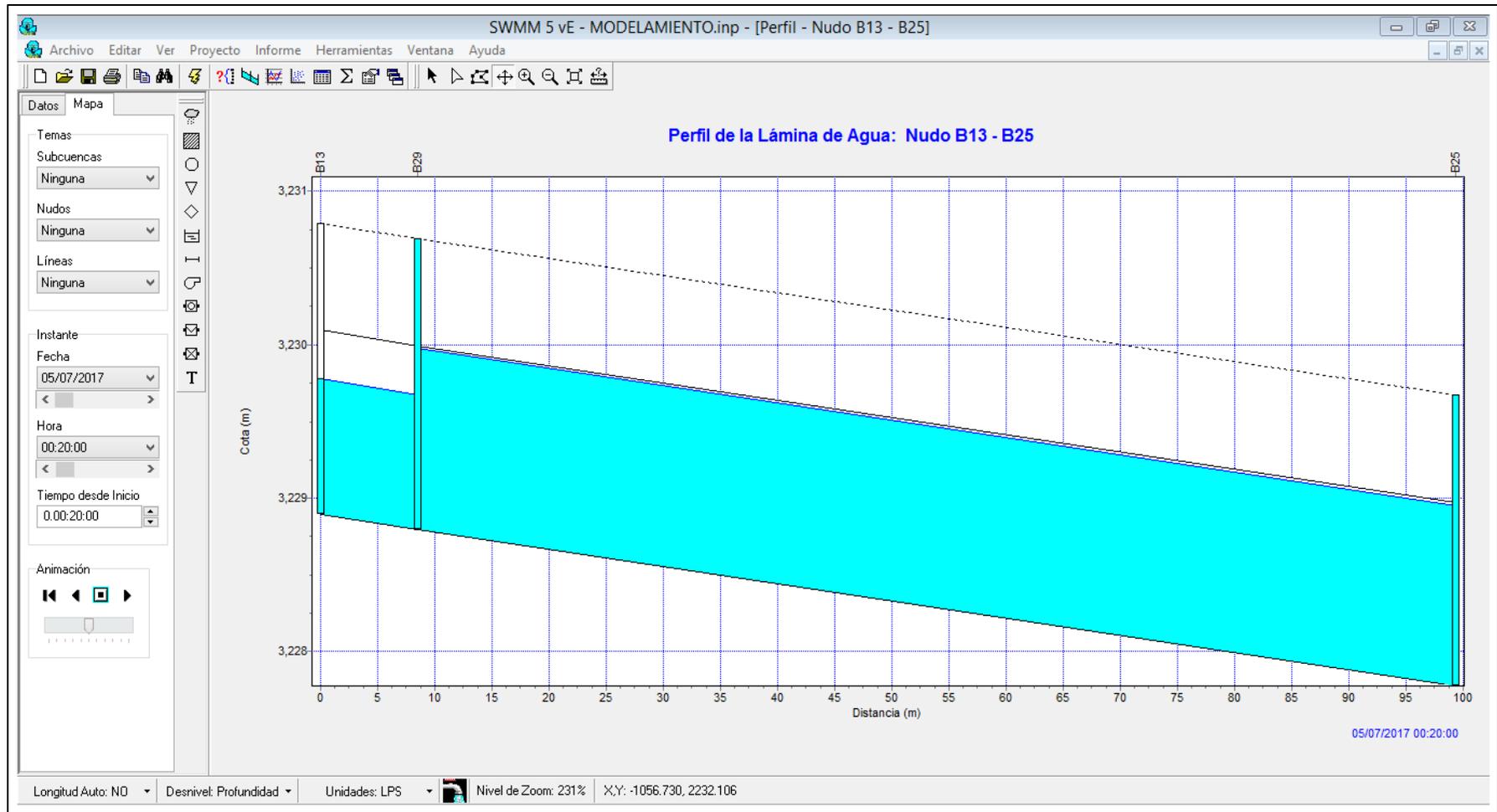


Figura 20. Perfil longitudinal desde el buzón B13 hasta el B25.

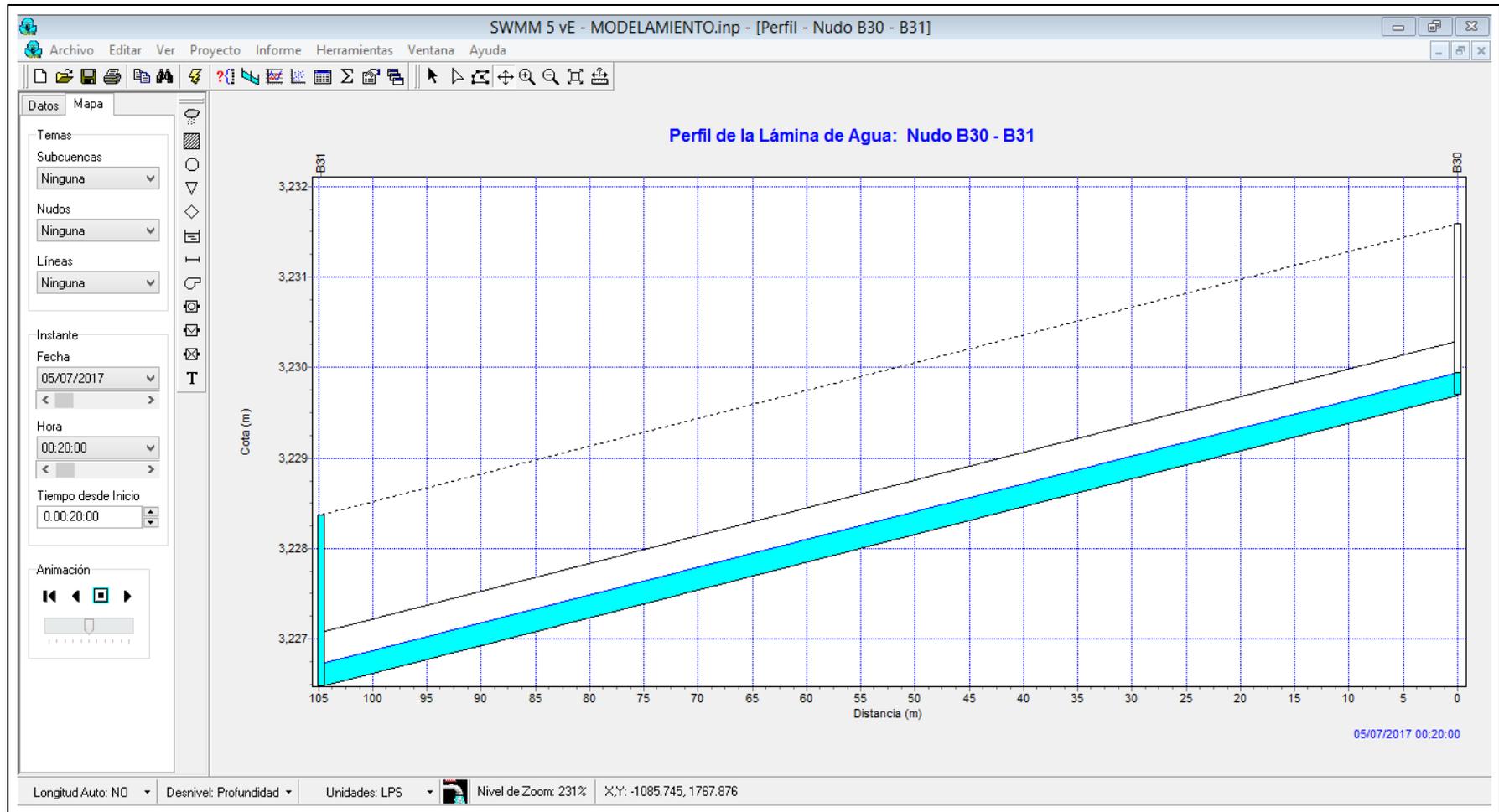


Figura 21. Perfil longitudinal desde el buzón B30 hasta el B31.

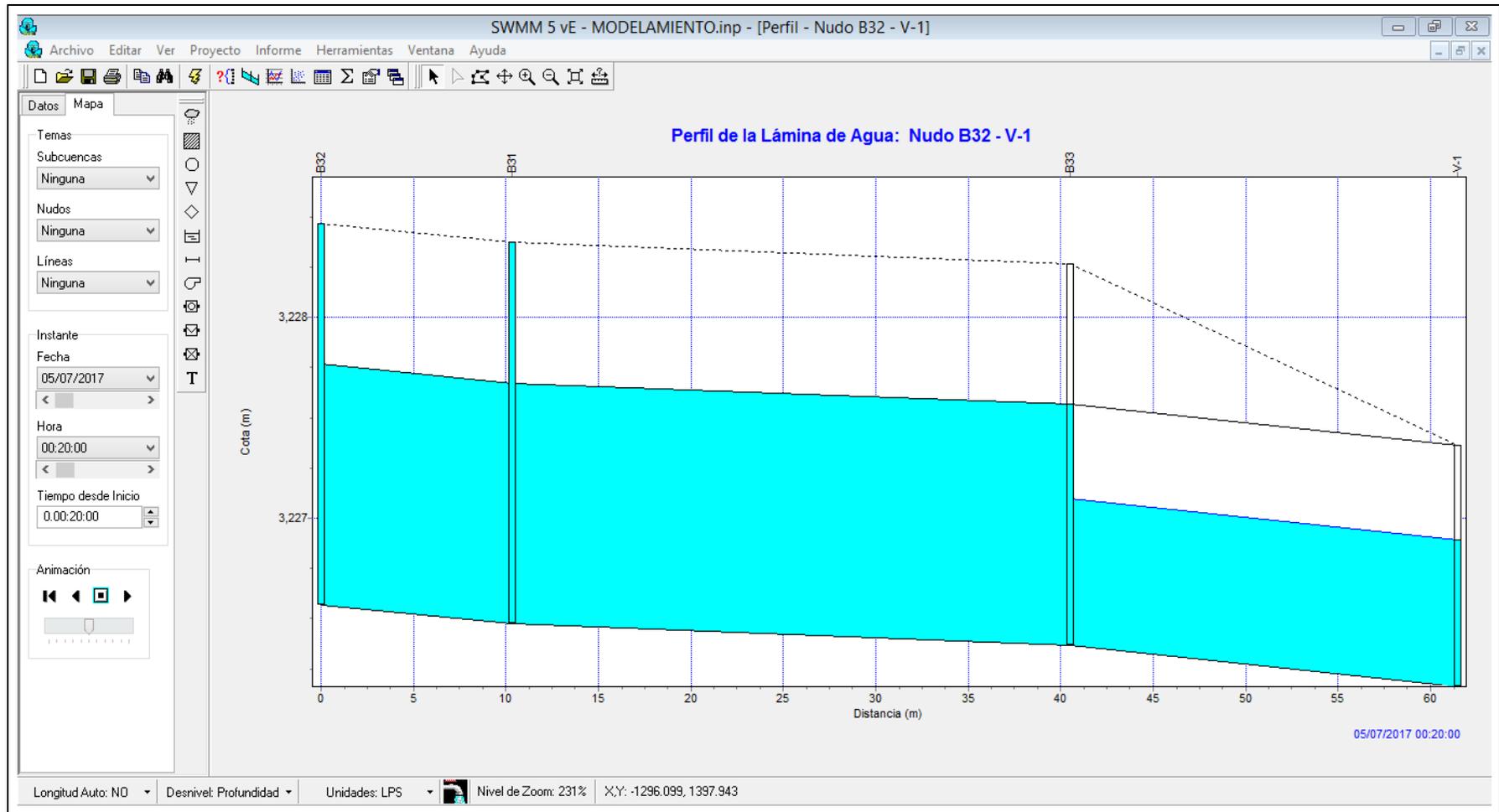


Figura 22. Perfil longitudinal desde el buzón B32 hasta el V-1.

## **7.5. Costos unitarios**

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.01.01	(010301010207-1101004-01)	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO	Costo unitario directo por:		m2	4.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0800	16.53	1.32	
0101010005	PEON		hh	0.1600	12.17	1.95	
<b>3.27</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10	
0301110002	CORTADORA DE CONCRETO 14"		hh	0.0800	8.00	0.64	
<b>0.74</b>							

Partida	01.01.02	(010701030010-1101004-01)	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:		ml	11.90
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	0.0178	12.17	0.22	
0101030000	TOPOGRAFO		hh	0.0089	16.53	0.15	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA		hh	0.0356	13.64	0.49	
<b>0.86</b>							
<b>Materiales</b>							
0213030001	YESO		kg	6.6000	0.70	4.62	
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und	4.0000	1.50	6.00	
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal	0.0020	49.00	0.10	
<b>10.72</b>							
<b>Equipos</b>							
0301000020	ESTACION TOTAL		hm	0.0089	25.00	0.22	
0301000022	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	0.0089	8.00	0.07	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03	
<b>0.32</b>							

Partida	01.01.03	(010119111604-1101004-01)	CINTAS PLASTICA SEÑALIZACION P/LIMITE DE SEGURIDAD DE OBRA	Costo unitario directo por:		ml	1.05
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0040	16.53	0.07	
0101010005	PEON		hh	0.0400	12.17	0.49	
<b>0.56</b>							
<b>Materiales</b>							
0213010049	PUENTE DE MADERA PASE PEATONAL SOBRE ZANJA		und	0.0024	10.00	0.02	
0231000002	MADERA EUCALIPTO		p2	0.0180	3.20	0.06	
02671100140003	TRANQUERA DE MADERA DE 2.40 X 1.20 m		und	0.0050	10.00	0.05	
0271030062	cinta plastica amarilla señalizadora		ml	1.0000	0.35	0.35	
<b>0.48</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01	
<b>0.01</b>							

Partida	01.02.01	(010104011127-1101004-01)	EXCAVACION ZANJA (MAQUINA) PARA TUBO T/ NORMAL H=1.51 A 2.00M	Costo unitario directo por:		ml	8.23
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL		hh	0.0057	13.64	0.08	
0101010005	PEON		hh	0.0571	12.17	0.69	
<b>0.77</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	0.0571	130.00	7.42	
<b>7.46</b>							

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.02.02	(010303010602-1101004-01)	REFINE DE NIVELACION DE ZANJAS T. NORMAL PARA TUBO DN 200-250 PARA TODA PROF.	Costo unitario directo por:		ml	1.81
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0101010005	PEON		hh	0.1455	12.17	1.77	
			<b>Equipos</b>				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.04	0.04	
			<b>0.04</b>				
Partida	01.02.03	(010104010608-1101004-01)	CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO H=0.1m	Costo unitario directo por:		ml	42.73
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0101010003	OPERARIO		hh	0.0042	16.53	0.07	
0101010004	OFICIAL		hh	0.0421	13.64	0.57	
0101010005	PEON		hh	0.1684	12.17	2.05	
			<b>2.69</b>				
			<b>Materiales</b>				
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.4286	93.22	39.95	
0290130022	AGUA		m3	0.0430	0.20	0.01	
			<b>39.96</b>				
			<b>Equipos</b>				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.08	0.08	
			<b>0.08</b>				
Partida	01.02.04	(010104020606-1101004-01)	PRIMER RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL ZARANDEADO	Costo unitario directo por:		ml	65.47
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0101010003	OPERARIO		hh	0.0500	16.53	0.83	
0101010005	PEON		hh	3.1200	12.17	37.97	
			<b>38.80</b>				
			<b>Materiales</b>				
0290130022	AGUA		m3	0.5000	0.20	0.10	
			<b>0.10</b>				
			<b>Equipos</b>				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.17	1.17	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.5000	50.80	25.40	
			<b>26.57</b>				
Partida	01.02.05	(010104020607-1101004-01)	SEGUNDO RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	Costo unitario directo por:		ml	43.33
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			<b>Mano de Obra</b>				
0101010003	OPERARIO		hh	0.0421	16.53	0.70	
0101010005	PEON		hh	1.6842	12.17	20.50	
			<b>21.20</b>				
			<b>Materiales</b>				
0290130022	AGUA		m3	0.5000	0.20	0.10	
			<b>0.10</b>				
			<b>Equipos</b>				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.64	0.64	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.4211	50.80	21.39	
			<b>22.03</b>				

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.02.06	(010104030102-1101004-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:	m3	14.51
---------	----------	---------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	0.0842	12.17	1.02
<b>1.02</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	0.03
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	0.0421	169.49	7.14
0301220009	CAMION VOLQUETE 4x2 210-280 HP 8M3	hm	0.0421	150.00	6.32
<b>13.49</b>					

Partida	01.03.01	(010301090208-1101004-01)	SUM.E INST. TUBERIA DE PVC - UF NTP ISO 4436 SERIE 25 DN 600 MM INC.ANILLO	Costo unitario directo por:	ml	28.18
---------	----------	---------------------------	--	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0444	16.53	0.73
0101010005	PEON	hh	0.0444	12.17	0.54
<b>1.27</b>					
<b>Materiales</b>					
02050700020062	TUBERIA PVC UF S-25 ISO 4435 DN = 600MM	ml	1.0200	25.35	25.86
02100900010005	ANILLO UNION FLEXIBLE PARA PVC O 600 mm	und	0.1667	4.50	0.75
0222120002	LUBRICANTE PARA TUBERIA DE UNION FLEXIBLE	gal	0.0040	75.00	0.30
<b>26.91</b>					

Partida	01.03.02	(010301090209-1101004-01)	SUM.E INST. TUBERIA DE PVC - UF NTP ISO 4436 SERIE 25 DN 700 MM INC.ANILLO	Costo unitario directo por:	ml	35.22
---------	----------	---------------------------	--	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0444	16.53	0.73
0101010005	PEON	hh	0.0444	12.17	0.54
<b>1.27</b>					
<b>Materiales</b>					
02050700020063	TUBERIA PVC UF S-25 ISO 4435 DN = 700MM	ml	1.0200	32.25	32.90
02100900010006	ANILLO UNION FLEXIBLE PARA PVC O 700 mm	und	0.1667	4.50	0.75
0222120002	LUBRICANTE PARA TUBERIA DE UNION FLEXIBLE	gal	0.0040	75.00	0.30
<b>33.95</b>					

Partida	01.03.03	(010301090210-1101004-01)	SUM.E INST. TUBERIA DE PVC - UF NTP ISO 4436 SERIE 25 DN 1200 MM INC.ANILLO	Costo unitario directo por:	ml	46.75
---------	----------	---------------------------	---	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0444	16.53	0.73
0101010005	PEON	hh	0.0444	12.17	0.54
<b>1.27</b>					
<b>Materiales</b>					
02050700020064	TUBERIA PVC UF S-25 ISO 4435 DN = 1200MM	ml	1.0200	43.56	44.43
02100900010007	ANILLO UNION FLEXIBLE PARA PVC O 1200 mm	und	0.1667	4.50	0.75
0222120002	LUBRICANTE PARA TUBERIA DE UNION FLEXIBLE	gal	0.0040	75.00	0.30
<b>45.48</b>					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.03.04	(010118060104-1101004-01)	PRUEBA HIDRAULICA TUBERIA P/DESAGUE DN 200MM A ZANJA TAPADA	Costo unitario directo por:	ml	1.75
---------	----------	---------------------------	---	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0400	16.53	0.66
0101010004	OFICIAL	hh	0.0400	13.64	0.55
0101010005	PEON	hh	0.0400	12.17	0.49
<b>1.70</b>					
<b>Materiales</b>					
0290130022	AGUA	m3	0.1000	0.20	0.02
<b>0.02</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	0.03
<b>0.03</b>					

Partida	01.04.01.01	(010701030007-1101004-01)	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:	m2	1.51
---------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL	hh	0.0160	13.64	0.22
0101010005	PEON	hh	0.0480	12.17	0.58
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.0160	16.53	0.26
<b>1.06</b>					
<b>Materiales</b>					
0213030001	YESO	kq	0.4500	0.70	0.32
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	0.0200	6.25	0.13
<b>0.45</b>					

Partida	01.04.02.01	(010104011002-1101004-01)	EXCAVACION DE BUZONES EN TERRENO NORMAL	Costo unitario directo por:	m3	30.60
---------	-------------	---------------------------	---	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1143	16.53	1.89
0101010005	PEON	hh	2.2857	12.17	27.82
<b>29.71</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.89	0.89
<b>0.89</b>					

Partida	01.04.02.02	(010303010302-1101004-01)	REFINE Y PERFILADO DE EXCAVACIONES	Costo unitario directo por:	m2	0.95
---------	-------------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0067	16.53	0.11
0101010005	PEON	hh	0.0667	12.17	0.81
<b>0.92</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	0.03
<b>0.03</b>					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.04.02.03	(010104030102-1101004-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE			Costo unitario directo por:	m3	14.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010005	PEON		hh	0.0842	12.17	1.02		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03		
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 80-95 HP 1.5-1.75 yd3		hm	0.0421	169.49	7.14		
0301220009	CAMION VOLQUETE 4x2 210-280 HP 8M3		hm	0.0421	150.00	6.32		
<b>13.49</b>								

Partida	01.04.03.01	(010313090221-1101004-01)	BUZON TIPO I T- NORMAL A MAQ. 1.51 A 2.00 M PROF. (ENCOFR. INTERIOR Y EXTERIOR)			Costo unitario directo por:	und	1,413.44
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	8.0000	16.53	132.24		
0101010004	OFICIAL		hh	8.0000	13.64	109.12		
0101010005	PEON		hh	32.0000	12.17	389.44		
<b>630.80</b>								
<b>Materiales</b>								
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg	1.0000	4.23	4.23		
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	47.0000	4.23	198.81		
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"		kg	0.2500	4.23	1.06		
0207030001	HORMIGON		m3	1.2700	70.00	88.90		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	9.7800	18.22	178.19		
0219090003	TAPA DE CONCRETO PREFABRICADA, SEGUN ESPEC. TECNICAS		und	1.0000	120.00	120.00		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	12.5000	6.25	78.13		
<b>669.32</b>								
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		18.92	18.92		
0301020006	MOLDE METALICO PARA BUZON		hm	2.0000	7.20	14.40		
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	2.0000	15.00	30.00		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	2.0000	25.00	50.00		
<b>113.32</b>								

Partida	01.05.01.01	(010101030202-1101004-01)	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL			Costo unitario directo por:	m2	1.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0133	16.53	0.22		
0101010005	PEON		hh	0.1333	12.17	1.62		
<b>1.84</b>								
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09		
<b>0.09</b>								

Partida	01.05.01.02	(010701030007-1101004-01)	TRAZO Y REPLANTEO			Costo unitario directo por:	m2	1.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010004	OFICIAL		hh	0.0160	13.64	0.22		
0101010005	PEON		hh	0.0480	12.17	0.58		
0101030000	TOPOGRAFO		hh	0.0160	16.53	0.26		
<b>1.06</b>								
<b>Materiales</b>								
0213030001	YESO		kg	0.4500	0.70	0.32		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	0.0200	6.25	0.13		
<b>0.45</b>								

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.05.02.01	(010104020208-1101004-01)	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJAS MANUAL	Costo unitario directo por:	m3	89.60
---------	-------------	---------------------------	---	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL	hh	0.2667	13.64	3.64
0101010005	PEON	hh	2.6667	12.17	32.45
<b>36.09</b>					
<b>Materiales</b>					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.4286	93.22	39.95
0290130022	AGUA	m3	0.0430	0.20	0.01
<b>39.96</b>					
<b>Equipos</b>					
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	0.2667	50.80	13.55
<b>13.55</b>					

Partida	01.05.03.01	(010713000108-1101004-01)	CONCRETO Fc=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:	m3	447.30
---------	-------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	----	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	16.53	33.06
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	13.64	27.28
0101010005	PEON	hh	8.0000	12.17	97.36
<b>157.70</b>					
<b>Materiales</b>					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	0.5200	89.00	46.28
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.5200	93.22	48.47
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	9.7300	18.22	177.28
0290130022	AGUA	m3	0.1900	0.20	0.04
<b>272.07</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.73	4.73
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.3200	15.00	4.80
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.3200	25.00	8.00
<b>17.53</b>					

Partida	01.06.01.01	(010101030202-1101004-01)	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	Costo unitario directo por:	m2	1.93
---------	-------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0133	16.53	0.22
0101010005	PEON	hh	0.1333	12.17	1.62
<b>1.84</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.09	0.09
<b>0.09</b>					

Partida	01.06.01.02	(010701030007-1101004-01)	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:	m2	1.51
---------	-------------	---------------------------	-------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL	hh	0.0160	13.64	0.22
0101010005	PEON	hh	0.0480	12.17	0.58
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.0160	16.53	0.26
<b>1.06</b>					
<b>Materiales</b>					
0213030001	YESO	kg	0.4500	0.70	0.32
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	0.0200	6.25	0.13
<b>0.45</b>					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.06.02.01	(010104010312-1101004-01)	EXCAVACION DE CIMENTACIÓN	Costo unitario directo por:	m3	11.37
---------	-------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	0.0800	12.17	0.97
<b>0.97</b>					
<b>Equipos</b>					
03011700020005	RETROEXCAVADORA CASE 590 SK	hm	0.0800	130.00	10.40
<b>10.40</b>					

Partida	01.06.03.01	(010105010102-1101004-01)	CONCRETO CILOPEO PARA CIMENTACION 1:10 + 30% P.G.	Costo unitario directo por:	m3	197.08
---------	-------------	---------------------------	---	-----------------------------	----	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5333	16.53	8.82
0101010004	OFICIAL	hh	0.2667	13.64	3.64
0101010005	PEON	hh	2.9333	12.17	35.70
<b>48.16</b>					
<b>Materiales</b>					
0201040001	PETROLEO D-2	gal	0.2286	11.00	2.51
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	0.4800	60.00	28.80
0207030001	HORMIGON	m3	0.8300	70.00	58.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	2.9000	18.22	52.84
<b>142.25</b>					
<b>Equipos</b>					
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.2667	25.00	6.67
<b>6.67</b>					

Partida	01.06.03.02	(010712000314-1101004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	Costo unitario directo por:	m2	70.27
---------	-------------	---------------------------	---------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5714	16.53	9.45
0101010004	OFICIAL	hh	1.1429	13.64	15.59
0101010005	PEON	hh	1.1429	12.17	13.91
<b>38.95</b>					
<b>Materiales</b>					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kq	0.2600	4.23	1.10
02041200010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3 1/2"	kq	0.1600	4.23	0.68
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal	0.0200	8.75	0.18
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	4.5100	6.25	28.19
<b>30.15</b>					
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.17	1.17
<b>1.17</b>					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101004 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIALEN EL GIRÓN LORETO, DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAYO - 2017

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Partida	01.06.04.01	(010713000108-1101004-01)	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	Costo unitario directo por:		m3	447.30
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	16.53	33.06	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	13.64	27.28	
0101010005	PEON		hh	8.0000	12.17	97.36	
<b>157.70</b>							
<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	0.5200	89.00	46.28	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.5200	93.22	48.47	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	9.7300	18.22	177.28	
0290130022	AGUA		m3	0.1900	0.20	0.04	
<b>272.07</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		4.73	4.73	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.3200	15.00	4.80	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	0.3200	25.00	8.00	
<b>17.53</b>							

Partida	01.06.04.02	(010712000306-1101004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Costo unitario directo por:		m2	66.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	16.53	16.53	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	13.64	27.28	
<b>43.81</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kq	0.2000	4.23	0.85	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kq	0.1000	4.23	0.42	
02221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		qal	0.0200	8.75	0.18	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	2.8000	6.25	17.50	
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln	0.0868	22.80	1.98	
<b>20.93</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2.19	2.19	
<b>2.19</b>							

Partida	01.06.04.03	(010714000001-1101004-01)	ACERO fy=4,200 kg/cm2	Costo unitario directo por:		kg	6.15
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.0333	16.53	0.55	
0101010004	OFICIAL		hh	0.0333	13.64	0.45	
<b>1.00</b>							
<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kq	0.0800	4.23	0.34	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kq	1.0500	4.23	4.44	
0276010011	HOJA DE SIERRA		und	0.0500	6.70	0.34	
<b>5.12</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03	
<b>0.03</b>							

## 7.6. Panel fotográfico



**FIGURA 01 :** En la figura se visualiza el equipo técnico con los instrumentos necesarios para el levantamiento topográficos.



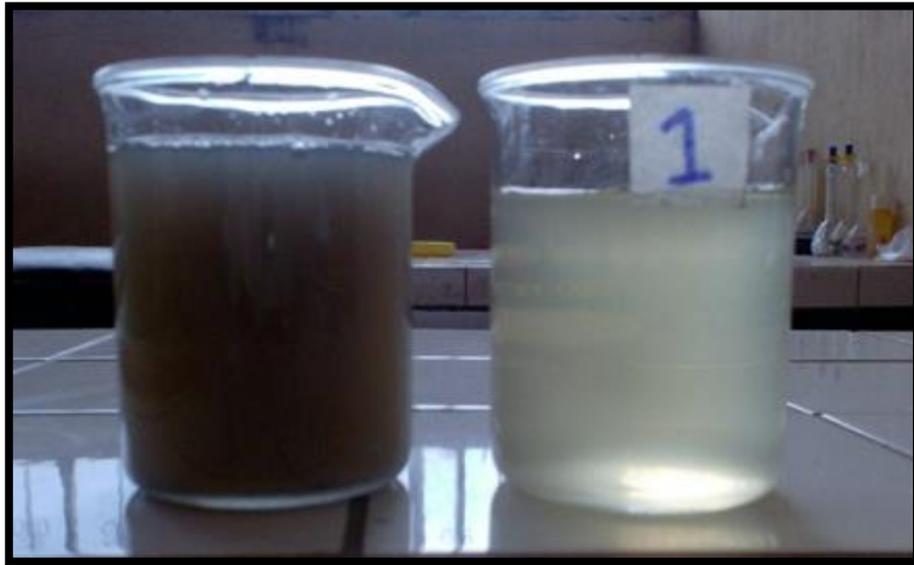
**FIGURA 02 :** En la figura se visualiza la recolección de muestras del Jiron Loreto y Ancash.



**FIGURA 03 : En la figura se visualiza el sistema de alcantarillado colapsado del Jiron Loreto con Ancash.**



**FIGURA 04 : En la figura se visualiza uno de los inconvenientes que proporciona las precipitaciones que no tiene un sistema de drenaje pluvial**



**FIGURA 05 : En la figura se visualiza las muestras vertidas en las pipetas, agua del sistema de alcantarillado y agua del sistema de drenaje pluvial.**