

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y
PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO SALTUR, DISTRITO DE
ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

LEYDI PEREZ SANCHEZ

ASESOR

MANUEL ALEJANDRO BORJA SUAREZ

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2022

**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
Y PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO SALTUR,
DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO,
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2019**

PRESENTADA POR:

LEYDI PEREZ SANCHEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADO POR:

Wilson Martin García Vera

PRESIDENTE

Wilmer Moisés Zelada Zamora

SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez

VOCAL

Índice

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	13
2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	17
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	17
3.3.1. Estudio de tráfico	17
3.3.2. Estudios de Mecánica de Suelos.....	17
3.3.3. Estudios topográficos	18
3.3.4. Estudios hidrológicos	18
3.3.5. Instrumentos	19
3.4. PROCEDIMIENTOS	19
3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	19
3.4.1.1. Estaciones de conteo.....	20
3.4.1.2. Factores de corrección	21
3.4.1.3. Proyecciones de tránsito futuro	21
3.4.1.4. Tasa de crecimiento.....	21
3.4.1.5. Periodo de diseño.....	23
3.4.1.6. Clasificación por tipo de vehículos	24
3.4.1.7. Cálculo del ESAL.....	25
3.4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	26
3.4.2.1. Descripción del terreno	26
3.4.2.2. Plan de trabajo	26
3.4.3. ESTUDIO DE SUELOS.....	30
3.4.3.1. Puntos de investigación.....	30
3.4.3.2. Toma de muestras	31
3.4.3.3. Descripción de los ensayos de laboratorio.....	31
3.4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	39
3.4.4.1. INFORMACIÓN METEREOLÓGICA	39
3.4.4.2. Trabajo de Gabinete	39
3.4.5. ESTUDIO DE CANTERAS	40
3.4.5.1. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE CANTERAS.....	40
3.4.5.2. REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES.....	41
3.4.5.3. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA.....	43
3.4.6. ESTUDIO DE DRENAJE	44

3.4.6.1.	CONSIDERACIONES BÁSICAS	44
3.4.6.2.	DRENAJE SUPERFICIAL	46
3.4.6.3.	CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR- PISTA	48
3.5.	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	55
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1.	ESTUDIO DE TRÁFICO	57
4.1.1.	Generalidades.	59
4.1.2.	Determinación del tránsito actua	59
4.1.3.	Índice medio diario anual	60
4.1.4.	Periodo de diseño	63
4.1.5.	Proyección del tránsito futuro	63
4.1.6.	Clasificación por tipo de vehículo	66
4.1.7.	Cálculo del ESAL	67
4.2.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	72
4.2.1.	Objetivo	72
4.2.2.	Ubicación	72
4.2.3.	Clima.	72
4.2.4.	Levantamiento Planimétrico.	72
4.2.5.	Levantamiento altimétrico.	77
4.2.6.	Discusión y conclusiones.	78
4.2.7.	Recomendaciones.	78
4.3.	ESTUDIO DE SUELOS	79
4.3.1.	Objetivo	79
4.3.2.	Ubicación	79
4.3.3.	Altitud y clima	79
4.3.4.	Condiciones sísmicas	79
4.3.5.	Resultados de los ensayos de laboratorio	80
4.4.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	86
4.4.1.	ESTACIÓN METEREOLÓGICA.	86
4.4.1.1.	Datos meteorológicos	84
4.4.2.	PARÁMETROS METEOROLÓGICOS	88
4.4.2.1.	Temperatura	88
4.4.2.2.	Precipitación Pluvial	89
4.4.2.3.	Humedad	89
4.4.3.	PERIODO DE RETORNO	89
4.4.4.	MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS	
HIDROLÓCOS.....	90	
4.4.4.1.	Pruebas de bondad de ajuste	91
4.4.4.2.	DISTRIBUCIONES.	93
4.4.4.3.	PRECIPITACIÓN MAXIMA (DISTRIBUCIÓN GUMBEL)	101
4.4.4.4.	INTENSIDADES DE LLUVIA	103
4.4.4.5.	CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)	
.....	104	

4.4.4.5.1.	CALCULO DE LA ECUACION DE LA INTENSIDAD MAXIMA.	105
4.4.4.5.2.	INTENSIDADES MAXIMAS – TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO.....	106
4.4.4.6.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	107
4.4.4.7.	ESTIMACION DE CAUDALES.....	109
4.4.4.7.1.	MÉTODO RACIONAL.....	109
4.4.4.7.2.	CAUDALES CIRCULANTES POR VÍAS.....	111
4.4.5.	CONCLUSIONES.....	116
4.5.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS.....	117
4.5.1.	Velocidad de diseño.....	118
4.5.2.	Vehículo de diseño.....	119
4.5.3.	Longitud de frenado.....	119
4.5.4.	Distancia de visibilidad.....	119
4.5.5.	Alineamientos verticales.....	120
4.5.6.	Longitud de franado.....	121
4.5.7.	Visibilidad.....	121
4.5.8.	Sección transversal.....	122
4.5.9.	Bombeo.....	123
4.5.10.	Bermas o estacionamientos.....	123
4.5.11.	Sardineles.....	124
4.5.12.	Intersecciones.....	124
4.5.13.	Resultados.....	126
4.6.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS.....	127
4.6.1.	Pavimento.....	127
4.6.2.	Factores.....	129
4.6.3.	Diseño de pavimento rígido.....	131
4.6.4.	Diseño de veredas aceras.....	144
4.7.	DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL.....	146
4.8.	DRENAJE PLUVIAL CON EL PROGRAMA SEWER GEMS.....	153
4.9.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	165
4.9.1.	Generalidades.....	165
4.9.2.	Objetivos.....	165
4.9.3.	Marco legal.....	166
4.9.4.	Descripción y análisis del proyecto.....	169
4.9.5.	Area de influencia del proyecto.....	171
4.9.6.	Linea Base Ambiental.....	172
4.9.7.	Linea Base Socioeconómica.....	175
4.9.8.	Plan de manejo ambiental.....	176
4.9.9.	Descripción de los principales impactos.....	180
4.9.10.	Mitigacion de los impactos ambientales.....	182
V.	METRADOS Y PRESUPUESTO.....	185
VI.	CONCLUSIONES.....	191

VII.RECOMENDACIONES.....	193
VIII REFERENCIAS	194
IX.ANEXOS.....	196

RESUMEN

El presente proyecto “Análisis y diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del C.P. Saltur- Distrito de Zaña- Provincia de Chiclayo- Departamento de Lambayeque, 2019” tiene por objetivo analizar y diseñar un tipo de pavimento y drenaje pluvial que cuente con las mejores condiciones técnicas y económicas, procurando resolver situaciones de problemática con mucha más eficacia y rapidez frente a los desastres naturales como lluvias torrenciales e inundaciones, así mismo, contribuir con el mejoramiento urbanístico de la zona en estudio, permitiendo que el desarrollo comercial y el impacto visual del centro poblado aumente y mejore la calidad de vida de los pobladores.

El proyecto en mención será realizada en cuatro fases programadas:

FASE I: Recopilación de información previa.

FASE II: Desarrollo del proyecto definitivo.

FASE III: Análisis de resultados.

FASE IV: presentación y sustentación final de tesis.

Palabras clave: Pavimento, drenaje pluvial, diseño geométrico, tráfico.

ABSTRACT

The present project "Analysis and design of the pluvial drainage and paving system of CP Saltur - District of Zaña - Province of Chiclayo - Department of Lambayeque, 2019" aims to analyze and design a type of pavement and storm drainage that has the best technology and Economic conditions, trying to resolve problematic situations much more effectively and quickly in the face of natural disasters such as torrential rains and floods, also contribute to the urban improvement of the area under study, allowing commercial development and the visual impact of the villages . Center to increase and improve the quality of life of the inhabitants.

The project in question was carried out in four scheduled phases:

PHASE I: Collection of prior information.

PHASE II: Development of the final project.

PHASE III: Analysis of results.

PHASE IV: Presentation and final sustaining of the thesis.

Keywords: Pavement, pluvial drainage, geometric design, traffic.

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos de desarrollo y extensión de las ciudades traen consigo una serie de cambios y desorden de las condiciones naturales al aumentar las superficies impermeables, lo cual genera dificultades con el drenaje y la gestión de las aguas de lluvias, debido al aumento en los caudales de escorrentía, que se agudizan con la limitada capacidad de los colectores existentes, y el aumento de las precipitaciones, traducido en desastres y pérdidas económicas para la sociedad. [1]

Debido al crecimiento y al desarrollo de las ciudades, las áreas urbanas aumentan. Se edifican viviendas y se pavimentan nuevas calles, apareciendo mayores cantidades de superficies que no permiten el paso de las aguas. Esto impacta de manera negativa en la infiltración natural del suelo, lo que conlleva a que los volúmenes de escorrentía aumenten y los caudales máximos a evacuar cada vez que llueve. [2]

Los desastres retrasan el desarrollo socio-económico de la sociedad, afectando vidas humanas y destruyendo obras vitales para su existencia, impidiendo el avance de su economía a nivel de años atrás, percibiéndose sus consecuencias tanto a nivel local, regional y nacional. Una clara muestra de ello en nuestro país son los daños económicos que causó el fenómeno de El Niño 1982/83 (pérdidas por US\$ 3283 millones) y El Niño 1997/98 (causó daños estimados en US\$ 3500 millones), pérdidas equivalentes al 11,6% y 6,2% del PBI anual de 1983 y 1998, respectivamente. [3]

Por ende, se debe tener en cuenta la permanente amenaza del fenómeno de El Niño, debido a que puede ocasionar acontecimientos climáticos excesivos en el mundo, tales como inundaciones y sequías. En el Perú, las consecuencias de El Niño son aún mayores, específicamente en la costa norte, dado que puede originar fuertes lluvias y graves inundaciones. El promedio de precipitación es en torno de 100 a 250 mm/año, pero un fenómeno «Mega-Niño» significa precipitaciones mayores de 2000 mm en un tiempo de pocos meses (tres o cuatro). [4]

Según el Instituto de Defensa Civil, al 23 de marzo del 2017 hay 105 832 damnificados, 91 356 se concentraron en la Costa Norte. Asimismo, se han reportado 28 552 hectáreas destruidas y afectadas, mientras que el número de viviendas afectadas y colapsadas fueron de 144 572. [5]

Este fenómeno natural causó daños en muchos distritos de Lambayeque y afectó los servicios básicos, entre ellos los sistemas de alcantarillado. Provocando que los colectores e infraestructuras de drenaje se saturaran y colapsaran, dejando

incomunicados a los distintos distritos por la magnitud de la tormenta. En Lambayeque, al 23 de marzo del 2017, el fenómeno de El Niño dejó 41 237 damnificados, 93 486 afectados y 4 483 viviendas colapsadas. [6]

Uno de los distritos afectados por el fenómeno de El Niño del 2017 fue Zaña. El distrito tiene una superficie de 313.9 km², representando el 9.55% del territorio de la Provincia de Chiclayo. Ubicado entre las coordenadas 06°54'24" sur y 79°35'02" oeste. Además, cuenta con una población total de 12197 habitantes según INEI y su densidad es de 39.4 habitantes por cada km² de superficie. Los daños que dejó este fenómeno en el distrito de Zaña son de 54 viviendas colapsadas, 950 viviendas afectadas, 2125 personas afectadas, 3 km de canal de riego colapsado, 5.60 km de canal de riego afectado, 230 ha de áreas de cultivo afectadas y 2 puentes afectados.

A nivel de centros poblados del Distrito de Zaña, uno de los más afectados tras el fenómeno de El Niño fue Saltur, que se encuentra en las coordenadas 06°48'45" sur y 79°38'18" oeste, a una altura de 76 m.s.n.m. y con una población de 6890 habitantes y 1033 viviendas. Dejando daños significativos, de 8 viviendas colapsadas, 395 afectadas, 22 personas damnificadas, 1925 personas afectadas, 12 ha de cultivos afectados.

En la actualidad el C.P. Saltur cuenta con pocas calles pavimentadas y en general sin un sistema de drenaje pluvial, por lo que algunas vías de circulación quedan inundadas de agua, producto de las precipitaciones, por lo cual en algunas situaciones los pobladores utilizan los buzones de desagüe para evacuar las aguas de lluvia, afectando el funcionamiento del alcantarillado y en consecuencia dañando el pavimento de las calles existentes. El problema aumenta en las zonas que no se encuentran pavimentadas, ya que se forman fangos debido al agua detenida, este problema perjudica el tránsito de personas y vehículos, por lo que la población no puede desarrollar sus actividades cotidianas con normalidad. Además, al originarse el estancamiento de aguas origina una fuente de proliferación de bacterias y mosquitos causantes de muchas enfermedades infecciosas. Según el puesto de salud de Saltur existe una gran cantidad de personas con enfermedades respiratorias (690), enfermedades infecciosas víricas (521), infecciones de la piel y del tejido subcutáneo (310), entre otros.

Según información brindada por defensa civil, las viviendas del C.P. Saltur se encuentran construidas con un 75.02% de adobe en sus paredes, 65.34% de planchas de calamina y fibra de cemento en sus techos y un 76.48% de tierra en sus pisos, esto refleja la vulnerabilidad de dichas viviendas ante inundaciones causadas por lluvias, generando

el riesgo de que puedan colapsar produciendo daños mayores y dejando a familias de bajos recursos sin abrigo.

Según los docentes del colegio nivel secundario del C.P. Saltur la I.E. N°11527” Antonio Raimondi Dell Acqua” de educación primaria y secundaria resulta afectado tras las intensas lluvias ya que las aguas provenientes de la zona alta de Saltur se escurren por la superficie hacia la institución, pasando a través de las puertas de rejas hacia los patios, debido a que se encuentran en la zona baja. A pesar de que la institución cuenta con drenaje, el exceso de agua proveniente de las zonas altas afecta su normal funcionamiento. El diseño de un sistema de drenaje y la pavimentación de las calles del C.P. Saltur, es de mucha necesidad, ya que es una prioridad debido a que estas obras están destinadas a evitar daños que puedan ocasionar las aguas de origen pluvial.

Con el diseño del pavimento y el sistema de drenaje pluvial para el C.P. Saltur, se evitará inundaciones y contaminación, así mismo controlar la sobresaturación de las alcantarillas y de esta manera mejorar la calidad de vida de los pobladores del lugar.

En el aspecto técnico, la presente investigación centra su importancia técnica en el análisis y diseño del drenaje pluvial y pavimentación de la manera más eficiente posible cumpliendo con los parámetros establecidos en normas como: Reglamento Nacional de edificaciones, en lo que respecta al análisis y diseño del drenaje pluvial y pavimentación. Además, se ampliarán conocimientos y criterios para el análisis y diseño de drenaje pluvial y pavimentación con la aplicación de un software denominado SewerGEMS, el cual, es utilizado para modelar sistemas de alcantarillado sanitario, pluviales y/o combinados; con la finalidad de encontrar caudal, velocidades, y otros elementos.

En el aspecto económico, las personas que radican en la zona se beneficiarán respecto a que sus viviendas se revalorarán y disminuirá el impacto visual negativo de la zona en donde se realizará la pavimentación, contribuyendo con el mejoramiento urbanístico de la zona en estudio ya que se contará con vías en óptimas condiciones de transitabilidad mejorando así la calidad de vida de los habitantes.

La utilización del sistema de drenaje pluvial en el C.P. Saltur reducirá la cantidad de escurrimientos pluviales captados durante las lluvias, permitiendo a su vez una adecuada disposición de los escurrimientos, así como un funcionamiento eficiente de las redes de alcantarillado, reduciendo en gran medida las necesidades de mantenimiento de las redes de alcantarillados, en caso de inundaciones.

En el aspecto social, este proyecto tiene como finalidad, ayudar a resolver la problemática actual del C.P. Saltur, ya que actualmente genera un problema muy grave en cuanto a la falta de pavimentación en la mayoría de sus calles y a la inadecuada evacuación de las aguas de lluvia, de esta manera con el proyecto en mención se contribuirá con el bienestar de la población mejorando la calidad de vida de los pobladores de este centro poblado garantizado un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la duración de lluvias.

En el aspecto ambiental, se busca terminar con los puntos de contaminación que se forman debido al arrastre de lodo mediante los flujos de agua, basura, desechos y más formándose así focos infecciosos que contamina el ambiente y personas, permitiendo tener un entorno más limpio y saludable.

Además, en el presente proyecto se realizará una evaluación de impacto ambiental sobre la zona en estudio, con el fin de mitigar los efectos que ocasiona dicho proyecto.

El presente proyecto tendrá los siguientes objetivos:

El objetivo general es Analizar y Diseñar el Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación del C.P. Saltur- distrito de Zaña- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque, 2019.

Los objetivos específicos son:

Determinar las características geomorfológicas y mecánicas de suelo para poder obtener la rasante de las vías a pavimentar y ubicar la descarga del drenaje pluvial.

Hacer el estudio de tráfico para determinar el IMDA que nos servirá como base para el diseño del pavimento.

Desarrollar el estudio hidrológico para la cuantificación de la precipitación, evaporación, infiltración, escorrentía, temperatura, etc.

Diseñar el sistema de drenaje pluvial.

Utilizar el software SewerGEMS para el diseño del sistema drenaje pluvial.

Elaborar el diseño del pavimento.

Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Elaborar los planos del proyecto.

Elaborar el presupuesto del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Entre los diversos estudios e investigaciones relacionados con el presente proyecto tenemos:

Quiroz, Roger y Bayron Saavedra. 2013. “Drenaje pluvial de la ciudad de Tuman ante un eventual fenómeno del Niño”. Tesis de grado: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

La presente Tesis está enfocada en la problemática existente en la Ciudad de Tuman, debido a la inexistencia de un drenaje pluvial, el cual pueda evacuar las aguas producto de las lluvias, evitando así las inundaciones o estancamientos de agua que afecte a la vida y a la salud de la población y de la misma forma la destrucción de infraestructuras.

Martinez, Cristopher. 2013. “Sistemas urbanos de Drenaje sostenible SUDS: Infraestructura hidráulica urbana para el control y aprovechamiento del agua de lluvia”. Tesis de Grado: Universidad Nacional Autónoma de México.

En esta investigación se muestra una revisión técnica de la literatura actual que incluye el planteamiento de diversos modelos, criterios de diseño y herramientas de ayuda para la elección y evaluación de alternativas de drenajes sostenibles. También se exponen ejemplo de uso de sistemas de administración de recursos sostenible que revelan beneficios significativos en cuanto a la cantidad y Calidad del agua.

Ordinola Díaz, Sánchez Gonzales.2013 “DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE SAN JOSE - LAMBAYEQUE” Tesis de grado: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.

La ciudad de San José se ha visto, más de una vez, afectada por el Fenómeno más conocido y devastador que se ha podido vivir en el Norte del País, este fenómeno ocasional, que genera fuerzas hídricas incontenibles, que han ocasionado enormes daños y seguirán haciendo perjuicios en la naturaleza y la sociedad si no se previene y se aprende del pasado, es conocido como Fenómeno del Niño.

Actualmente el Fenómeno del Niño se presenta en intervalos cada vez mayores en tiempo de retorno, lo cual acredita un estudio de Drenaje Pluvial, basándose en una investigación detallada de los efectos de inundación y con ello un diseño de Drenaje Pluvial no existente en la Ciudad de San José, que permita evacuar aguas de lluvia, evitando así inundaciones o estancamiento de agua que afecte a la vida y la salud de la

población, así mismo la destrucción de infraestructuras (veredas, pavimentos y edificaciones), debido a las infiltraciones de agua.

Ferroñan Viera, García Ramírez.2017 “DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, VEREDAS Y DRENAJE PLUVIAL DE LA URBANIZACIÓN PROGRESIVA LA TINA, DEL SECTOR SALIDA SUR ESTE DE LAMBAYEQUE DREN 2210, DISTRITO DE LAMBAYEQUE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE” Tesis de grado: “UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO”

El presente trabajo de tesis, se desarrolló con el objetivo de diseñar el pavimento rígido, veredas y drenaje pluvial, para mejorar las condiciones de transitabilidad en la Urbanización Progresiva La Tina. Para ello fue necesario: La realización del estudio topográfico; estudio de mecánica de suelos, para la obtención de las características físicas del suelo; estudio de tráfico, para la determinación del IMDA, como base para el diseño geométrico del pavimento rígido; identificación de las máximas precipitaciones, a fin de dimensionar el sistema de drenaje y finalmente se realizó la evaluación del impacto ambiental.

Delgado Rojas, Gonzales Ballena.2019. “DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”. Tesis profesional, UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.

El uso de Sistema de Drenaje Pluvial, no permite tener control de las inundaciones causados por el cambio climático y la infraestructura deficiente de las zonas urbanas. Es así que, con el diseño de la pavimentación y el sistema de drenaje pluvial para el área urbana del centro poblado de Pampa Grande, distrito de Chongoyape se evitaría problemas de inundación y contaminación, así mismo impedir la sobresaturación de las alcantarillas y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la ciudad.

BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

Dentro de las formalizaciones científicas relacionadas con el tema “Análisis y Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial y Pavimentación del C.P. Saltur- Distrito de Zaña- Provincia de Chiclayo - Departamento de Lambayeque, 2019”, se toman en cuenta los siguientes:

Norma E.050. Suelos y Cimentaciones. 2016. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

La finalidad de este reglamento es implantar los parámetros para la realización de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), con el propósito de cimentación, de edificios y otras obras mencionadas en esta norma. Los EMS se realizarán con el fin de garantizar la seguridad y duración de las obras y fomentar la utilización racional de los recursos.

Norma OS.060. Drenaje Pluvial Urbano. 2016. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

El fin de esta norma, es decretar los puntos generales de diseño que aprueben el desarrollo de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que abarquen la recolección, transporte y deposición a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre una zona urbana. Además de ello nombra que, los proyectos de drenaje pluvial urbano referentes a la recolección, conducción, y disposición final del agua de lluvias se guiarán bajo disposiciones legales y reglamentaciones dadas por este capítulo del reglamento nacional de edificaciones.

NORMA CE.010. PAVIMENTOS URBANOS. 2016. PERÚ: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.

La presente Norma tiene por finalidad establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimiento, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, con la finalidad de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de utilidad

Pues es así que dicha norma, establece los requisitos y requerimientos mínimos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y análisis de pavimentos urbanos en general, excepto donde ésta indique lo contrario.

Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial (2016).

El reglamento tiene por finalidad establecer y regular los criterios, términos y método para efectuar la delimitación, aprobación, señalización y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales, el reglamento es de aplicación nacional y de cumplimiento obligatorio por los órganos de la Autoridad

Nacional del Agua, así como por las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, y así uniformizar a nivel nacional criterios, técnicos y métodos para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua.

Ley General del Ambiente N° 28611

Decreta los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de ayudar en la gestión ambiental efectiva y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los pobladores y lograr el desarrollo sostenible del país.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

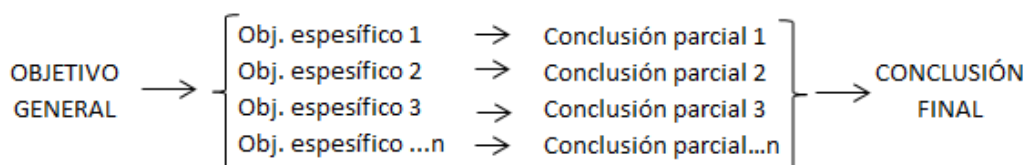
El proyecto denominado “Análisis y diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del C.P. Saltur- Distrito de Zaña- Provincia de Chiclayo- Departamento de Lambayeque, 2019” desarrollará los siguientes tipos de investigación:

De acuerdo al fin que se pretende es aplicativo, ya que busca la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la práctica de la ingeniería civil y a partir de ellos obtener los objetivos planteados que serán sustentados en los resultados de la investigación.

Es descriptiva de acuerdo al diseño de la investigación, porque se requiere de observación, descripción detallada y comprensión de las condiciones actuales del área del proyecto, mediante la recolección de datos de campo, con el fin de plantear alternativas de solución ante los problemas identificados.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el diseño de la presente investigación, se utilizará un estudio basados en objetivos: Objetivo general y Objetivos específicos, para los cuales se desarrollará un conjunto de métodos y técnicas para llegar a conclusiones parciales para cada objetivo y por último a una conclusión final con respecto al propósito planteado en la investigación. Se muestra el esquema a continuación:



3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Estudio de tráfico

Formato del MTC.

3.3.2. Estudios de Mecánica de Suelos

Ensayo CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

El ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 339.145 (ASTM D1883). Equipos: Molde cilíndrico. Disco espaciador. Trípode. Pesas. Balanza. Espátula. Horno

Ensayo de granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

Este ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.128(ASTM D422). Equipos: Tamices. Balanza. Homo eléctrico. Cuchillos.

Ensayo de contenido de humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

Ensayo de Límites de Atterberg (Consistencia): Este ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.129(ASTM D431S).

- **Límite Líquido:** Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.
- **Límite Plástico:** Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.

Equipos: Recipiente metálico, brocha, balanza, cuchillo, ranurador, espátula, copa de Casagrande. Máquina de Casagrande.

Ensayo de Proctor Modificado: Consiste en compactar el suelo dentro de un molde metálico y cilíndrico, en varias capas y por la caída de un martillo (pisón metálico).

Tiene como fin obtener la densidad seca máxima de compactación y el contenido de agua óptimo.

Este ensayo se realizará según norma técnica peruana NTP 399.141(ASTM D1557).

Equipos: Molde cilíndrico, martillo metálico, horno, tamices, balanza, espátula.

3.3.3. Estudios topográficos

Planos topográficos

3.3.4. Estudios hidrológicos

Registro de SENAMHI

3.3.5. Instrumentos

Programas de cómputo

Autocad

Civil 3D

Microsoft Office: Word, Excel, Power Point.

S10

Ms Project

Software SewerGEMS

SoftwareHidroesta

Topográficos

Estación Total

Prisma para Estación Total

Brújula

GPS

Eclímetro

Wincha

Estacas, libreta de campo, comba, pintura, pincel, machetes, etc.

Laboratorio de Mecánica de Suelos

Mallas o tamices

Hornos

Balanzas

Moldes

Caja de corte

Copa de casa grande

Máquina de los Ángeles

3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

Tiene como finalidad evaluar las condiciones actuales del tráfico y proyectarlas durante la vida útil del proyecto, teniendo como punto de partida para las proyecciones el tránsito vehicular existente que circula por las vías principales del área del proyecto.

Este estudio consiste en: cuantificar, clasificar según el tipo de vehículos y de esta manera saber la cantidad diaria de los vehículos que circulan por las vías; y así mediante el conteo vehicular se obtendrá el IMDA para determinar las

características del pavimento a emplear, su clasificación y desarrollar un plan de mejoras y mantenimiento.

Para calcular y analizar la demanda vehicular, se utilizará la siguiente metodología.

3.4.1.1. Estaciones de conteo

Se realizó una previa verificación de campo y recorrido en las vías de tránsito del C.P. Saltur y se procedió a identificar dos estaciones estratégicas de conteo.

El aforador se ubicará en el lugar estratégico desde donde realizará el conteo diario por tipo, sentido y clase de vehículos.

Periodo de estudio en el campo.

El conteo vehicular se realizó durante las 24 horas del día, durante 7 días consecutivos.

Digitación y resultados

Los datos obtenidos del conteo vehicular en campo son procesados en formatos Excel, en los cuales se registra todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo.

El resultado del conteo volumétrico de tráfico permitirá calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA), para lo cual se utiliza la siguiente formula:

Se utiliza la siguiente formula:

$$IMDA = \frac{(VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDsáb + VDdom)}{7} \times F.C.E.$$

Dónde:

VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 y VDL5...Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables.

VD SAB.....Volumen de tráfico registrado sábado.

VD DOM.....Volumen de tráfico registrado domingo.

FCE.....Factor de corrección estacional.

IMD Anual.....Índice Medio Diario Anual.

3.4.1.2. Factores de corrección

Los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, estas variaciones son ocasionadas por las cosechas, festividades, viajes de recreo etc., por eso es necesario afectar los valores calculados, durante una época, por un factor de corrección que lleve estos al promedio Diario Anual. [9]

3.4.1.3. Proyecciones de tránsito futuro

Para diseñar una nueva vía de comunicación o realizar la ampliación de una existente, es necesario conocer las condiciones actuales de operación de la vialidad en función, así como establecer las condiciones que se espera obtener en un futuro.

Para la proyección del tráfico del centro poblado Saltur, se tomará en cuenta los resultados del conteo del tráfico, realizado para fines del presente estudio, y las tasas de crecimiento de la población del departamento de Lambayeque.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículos por día.

T_0 = Tránsito actual (año futuro de proyección).

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito

3.4.1.4. Tasa de crecimiento

Se trabajará de acuerdo a dos aspectos: la tasa de crecimiento del PBI y la tasa de crecimiento poblacional.

TABLA: N° 01
TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN POR
DEPARTAMENTO.

<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>AÑOS</i>			
	<i>1995-2000</i>	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>	<i>2010-2015</i>
<i>PERU</i>	<i>1.70</i>	<i>1.60</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>COSTA</i>				
<i>Callao</i>	<i>2.60</i>	<i>2.30</i>	<i>2.10</i>	<i>1.80</i>
<i>Ica</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>	<i>1.20</i>
<i>Lambayeque</i>	<i>2.00</i>	<i>1.90</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>
<i>La Libertad</i>	<i>1.80</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>Lima</i>	<i>1.90</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>Moquegua</i>	<i>1.70</i>	<i>1.60</i>	<i>1.40</i>	<i>1.30</i>
<i>Piura</i>	<i>1.30</i>	<i>1.20</i>	<i>1.10</i>	<i>0.90</i>
<i>Tacna</i>	<i>3.00</i>	<i>2.70</i>	<i>2.40</i>	<i>2.10</i>
<i>Tumbes</i>	<i>2.80</i>	<i>2.60</i>	<i>2.30</i>	<i>2.00</i>
<i>SIERRA</i>				
<i>Ancash</i>	<i>1.00</i>	<i>0.90</i>	<i>0.80</i>	<i>0.70</i>
<i>Apurímac</i>	<i>0.90</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>	<i>1.00</i>
<i>Arequipa</i>	<i>1.80</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>Ayacucho</i>	<i>0.10</i>	<i>0.30</i>	<i>0.40</i>	<i>0.40</i>
<i>Cajamarca</i>	<i>1.20</i>	<i>1.20</i>	<i>1.10</i>	<i>0.90</i>
<i>Cusco</i>	<i>1.20</i>	<i>1.20</i>	<i>1.10</i>	<i>1.00</i>
<i>Huancavelica</i>	<i>0.90</i>	<i>1.00</i>	<i>0.90</i>	<i>0.90</i>
<i>Huanuco</i>	<i>2.00</i>	<i>1.80</i>	<i>1.70</i>	<i>1.60</i>
<i>Junín</i>	<i>1.20</i>	<i>1.20</i>	<i>1.00</i>	<i>0.90</i>
<i>Pasco</i>	<i>0.40</i>	<i>0.60</i>	<i>0.50</i>	<i>0.40</i>
<i>Puno</i>	<i>1.20</i>	<i>1.20</i>	<i>1.10</i>	<i>1.00</i>
<i>SELVA</i>				
<i>Amazonas</i>	<i>1.90</i>	<i>1.80</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>
<i>Loreto</i>	<i>2.50</i>	<i>2.20</i>	<i>2.00</i>	<i>1.90</i>
<i>Madre de Dios</i>	<i>3.30</i>	<i>2.90</i>	<i>2.60</i>	<i>2.30</i>
<i>San Martín</i>	<i>3.70</i>	<i>3.30</i>	<i>2.90</i>	<i>2.60</i>
<i>Ucayali</i>	<i>3.70</i>	<i>3.30</i>	<i>2.90</i>	<i>2.50</i>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

TABLA: N° 02
PBI, TASA ANUAL DEPARTAMENTAL.

<i>Departamentos</i>	<i>2009/2008</i>
<i>PERU</i>	<i>0.90</i>
<i>Cusco</i>	<i>4.40</i>
<i>Ica</i>	<i>3.80</i>
<i>La Libertad</i>	<i>1.70</i>
<i>Ucayali</i>	<i>2.30</i>
<i>Moquegua</i>	<i>-1.30</i>
<i>Arequipa</i>	<i>0.20</i>
<i>Apurímac</i>	<i>5.30</i>
<i>Piura</i>	<i>2.00</i>
<i>San Martín</i>	<i>3.60</i>
<i>Ayacucho</i>	<i>11.00</i>
<i>Amazonas</i>	<i>3.50</i>
<i>Madre de Dios</i>	<i>-2.70</i>
<i>Cajamarca</i>	<i>7.10</i>
<i>Ancash</i>	<i>0.10</i>
<i>Tumbes</i>	<i>2.20</i>
<i>Lima</i>	<i>0.40</i>
<i>Puno</i>	<i>3.40</i>
<i>Lambayeque</i>	<i>3.00</i>
<i>Junín</i>	<i>-2.30</i>
<i>Loreto</i>	<i>2.20</i>
<i>Huánuco</i>	<i>0.60</i>
<i>Pasco</i>	<i>-4.80</i>
<i>Tacna</i>	<i>-1.30</i>
<i>Huancavelica</i>	<i>3.60</i>

Fuente: INEI. Informe Técnico N°.01-Agosto 2010.

3.4.1.5. Periodo de diseño

Es el tiempo seleccionado al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable.

Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en la siguiente tabla:

TABLA: N° 03
PERIODO DE DISEÑO

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS (AÑOS)
Urbana de Alto Volumen de tráfico	30-50
Rural de Alto Volumen de tráfico	20-50
Pavimentada de Bajo Volumen de Tráfico	15-25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20

Fuente: AASHTO para el Diseño de estructuras de Pavimentos

3.4.1.6. Clasificación por tipo de vehículos

Vehículos livianos:

Los vehículos livianos se caracterizan por tener dos ejes y cuatro neumáticos, lo cual presupone menor peso y una capacidad de carga menor.

Tipos de vehículos livianos son:

- Furgoneta: Vehículo automotor para el transporte de carga liviana, con 3 o 4 ruedas, con motor de no más de 500 cm³ de cilindrada.
- Automóvil: Vehículo automotor para el transporte de personas normalmente hasta de 6 asientos y excepcionalmente hasta de 9 asientos.
- Station Wagon: Vehículo automotor derivado del automóvil que, al rebatir los asientos posteriores, permite ser utilizado para el transporte de carga.
- Camioneta pick-up: Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto vehicular que no exceda los 4,000 kg.
- Camioneta panel Vehículo automotor con carrocería cerrada para el transporte de carga liviana con un peso bruto vehicular no exceda los 4,000 kg.
- Camioneta rural: Vehículo automotor para el transporte de personas de hasta 17 asientos y cuyo peso bruto vehicular no exceda los 4,000 kg.

Vehículos pesados:

Este grupo está formado por los vehículos que constan de dos ejes y seis neumáticos o más, o los camiones con carga pesada y neumáticos anchos, lo que nos indica vehículos más pesados y con capacidad de cargas mayores.

Tipos de vehículos pesados son:

- Ómnibus: Vehículo autopropulsado, diseñado y construido exclusivamente para el transporte de pasajeros y equipaje, debe tener un peso seco no menor de 4,000 kg.
- Camión: Vehículo autopropulsado motorizado destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular igual o mayor a 4,000 kg. Puede incluir una carrocería o estructura portante.
- Semi trailer y trailer: Utilizados para el transporte de carga pesada.

3.4.1.7. Cálculo del ESAL.

El ESAL "equivalent simple axial load", es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes.

Para determinar el Número Estructural (indicativo del espesor total requerido del pavimento) de un proyecto de pavimentación, es determinante conocer el ESAL que circula por el tramo para un periodo de diseño establecido, esto debido a que ambos son directamente proporcionales, es decir, entre mayor sea el Esal mayor será el Número Estructural requerido para vía en diseño.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Nrep de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [\text{EE}_{\text{día-carril}} \times \text{Fca} \times 365]$$

$$\text{EE}_{\text{día-carril}} = \text{IMD}_{\text{pi}} \times \text{Fd} \times \text{Fc} \times \text{Fv}_{\text{pi}} \times \text{Fp}_{\text{pi}}$$

Donde:

IMD_{pi}: Corresponde al índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado

Fd: Factores direccional

Fc: Factor carril de diseño

Fvpi: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado.

Fp: Factor de presión de neumáticos

3.4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La topografía en la elaboración proyectos cumple un rol muy importante, ya que mediante este estudio podemos confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico.

3.4.2.1. Descripción del terreno

El centro poblado donde se realizará el proyecto pertenece a la zona costera de Chiclayo, por lo que el relieve y geomorfología presenta características llanas. Sin embargo, presenta una inclinación que va de parte sur a norte.

Algunas calles presentan desniveles y otras son planas, además algunas están pavimentadas y otras no.

3.4.2.2. Plan de trabajo

Etapas preliminares:

En esta etapa se llevó a cabo un reconocimiento de campo donde se está realizando el proyecto, con el propósito de tener orden a la hora de ubicar los cambios de estación para la toma de puntos según corresponda.

Además, se recopiló información existente de la zona del proyecto como:

Planos existentes de la zona, otorgada por la localidad de Saltur.

Planos de lotización otorgada por la municipalidad de Zaña.

Trabajo de campo:

Se ha realizado los trabajos de campo siguientes:

- a) **Levantamiento Planímetro:** Para trabajos de Planimetría se ha empleado una poligonal de apoyo.

En una poligonación se parte de alguna posición y azimut conocido hacia algún otro punto, después se mide los ángulos y las distancias a lo largo de una línea de puntos de levantamiento. Si la poligonal regresa a su punto de partida se le llama poligonal cerrada

Procedimiento del estudio:

- Se realizó un previo reconocimiento de la zona donde se llevará a cabo el proyecto para ubicar y monumentar los puntos que conforman la red poligonal de apoyo para el presente proyecto.
- Se procedió a tomar las coordenadas UTM WGS 84 de los puntos de la Línea Base con el uso de un equipo GPS Garmin 12XL y de esta forma obtener las coordenadas relativas del punto inicial (P1), y en qué dirección se realiza la orientación para la medida de ángulos y hallar las coordenadas de los vértices de las poligonales de apoyo.
- El Norte Magnético se tomó con la Declinatoria que se incorpora a la Estación Total Topcon, en la primera Estación P1.
- Posteriormente mediante el uso de Estación Total, que cuenta con un distanciómetro de hasta 4000 m y una precisión de 5 mm aproximadamente al realizar las lecturas de medición, para el cual se empleó un prisma, que tendrá la función de receptor al láser emitido por la Estación Total con la finalidad de dar lecturas y mediciones correspondientes.

Trabajo de Gabinete:

Consistió en los procesos aritméticos y calcular las distintas cotas y niveles, para así poder evaluar el error de cierre de la poligonal de acuerdo a los parámetros establecidos

- b) **Levantamiento Altimétrico:** La nivelación o altimetría tiene como objetivo fundamental determinar la diferencia de nivel entre dos o más puntos situados sobre el terreno. En topografía, a la altitud de un punto se le denomina cota, pudiendo ser estas absolutas o relativas, según esté referida al nivel medio del mar o bien al nivel de un plano de altitud arbitraria.

Se realizó un levantamiento altimétrico, con la finalidad de obtener el relieve del terreno y representarlo en los planos de curvas de nivel. Para el levantamiento

altimétrico se ubicó 6 BMs con su respectiva descripción ubicados en puntos estratégicos dentro de la zona del proyecto.

Procedimiento del estudio:

– Monumentación de los Puntos del Terreno: Antes de iniciar las mediciones angulares y de distancias, se han señalado los puntos estratégicos que en su mayoría se utilizó como punto una marca en la tapa de los Buzones, con su respectiva descripción para su permanencia en campo, donde se realizarán los cambios de estaciones para la radiación de puntos.

Así mismo se procedió a ubicar 6 BM con su respectiva descripción

– Se estableció con la Brújula de la Estación Total el Norte Magnético.

– A continuación, se procedió a utilizar la Estación Total y medir los puntos tales como postes de luz, postes de teléfono, esquinas, fachadas de lotes, acequias, reservorio, casetas de bombeo, etc., para los cuales se identificó los ángulos horizontales y verticales, la distancia inclinada y horizontal para luego arrojar valores de coordenadas XYZ por cada punto o lectura efectuada

TRABAJO DE GABINETE

Para el procesamiento de datos se utilizaron los Programas y Software siguientes:

✓ Microsoft Office.

✓ AutoCAD Civil 3D

a) Curvas de nivel

Una curva de nivel es una línea dibujada que une puntos de igual altura. En topografía, las curvas permiten representar las características topográficas tridimensionales de un terreno, en un plano de dos dimensiones.

Se exportó los datos topográficos al programa Civil 3D para el proceso de curvas de nivel tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno. Una vez editado la Interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel, cuyos intervalos son curvas equidistantes cada 1m.

b) Perfiles de calles.

Los perfiles topográficos nos muestran el relieve del terreno que se obtiene al cortar de manera transversal las líneas de un plano de curvas de nivel. Se dibuja generalmente en la misma escala horizontal que el plano

En la elaboración de los perfiles longitudinales por calles, se tomó como eje el alineamiento que definen los buzones.

Será necesario elaborar el perfil longitudinal de todas las calles para determinar la dirección de flujo del agua producto de las precipitaciones pluviales, lugares de captación, transporte y evacuación de estas.

c) Secciones transversales

Se definió las cotas del terreno y cotas de la rasante por cada calle.

- La Municipalidad del Distrito de Zaña cuenta con un plano planimétrico (elaborado por COFOPRI), el mismo que ha sido obtenido gracias a las coordinaciones realizadas con sus autoridades, procediendo luego a verificar las manzanas y calles que configuran este plano porque será de gran importancia para la elaboración de nuestro proyecto.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

La cuadrilla considerada estuvo conformada por:

- 01 Estación Total Modelo TOPCON GTS-236
- 02 bastones con sus respectivos prismas
- 01 GPS GARMIN MAP 62 ST.
- Winchas de 50 m.
- 01 cámara fotográfica.
- libretas de campo, estacas, clavos y pintura.

El producto de los datos obtenidos en el estudio topográfico serán los representados mediante los detalles planimétricos, altimétricos y planos topográficos.

3.4.3. ESTUDIO DE SUELOS

Los estudios se desarrollaron con la finalidad de investigar las características del suelo que nos permitan establecer los criterios para el diseño del drenaje y pavimentación.

Se desarrollará en etapas; los trabajos inician desde la revisión previa del reglamento, enumeración y localización de las exploraciones, seguido de la determinación del tipo de ensayos a realizar, métodos de toma de muestras y traslado de las mismas hacia el laboratorio donde se llevará acabo el estudio de las muestras y finalmente el procesamiento de la información recopilada en campo.

3.4.3.1. Puntos de investigación.

De acuerdo a las normas CE.010 del Reglamento Nacional de edificaciones, el cual en su capítulo 3, ítem 3.2.20 establece la cantidad necesaria de calicatas según el tipo de vía, las cuales se realizarán con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante de acuerdo a la siguiente Tabla:

TABLA: N° 04

PUNTOS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN EL TIPO DE VÍA

TIPO DE VÍA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m2)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Según la clasificación de las vías en la zona del proyecto La investigación del sub-suelo de la zona en estudio se efectuó mediante 20 calicatas a cielo abierto

dentro del área distribuidas de tal manera que cubran toda el área de estudio y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos. Tratando de colocarlas en los cruces de vías para sacar un mejor perfil del suelo de la vía.

Según lo indicado en el R.N.E. la profundidad de excavación de las calicatas fue de 1.50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.

El estudio de las muestras extraídas de las calicatas se realizó en el Laboratorio de mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y los resultados correspondientes se adjuntan en los anexos.

3.4.3.2. Toma de muestras

Las muestras extraídas de las calicatas pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas. Una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones de cuando se encontraba en el terreno de donde procede, e inalterada en caso muestren alteraciones.

La muestra se deberá describir de la siguiente manera: nombre del proyecto, ubicación, N° de pozo, profundidad, N° de muestra, fecha de obtención, etc. Se realizarán sondajes a pozo abierto.

3.4.3.3. Descripción de los ensayos de laboratorio

Propiedades Físicas

Análisis Granulométrico por tamizado (NTP 339.013)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.

Límite Líquido (NTP 339.129) y Límite Plástico (NTP 339.129)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico.

Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido y el contenido de humedad que pasa del estado plástico al semi-seco es el Límite Plástico.

Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes.

Dentro del campo particular de las carreteras y pavimentaciones urbanas, los suelos se presentan con una variedad y complejidad prácticamente infinitas. Así, cualquier intento de sistematización científica, acompañada de la correspondiente tendencia generalizadora, debe ir precedido por otro, en que se procure clasificar a los suelos del modo más complejo posible.

La granulometría ofrece un medio sencillo y evidente para clasificar suelos. Aunque basta dividir un suelo en sus fracciones granulométricas para tenerlo “clasificado”, si previamente se conviene en dar una denominación particular a las diversas fracciones según se queden comprendidas en una determinada gama de tamaños.

Correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS).

TABLA: N° 05

CORRELACIÓN DE TIPOS DE SUELOS AASHTO – SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO AASHTO M-145	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM - D2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	CH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

Agrupar a los suelos de acuerdo a su comportamiento como material para construcción en función de sus propiedades de granulometría y plasticidad.

Esta clasificación divide los suelos en:

- Suelos de grano grueso: más del 50% de sus partículas son retenidas en el tamiz No. 200.
- Suelos de grano fino: Más del 50% de sus partículas pasan el tamiz No.200.
- Suelos orgánicos.

En el siguiente cuadro se muestra los tipos de suelos que comprende la clasificación SUCS y las características que toma en cuenta:

TABLA: N° 06
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

	TIPO DE SUELO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
SUELOS GRUESOS	GRAVAS (>50% en tamiz No 4)	GW	Limpias	1 < Cc < 3 y Cu > 4	Bien graduadas
		GP	(Finos < 5%)		Pobremente graduadas
		GM	Con finos		Componente Limoso
		GC	(Finos > 12%)		Componente Arcilloso
	ARENAS	SW	Limpias		Bien graduadas
	(<50% en tamiz No 4)	SP	(Finos < 5%)		Pobremente graduadas
		SM	Con finos		Componente Limoso
		SC	(Finos > 12%)		Componente Arcilloso
SUELOS FINO	LIMOS	ML	Baja plasticidad (LL < 50%)		
		MH	Alta plasticidad (LL > 50%)		
	ARCILLAS	CL	Baja plasticidad (LL < 50%)		
		CH	Alta plasticidad (LL > 50%)		
	SUELOS ORGANICOS	OL	Baja plasticidad (LL < 50%)		
		OH	Alta plasticidad (LL > 50%)		
SUELOS ORGÁNIC	TURBA	Pt	Suelos altamente orgánicos		

Fuente: Manual de carreteras-Luis Bañón Blasquez, José F. Bevía García.

SIMBOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN SUCS

SÍMBOLO	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
DESCRIPCIÓN	Grava	Arena	limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja Plasticidad	Bien graduados	Pobremente graduados

SISTEMA AASTHO

Este sistema clasifica a los suelos en ocho grupos (A-1 al A-8), basándose en su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad. Entre estos grupos se pueden distinguir suelos inorgánicos (grano grueso y grano fino) y suelos orgánicos (turba, compostas orgánicas, otros).



Grupos de clasificación:

a) **Suelos Granulares:** 35% o menos de la muestra total pasa por la malla número 200.

A-1: comprende las mezclas bien graduadas, compuestas de fragmentos de piedra, grava, arena y material ligante poco plástico. Se incluyen también en este grupo mezclas bien graduadas que no tiene material ligante.

Comprende los siguientes subgrupos:

- Subgrupo A-1a: formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.
- Subgrupo A-1b: formados predominantemente por arena gruesa bien graduada, con o sin ligante.

A-2: comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino, compuesto por gravas y arenas limosas o arcillosas.

Comprende los siguientes subgrupos:

- Subgrupo A-2-4 y A-2-5: la fracción que pasa la malla número 40, presenta características similares a los suelos A-4 y A-5. Incluyen a aquellos suelos gravosos y arenosos (arena gruesa), que tengan un contenido de limo, o índices de grupo, mayor a los indicados por el grupo A-1. Así mismo, incluyen a aquellas arenas finas con un contenido de limo no plástico en exceso al indicado para el grupo A3.
- Subgrupo A-2-6 y A-2-7: la fracción que pasa la malla número 40, presenta características similares a los suelos A-6 y A-7.

A-3: se encuentran las arenas finas, de playa y aquellas con poca cantidad de limo que no tengan plasticidad, se incluye además las arenas de río que contengan poca grava y arena gruesa.

b) Suelos Finos: Más del 35% de la muestra total pasa por la malla número 200.

A-4: comprende los suelos limosos poco o nada plásticos, que tienen un 75% o más del material fino que pasa el tamiz número 200. Además, se incluyen en este grupo las mezclas de limo con grava y arena hasta un 64%.

A-5: semejantes al grupo A-4, pero contienen material micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un límite líquido elevado.

A-6: el material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75% de estos suelos debe pasar el tamiz número 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan, generalmente, grandes cambios entre los estados seco y húmedo.

A-7: semejantes al grupo A-6, pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados. Comprende los siguientes subgrupos:

- Subgrupo A-7-5: aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos en comparación con sus límites líquidos.
- Subgrupo A-7-6: aquellos materiales cuyos índices de plasticidad son muy altos en comparación con sus límites líquidos, además experimentan cambios de volumen extremadamente grandes.

Para la evaluación cualitativa de la conveniencia de un suelo como material para

subrasante, se desarrolló también un número denominado Índice de Grupo, el cual se detalla a continuación:

Índice de Grupo:

La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se hace por medio del Índice de grupo, el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IG = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.001(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F200= porcentaje que pasa la malla No. 200 (0.074mm), expresado como un número entero. Este porcentaje se basa sólo en el material que pasa malla de 3" (76.2mm).

LL= Límite líquido.

IP= Índice de plasticidad.

Para los grupos A-2-6 y A-2-7, se debe usar sólo la ecuación de índice de grupo parcial relativa al índice de plasticidad:

$$IG = 0.001(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Los incrementos de valor de los índices de grupo reflejan una reducción en la capacidad para soportar cargas por el efecto de aumento del límite líquido e índice de plasticidad, y una disminución del porcentaje de material grueso, de ello se deduce que mientras mayor sea el valor del índice de grupo, será menor la utilidad del suelo como material de subrasante. Un índice de grupo de 20 o más indica un material muy pobre para usarse con ese propósito.

Al calcular el índice de grupo, se debe tener en cuenta los siguientes detalles:

- Debe reportarse como número entero
- Si resulta negativo, debe reportarse como cero.
- Se escribe al lado del grupo de suelo, siempre entre paréntesis.

Propiedades Mecánicas

Para calcular las propiedades de un suelo se debe realizar los ensayos de las muestras obtenidas en campo, con el fin de definir las características mecánicas, y así, determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas

Ensayo Próctor Modificado (NTP 339.013)

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar a fin de obtener la mejor compactación.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda.

En efecto, se observa que, a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que, al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación.

Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación.

El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, al grado de llenar casi los vacíos del suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

California Bearing Ratio – CBR (NTP 339.145)

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación auxiliándose de curvas empíricas.

Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas, como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, por lo que se requiere un control minucioso, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas.

3.4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Este estudio tiene como finalidad principal hallar los parámetros hidrológicos para la determinación de los caudales de escurrimiento pluviales máximos que se utilizará en el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial del proyecto.

La información hidrológica y meteorológica a utilizar en el estudio deberá ser proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI)

3.4.4.1. INFORMACIÓN METEREOLÓGICA

La información meteorológica se obtuvo (precipitaciones máximas en 24 horas) de la estación Cayaltí mediante la página web del Senhami.

3.4.4.2. Trabajo de Gabinete

Luego de un análisis de los datos recolectados se efectuará el cálculo de precipitación, temperatura, humedad atmosférica, velocidad - dirección del viento, radiación solar y/o horas de sol y evaporación, elaboración de curvas IDF con el fin de identificar la Intensidad de lluvia de diseño con el cual se efectuará

el diseño hidráulico de cunetas. Todos estos datos obtenidos en la estación más cercana al área del proyecto: Estación de Cayaltí.

3.4.5. ESTUDIO DE CANTERAS

Se define como canteras, al afloramiento rocoso del que se extrae piedras, gravas, arenas, etc.; para ser utilizados como material de construcción. Estos materiales deberán cumplir ciertas exigencias, como de calidad y cantidad, las cuales deberán ser verificados por el profesional responsable,

Existen dos formas para detectar canteras, desde la simple observación sobre el terreno, hasta el empleo de pozos a cielo abierto, posteadoras, barrenos y máquinas perforadoras.

3.4.5.1. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE CANTERAS

Para seleccionar los materiales se realiza un estudio de los materiales extraídos de la cantera, teniendo en cuenta los siguientes factores:

Factores Técnicos:

La calidad de los materiales seleccionados debe cumplir con lo estipulados por las normas técnicas.

Factores Económicos:

Acceso fácil, que permita una explosión eficiente y económica.

Cercanía a la zona del proyecto, dentro de las canteras que reúnan los requisitos exigidos.

Las canteras deben estar localizadas de manera que su explosión no con lleve a problemas legales que perjudiquen a los habitantes del lugar.

Experiencia Constructiva:

Se evalúa experiencias de trabajos de pavimentación realizados en el medio, ya que es el mejor indicador del comportamiento de los materiales utilizados cuando el pavimento está en servicio y expuesto al medio ambiente.

3.4.5.2. REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES

Los materiales deberán cumplir los requerimientos siguientes:

TABLA 07
REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS PARA SUB-BASE GRANULAR

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC, CE. 010 – Pavimentos Urbanos.

TABLA 08
REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA SUB-BASE GRANULAR

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Limite Líquido	NTP 339.129:1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

Fuente: CE. 010 – Pavimentos Urbanos.

TABLA 09

REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS PARA BASE GRANULAR

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm. (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC, CE. 010 – Pavimentos Urbanos.

TABLA 10

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD PARA BASE GRANULAR.

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm. (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: CE. 010 – Pavimentos Urbanos

REQUISITOS PARA MATERIAL DE LOSA DE CONCRETO

- Especificaciones para el Agregado Fino (Arena):
 - Módulo de Fineza: $3.1 > MF > 2.3$
 - Contenido de Finos: Máx. 3%
 - % retenido entre dos mallas sucesivas: Máx. 45%
 - Granulometría

GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO

TAMANO DE LA MALLA	% EN PESO QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 – 100
N°16	45 – 80
N°50	10 – 30
N°100	2 - 10

Fuente: CE. 010 – Pavimentos Urbanos.

- Especificaciones para el Agregado Grueso (Piedra)
 - Contenido de Finos: Máx. 1%
 - Abrasión: Máx. 50%
 - Granulometría

GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO GRUESO

TAMANO DE LA MALLA	% EN PESO QUE PASA
2"	100
1 ½"	95 – 100
¾"	35 – 70
3/8"	10 – 30
N°4	2 - 5

Fuente: CE. 010 – Pavimentos Urbanos.

3.4.5.3. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA

Localizar una cantera consiste en localizar un lugar en donde exista un volumen alcanzable y explotable de suelos o rocas que puedan emplearse en la construcción, satisfaciendo las especificaciones de calidad según las normas técnicas.

PLAN DE TRABAJO:

Las muestras representativas de la Cantera consistirán en muestras alteradas, para su respectivo análisis de laboratorio y su correspondiente clasificación, bajo la Norma AASHTO M 145. La extracción de muestras será realizada siguiendo los siguientes procedimientos:

- Evaluación y selección de las excavaciones (calicatas), siguiendo los procedimientos de las Normas Técnicas para el “Manual de carreteras”, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos con R.D N° 102014 MTC/14.

Excavación, registro y muestreo de las excavaciones, de acuerdo a las Normas A.S.T.M. D 420 Y A.S.T.M. D 2488. –

Conservación y Transporte de muestras de Suelos A.S.T.M.D 4220.

3.4.6. ESTUDIO DE DRENAJE

El estudio de drenaje tiene como finalidad diseñar un sistema que permita retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.

3.4.6.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS

El agua es la variable fundamental en la mayoría de los problemas asociados con el desempeño de los pavimentos y es directa o indirectamente la responsable de muchos de los deterioros encontrados en ellos: pérdida de capacidad de soporte de la subrasante, reducción de la rigidez de la capa granular, erosión de las capas de la base, reducción de la vida útil del pavimento, entre otros. [8]

Las vías urbanas se ven afectadas por aguas de distinto origen, debido a esto se debe diseñar los pavimentos con los medios necesarios para proceder a su evacuación.

TABLA 11

TIEMPOS DE DRENAJE PARA CAPAS GRANULARES

Calidad del Drenaje	50% saturación	85% saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	mayor de 15 horas

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

TABLA 11

COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES
(MX)

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

TABLA 13

COEFICIENTES DE DRENAJE PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS (CD)

Calidad del drenaje	P = % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Fuente: Guía para Diseño de Pavimentos, AASHTO 1993.

3.4.6.2. DRENAJE SUPERFICIAL

Estas obras tienen por objeto recoger las aguas provenientes de precipitaciones o derrames de cualquier naturaleza, que lleguen a la superficie del pavimento.

Para estudiar la solución adecuada y obtener una rápida evacuación de las aguas, puede adoptar las siguientes medidas:

Disponer pendientes transversales adecuadas en calzadas y aceras.

Disponer una pendiente longitudinal que permita un escurrimiento fácil e impida posibles empozamientos.

Proveer sistemas adecuados de captación, almacenamiento, infiltración, canalización y de conducción de las aguas, tales como: sumideros, cámaras, lagunas y estanques de almacenamiento, zanjas de infiltración, canales con revestimiento, colectores, entre otros.

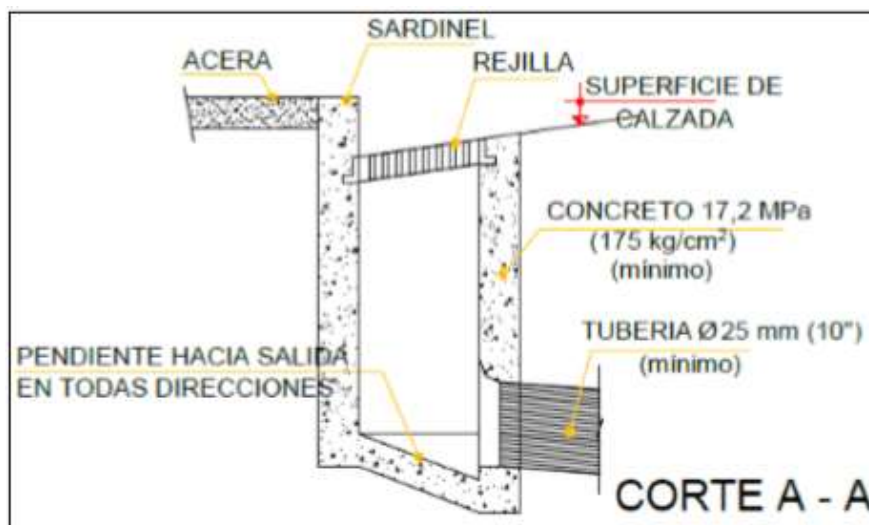
SUMIDEROS

Se recomienda que estos elementos se consideren dentro del proyecto de aguas lluvias, dado que son los encargados de captar y conducir el escurrimiento superficial, preferentemente de las calles, hacia los elementos de la red secundaria. [8]

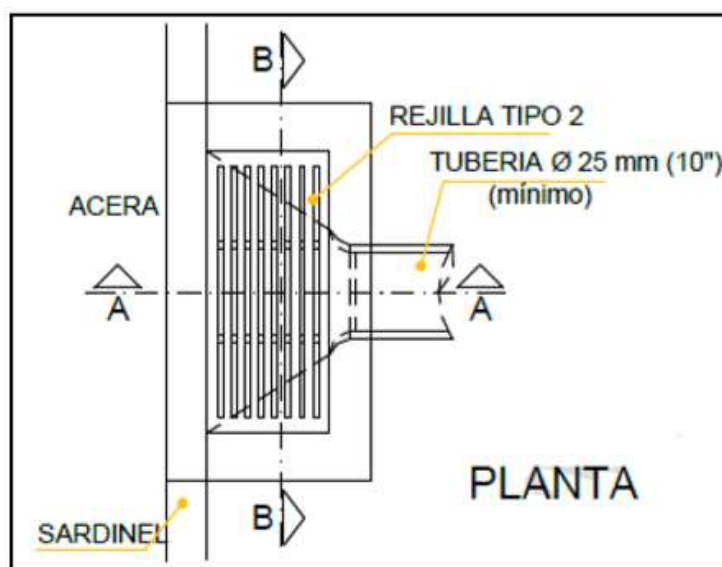
En la determinación de la capacidad hidráulica de captación de los sumideros inciden una serie de factores, como son los siguientes:

- Tipo de sumidero.
- Ubicación.
- Pendiente de la calle.
- Características del flujo a captar y conducir.
- Sedimentos que lleve el agua.

Imagen 01: SUMIDERO HORIZONTAL



Fuente: Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano.



Fuente: Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano.

CUNETAS

Las cunetas generalmente siguen la pendiente de la rasante del camino; y conducen el agua hacia una caja de recolección, en la que es captada para llevarla hacia un curso natural mediante una tubería o conducto rectangular denominado alcantarilla de alivio de la cuneta para que ésta no se rebalse. [8]

ALCANTARILLAS

Sirven para conducir el agua atravesando el camino por debajo la superficie y luego canalizándola hacia cursos de agua existentes. [8]

3.4.6.3. CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR – PISTA

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano, para la evacuación de las aguas pluviales en calzadas, veredas y las provenientes de las viviendas establece las siguientes consideraciones:

ORIENTACIÓN DEL FLUJO

En el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales (S_l) y transversales (S_t) a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia los extremos o bordes de la calzada.[8]

Pendiente Longitudinal (S_l) $> 0,5\%$.

Pendiente Transversal (S_t) de 2% a 4%

CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS PLUVIALES

La evacuación de las aguas pluviales se realizará mediante cunetas, para luego conducir el fluido hacia las áreas bajas donde los sumideros captarán el agua para llevarlas en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

Geometría de las Canaletas

Las canaletas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales.

- Sección circular
- Sección triangular
- Sección trapezoidal
- Sección compuesta
- Sección en V

• **Determinación de la capacidad de la canaleta.**

La capacidad de las canaletas depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad del material con que se construyan, las canaletas a diseñar serán de sección semicircular y rectangular.

La capacidad de conducción se hará en general utilizando la Ecuación de Manning. El ancho máximo T de la superficie del agua sobre la pista será:

- En vías principales de alto tránsito: Igual al ancho de la berma.
- En vías secundarias de bajo tránsito: Igual a la mitad de la calzada

• **Coefficiente de rugosidad.**

Entre las fórmulas de cálculo hidráulico existentes se selecciona la de Manning por ser la única fórmula actual que contiene una auténtica constante de la rugosidad ($1/n$) que sólo varía cuando se emplea diferentes materiales de construcción. En la siguiente tabla se muestran los diferentes valores de rugosidad.

Tabla N° 14. Coeficiente de Rugosidad

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad (n)
a) Canaleta de concreto con acabado paleteado	0.012
b) Pavimento asfáltico 1) Textura lisa 2) Textura rugosa	0.013 0.016
c) Canaleta de concreto con pavimento asfáltico 1) Liso 2) Rugoso	0.013 0.015
d) Pavimento de concreto 1) Acabado con llano de madera 2) Acabado escobillado	0.014 0.016
e) Ladrillo	0.016
f) Para canaletas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en :	0.002

FUENTE: Norma OS 0.60.

• Evacuación de las aguas transportadas por las canaletas

Para evacuación de las aguas de las cunetas deberá preverse Entradas o Sumideros de acuerdo a la pendiente de las cunetas y condiciones de flujo.

• Colectores de Aguas Pluviales

El alcantarillado de aguas pluviales está conformado por un conjunto de colectores subterráneos y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por las lluvias a un curso de agua.

El agua es captada a través de los sumideros en las calles y las conexiones domiciliarias y llevadas a una red de conductos subterráneos que van aumentando su diámetro a medida que aumenta el área de drenaje y descargan directamente al punto más cerca no de un curso de agua; por esta razón los colectores pluviales no requieren de tuberías de gran longitud. Para el diseño de las tuberías a ser utilizadas en los colectores pluviales se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla N°15. Diámetro Mínimos de Tuberías en Colectores de agua de lluvia

Tipo de Colector	Diámetro Mínimo (m)
Colector Troncal	0.50
Lateral Troncal	0.40 *
Conductor Lateral	0.40*

FUENTE: Norma OS 0.60.

En instalaciones ubicadas parcial o totalmente bajo la calzada se aumentarán en diámetros a 0.50 m por lo menos. Los diámetros máximos de las tuberías están limitados según el material con que se fabrican.

Selección del Tipo de Tubería

Se tendrán en cuenta las consideraciones especificadas en las Normas Técnicas Peruanas NTP vigentes.

Los materiales de las tuberías comúnmente utilizadas en alcantarillados pluviales son:

- Asbesto Cemento.

- Concreto Armado Centrifugado.
- Hierro Fundido Dúctil.
- Concreto Pretensado Centrifugado.
- Poly (cloruro de vinilo) PVC
- Concreto Armado vibrado con recubrimiento interior de polietileno.
- Poliéster reforzado con
- Arcilla Vitrificada fibra de vidrio GRP.

Altura de Relleno

La profundidad mínima a la clave de la tubería desde la rasante de la calzada debe ser de 1 m. Serán aplicables las recomendaciones establecidas en la Normas Técnicas Peruanas NTP o las establecidas en las normas ASTM o DIN.

En el diseño hidráulico de los colectores de agua de lluvia, se podrán utilizar los criterios de diseño de conductos cerrados.

Tabla N°16. Coeficientes de rugosidad Tubería

Tubería	n
Asbesto Cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010
Arcilla Vitrificada	0.010

FUENTE: Norma OS 0.60

Velocidad mínima

Los colectores se diseñaron con capacidad de evacuar un caudal a tubo lleno igual o mayor que el caudal de diseño. La velocidad mínima de 0,90 m/s fluyendo las aguas a tubo lleno es requerida para evitar la sedimentación de las partículas que como las arenas y gravas acarrea el agua de lluvia.[8]

Velocidad máxima

Los colectores con cantidades significativas de sedimentos en suspensión son en función del material del que están hechas las tuberías y no deben exceder los valores indicados.[8]

Tabla N° 17. Velocidad Máxima

Velocidad Máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)	
Material de la Tubería	Agua con fragmentos de Arena y Grava
Asbesto Cemento	3.00
Hierro Fundido Dúctil	3.00
Cloruro de Polivinilo	6.00
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.00
Arcilla Vitrificada	3.50
Concreto Armado de:	
140 Kg/cm ²	2.00
210 Kg/cm ²	3.30
250 Kg/cm ²	4.00
280 Kg/cm ²	4.30
315 Kg/cm ²	5.00
Concreto Armado de curado al vapor > 280 Kg/cm ²	6.60

FUENTE: Norma OS 0.60.

Pendiente mínima

Las pendientes mínimas de diseño de acuerdo a los diámetros, serán aquellas que satisfagan la velocidad mínima de 0,90 m/s fluyendo a tubo lleno. Por este propósito, la pendiente de la tubería algunas veces incrementa en exceso la pendiente de la superficie del terreno.[8]

• Registros

h.1. Los registros instalados tendrán la capacidad suficiente para permitir el acceso de un hombre y la instalación de una chimenea. El diámetro mínimo de registros para colectores será de 1,20 m.[8]

Si el conducto es de dimensiones suficientes para el desplazamiento de un operario no será necesario instalar un registro, en este caso se deberá tener en cuenta los criterios de espaciamiento.[8]

h.2. Los registros deberán ubicarse fuera de la calzada, excepto cuando se instalen en caminos de servicio o en calles, en este caso se evitará ubicarlos en las intersecciones. Los registros deberán estar ubicados en:

- Convergencia de dos o más drenes.
- Puntos intermedios de tuberías muy largas.
- En zonas donde se presente cambios de diámetro de los conductos.
- En curvas o deflexiones de alineamiento (no es necesario colocar registros en cada curva o deflexión).
- En puntos donde se produce una brusca disminución de la pendiente.

h.3. Espaciamiento

Para tuberías de diámetro igual o mayor a 1,20m., o conductos de sección transversal equivalente, el espaciamiento de los registros será de 200 a 350 m. Para diámetros menores de 1,20 m. el espaciamiento de los registros será de 100 a 200 m. En el caso de conductos pequeños, cuando no sea posible lograr velocidades de auto limpieza, deberá colocarse registros cada 100 m. [8]

Con velocidades de auto limpieza y alineamiento desprovisto de curvas agudas, la distancia entre registros corresponderá al rango mayor de los límites mencionados en los párrafos anteriores.[8]

h.4. Buzones

Para colectores de diámetro menor de 1,20 m el buzón de acceso estará centrado sobre el eje longitudinal del colector.

Cuando el diámetro del conducto sea superior al diámetro del buzón, éste se desplazará hasta ser tangente a uno de los lados del tubo para mejor ubicación de los escalones del registro

En colectores de diámetro superior a 1,20 m. con llegadas de laterales por ambos lados del registro, el desplazamiento se efectuará hacia el lado del lateral menor.

• Evacuación de las Aguas Recolectadas

Las aguas recolectadas por los Sistemas de Drenaje Pluvial Urbano, deberán ser evacuadas hacia depósitos naturales (mar, ríos, lagos, quebradas depresiones,

etc.) o artificiales. Esta evacuación se realizará en condiciones tales que se considere los aspectos técnicos, económicos y de seguridad del sistema.

Sistemas de Evacuación

–Sistemas de Evacuación por Gravedad.

–Sistemas de Evacuación por Bombeo.

Sistema de Evacuación por Gravedad

a) En caso de descarga al mar, el nivel de agua en la entrega (tubería o canal) debe estar 1.50 m sobre el nivel medio del mar.

b) En el caso de descarga a un río, el nivel de agua en la descarga (tubería o canal) deberá estar por lo menos a 1,00 m sobre el máximo nivel del agua esperado para un periodo de retorno de 50 años.

c) En el caso de un lago, el nivel de evacuación del pelo de agua del evacuador o dren principal estará a 1.00 m, por encima del nivel del agua que alcanzará el lago para un periodo de 50 años.

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

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

FASE I

Visita a la zona del proyecto y recolección de información.

Efectuar coordinaciones con las autoridades competentes.

Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.

Revisión de la normativa nacional vigente referente al proyecto.

Estudio de Tráfico.

Recopilación de datos para la Evaluación del Impacto Ambiental.

FASE II

Levantamiento Topográfico de la zona del Proyecto.

Elaborar los Planos Topográficos del Proyecto.

Realizar el Estudio Hidrológico.

Toma de muestras para ensayos de Mecánica de Suelos.

Realizar los ensayos de Mecánica de Suelos.

Análisis del tipo de pavimento.

Elaboración del diseño estructural de pavimentos.

Elaboración del diseño del sistema de drenaje pluvial.

Recopilación de datos para la Evaluación del Impacto Ambiental.

FASE III

Elaborar la memoria descriptiva del Proyecto.

Elaborar las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

Elaboración de Memoria de Cálculo.

Elaborar los Metrados, Costos y Presupuestos del Proyecto.

Elaborar los Planos Definitivos.

Recopilación de datos para la Evaluación del Impacto Ambiental.

FASE IV

Informe Final de la Evaluación de Impacto Ambiental. Conclusiones y recomendaciones.

Presentación final y sustentación de tesis.

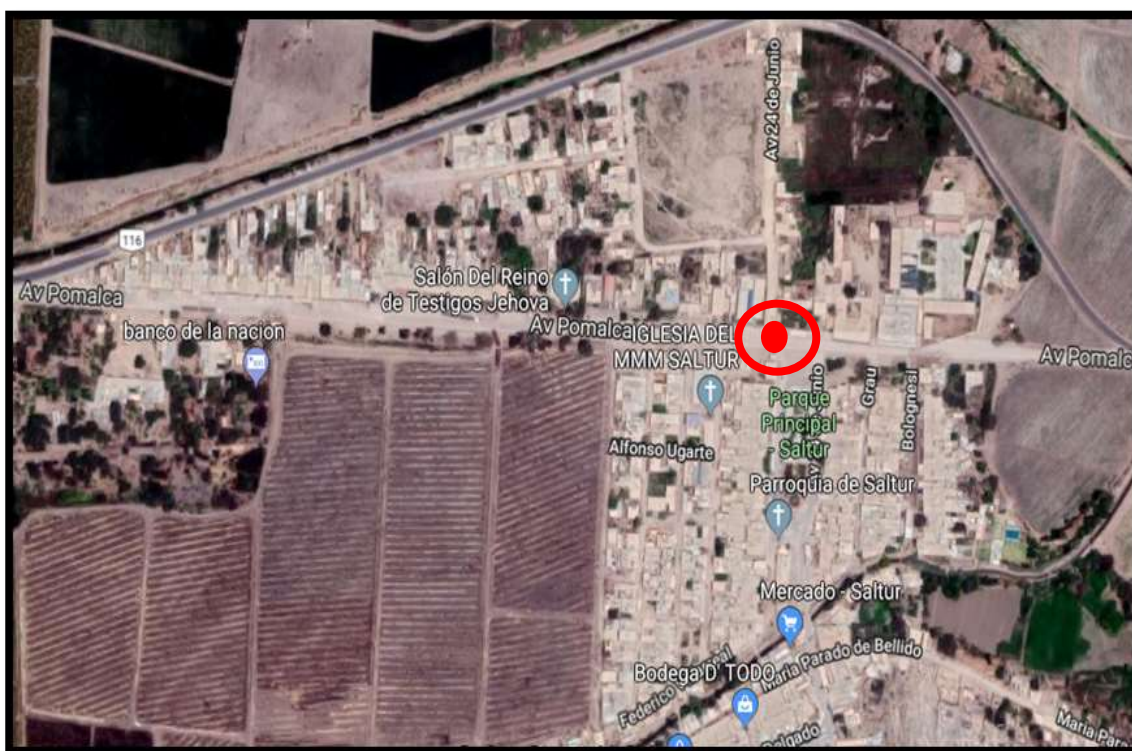
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO DE TRÁFICO

El análisis de tráfico se realizó en dos estaciones estratégicas, una de ellas es específicamente en la Av. con mayor tránsito vial, siendo ésta la Avenida Pomalca, que además es La vía principal de entrada al centro poblado de Saltur, y para las calles la estación se ubicó en la Av. 24 de Junio (a la altura de la Parroquia).

La finalidad de este estudio es determinar la demanda vehicular proyectada para las nuevas vías a diseñar, para lo cual se tiene como sustento el tránsito de las principales con más tráfico vehicular.

Figura 01: Croquis del Punto de Medición Av. Pomalca.



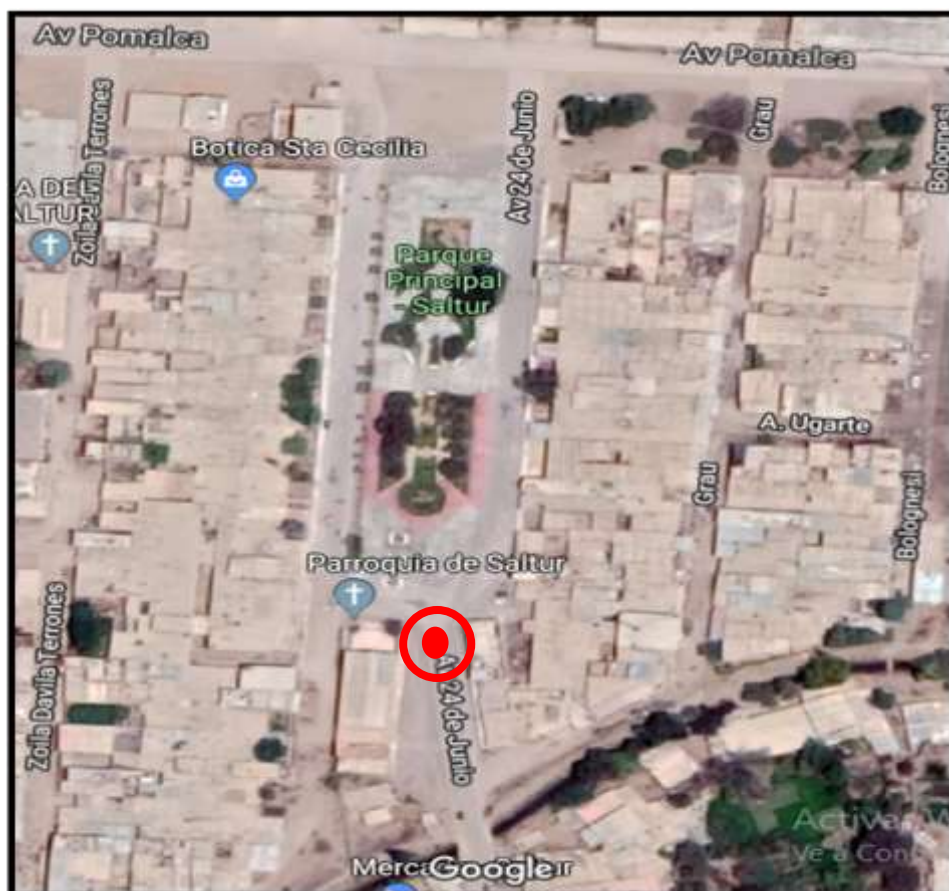
Fuente: Propia

Fotografía N° 01: Estudio de tráfico Av. Pomalca.



Fuente: Propia

Figura 03: Croquis del Punto de Medición Av. 24 de Junio.



Fuente: Propia

4.1.1. Generalidades

En el centro poblado Saltur, se tiene un tránsito en mayor porcentaje de vehículos ligeros: Autos, camionetas, combis.

El conteo vehicular se realizó las 24 h del día entre el 23 – 30 de Septiembre del 2019, por 7 días calendarios. Durante el periodo de conteo se registró los vehículos que transitan en la vía, el sentido y el tipo de vehículos.

4.1.2. Determinación del tránsito actual

TABLA N° 18

IMDa y CLASIFICACIÓN VEHICULAR Av.POMALCA

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)	DIA 2 (MARTES)	DIA 3 (MIERCOLES)	DIA 4 (JUEVES)	DIA 5 (VIERNES)	DIA 6 (SAB)	DIA 7 (DOM)
		IMD	IMD	IMD	IMD	IMD	IMD	IMD
	Autos	92	79	90	78	86	106	119
	Station Wago	40	32	37	37	39	45	48
Camio netas	Pick Up	43	34	30	25	51	60	60
	Panel	34	31	36	31	31	31	32
	Rural	102	103	95	130	110	119	129
	Micro	-	-	-	-	-	-	-
Bus	Omnibus 2E	-	-	-	-	-	-	-
	Omnibus > = 3E	-	-	-	-	-	-	-
Camión	Camion 2 E	2	2	2	1	4	6	3
	Camion 3 E	3	2	2	3	1	2	1
	Camion 4 E	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		316	283	292	305	322	369	392

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 19

IMDa y CLASIFICACIÓN VEHICULAR Av. 24 DE JUNIO

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)	DIA 2 (MARTES)	DIA 3 (MIERCOLES)	DIA 4 (JUEVES)	DIA 5 (VIERNES)	DIA 6 (SAB)	DIA 7 (DOM)
		IMD	IMD	IMD	IMD	IMD	IMD	IMD
	Autos	78	86	82	71	81	96	104
	Station Wago	40	31	35	37	34	45	47
Camio netas	Pick Up	40	34	30	27	42	52	54
	Panel	34	31	28	29	27	31	35
	Rural	102	102	90	121	101	107	125
	Micro	-	-	-	-	-	-	-
Bus	Omnibus 2E	-	-	-	-	-	-	-
	Omnibus > = 3E	-	-	-	-	-	-	-
Camión	Camion 2 E	-	-	-	-	-	-	-
	Camion 3 E	-	-	-	-	-	-	-
	Camion 4 E	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		294	284	265	285	285	331	365

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Índice medio diario anual (IMDa)

La información directa requerida para los estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. [8]

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IMDa = FC \times IMDs$$

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

4.1.3.1. Factores de corrección

Los factores de corrección para vehículos ligeros y pesados se utilizaron del peaje de Pomalca del mes de Octubre del año 2010 (último publicado), ya que es el más cercano a la zona de estudio.

FC = 1.017340, para vehículos ligeros

FC = 0.999812, para vehículos pesados.

TABLA N° 20

IMDa y CLASIFICACIÓN VEHICULAR Av. POMALCA

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIÉRCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PRO MEDIO DIARIO		TIPO	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	
		IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMDs	FC		IMDa	DISTRIB
Autos	Autos	92	29%	79	28%	90	31%	78	26%	86	27%	106	29%	119	30%	93	1.0173	Liviano	94	29%
	Station Wago	40	13%	32	11%	37	13%	37	12%	39	12%	45	12%	48	12%	40	1.0173	Liviano	40	12%
Camionetas	Pick Up	43	14%	34	12%	30	10%	25	8%	51	16%	60	16%	60	15%	43	1.0173	Liviano	44	13%
	Panel	34	11%	31	11%	36	12%	31	10%	31	10%	31	8%	32	8%	32	1.0173	Liviano	33	10%
	Rural	102	32%	103	36%	95	33%	130	43%	110	34%	119	32%	129	33%	113	1.0173	Liviano	115	35%
Bus	Micro	-		-		-		-		-		-		-		-	1.0173	Liviano	0	
	Omnibus 2E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	Omnibus > = 3E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
Camión	Camion 2 E	2	1%	2	1%	2	1%	1	0%	4	1%	6	2%	3	1%	3	0.9998	Pe sado	3	1%
	Camion 3 E	3	1%	2	1%	2	1%	3	1%	1	0%	2	1%	1	0%	2	0.9998	Pe sado	2	1%
	Camion 4 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
Semi Traylor	2S1/2S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	2S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	3S1/3S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	> = 3S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
Trayler	2T	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	2T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	3T	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
	3T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pe sado	0	
TOTAL PROMEDIO DIARIO		316	100%	283	100%	292	100%	305	100%	322	100%	369	100%	392	100%	326			331	100%
TOTAL SEMANAL																22.79			veh/dia	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 21
IMDa y CLASIFICACIÓN VEHICULAR Av. 24 DE JUNIO.

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIÉRCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO		TIPO	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	
		IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMD	%	IMDa	FC		IMDa	DISTRIB
Camionetas	Autos	78	27%	86	30%	82	31%	71	25%	81	28%	96	29%	104	28%	85	1.0173	Liviano	87	28%
	Station Wágo	40	14%	31	11%	35	13%	37	13%	34	12%	45	14%	47	13%	38	1.0173	Liviano	39	13%
	Pick Up	40	14%	34	12%	30	11%	27	9%	42	15%	52	16%	54	15%	40	1.0173	Liviano	41	13%
	Panel	34	12%	31	11%	28	11%	29	10%	27	9%	31	9%	35	10%	31	1.0173	Liviano	31	10%
	Rural	102	35%	102	36%	90	34%	121	42%	101	35%	107	32%	125	34%	107	1.0173	Liviano	109	35%
Bus	Micro	-		-		-		-		-		-		-		-	1.0173	Liviano	0	
	Omnibus 2E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	Omnibus > = 3E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
Camión	Camion 2 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	Camion 3 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	Camion 4 E	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
Semi Traylor	2S1/2S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	2S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	3S1/3S2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	> = 3S3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
Trayle r	2T2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	2T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	3T2	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
	3T3	-		-		-		-		-		-		-		-	0.9998	Pesado	0	
TOTAL PROMEDIO DIARIO		294	100%	284	100%	265	100%	285	100%	285	100%	331	100%	365	100%	301			307	100%
TOTAL SEMANAL																2109			veh/dia	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Periodo de diseño

De la tabla N°03 (Periodo de diseño), se tomó un periodo de 20 años para el diseño del pavimento debido a que se tienen vías no pavimentadas de bajo volumen vehicular.

4.1.5. Proyección del tránsito futuro

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

T_n = Transito proyectado al año en vehículos por día.

T_0 = Transito actual (año futuro de proyección).

n = Año futuro de proyección.

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE VOLUMEN DE TRÁFICO:

Para vehículos ligeros, camionetas y microbús

$$r_{VP} = EVP \times r_h \times r_{PBI} \text{ percapita}$$

Donde:

r_{vp} : tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros.

r_h : tasa de crecimiento anual de la población.

r_{PBI} per cápita: tasa de crecimiento del PBI.

EVP : elasticidad de la demanda del tráfico de vehículos de pasajeros

$EVP = 1.1$

Se utilizó un PBI de 3 según la tabla N°02.

Se utilizó una tasa de crecimiento anual de población de 1.5 según lo especificado en la siguiente tabla.

TABLA N° 22

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL LAMBAYEQUE

<i>DEPARTAMENTO</i>	<i>AÑOS</i>			
	<i>1995-2000</i>	<i>2000-2005</i>	<i>2005-2010</i>	<i>2010-2015</i>
<i>PERU</i>	<i>1.70</i>	<i>1.60</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>COSTA</i>				
<i>Callao</i>	<i>2.60</i>	<i>2.30</i>	<i>2.10</i>	<i>1.80</i>
<i>Ica</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>	<i>1.20</i>
<i>Lambayeque</i>	<i>2.00</i>	<i>1.90</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>
<i>La Libertad</i>	<i>1.80</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>Lima</i>	<i>1.90</i>	<i>1.70</i>	<i>1.50</i>	<i>1.30</i>
<i>Moquegua</i>	<i>1.70</i>	<i>1.60</i>	<i>1.40</i>	<i>1.30</i>
<i>Piura</i>	<i>1.30</i>	<i>1.20</i>	<i>1.10</i>	<i>0.90</i>
<i>Tacna</i>	<i>3.00</i>	<i>2.70</i>	<i>2.40</i>	<i>2.10</i>
<i>Tumbes</i>	<i>2.80</i>	<i>2.60</i>	<i>2.30</i>	<i>2.00</i>

Fuente: Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

Para vehículos pesados ómnibus y camiones

$$rVc = Evc \times rPBI$$

Donde:

rvc: tasa de crecimiento anual de ómnibus y vehículos de carga.

rPBI: tasa de crecimiento del PBI.

Evc: elasticidad de la demanda del tráfico de ómnibus y vehículos de carga.

Evc= 1

TABLA N° 23
PROYECCIÓN DEL TRÁFICO AV. POMALCA.

Tasa de crecimiento poblacional (%)		1.50 %			
Tasa de crecimiento PBI departamental (%)		3.00 %			
Periodo de diseño (años)		20 años			
TIPO DE VEHICULOS		PROMEDIO DIARIO		TASA DE CRECIMIENTO	IMD (20 años)
		IMDa	DISTRIB (%)		PROYECTADO
Autos		87	28%	4.950	218
Station Wago		39	13%	4.950	98
Camionetas	Pick Up	41	13%	4.950	102
	Panel	31	10%	4.950	78
	Camioneta Rural	109	35%	4.950	272
Micro		-	*	4.950	
Bus	Omnibus 2E	-	*	3.000	
	Omnibus 3E	-	*	3.000	
Camión	Camion 2 E	-	*	3.000	
	Camion 3 E	-	*	3.000	
	Camion 4 E	-	*		
Semi Trayler	2S1/2S2	-	*		
	2S3	-	*		
	3S1/3S2	-	*		
	>=3S3	-	*		
Trayler	2T2	-	*		
	2T3	-	*		
	3T2	-	*		
	3T3	-	*		
TOTAL		307	100%		768

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 24
PROYECCION DE TRÁFICO AV. 24 DE JUNIO

Tasa de crecimiento poblacional (%)	1.50 %
Tasa de crecimiento PBI departamental (%)	3.00 %
Periodo de diseño (años)	20 años

TIPO DE VEHICULOS		PROMEDIO DIARIO		TASA DE CRECIMIENTO	IMD (20 años) PROYECTADO
		IMDa	DISTRIB (%)		
Autos		87	28%	4.950	218
Station Wago		39	13%	4.950	98
Camionetas	Pick Up	41	13%	4.950	102
	Panel	31	10%	4.950	78
	Camioneta Rural	109	35%	4.950	272
Micro		-	"	4.950	
Bus	Omnibus 2E	-	"	3.000	
	Omnibus 3E	-	"	3.000	
Camión	Camion 2 E	-	"	3.000	
	Camion 3 E	-	"	3.000	
	Camion 4 E	-	"		
Semi Trayler	2S1/2S2	-	"		
	2S3	-	"		
	3S1/3S2	-	"		
	>=3S3	-	"		
Trayler	2T2	-	"		
	2T3	-	"		
	3T2	-	"		
	3T3	-	"		
TOTAL		307	100%		768

Fuente: Elaboración Propia

4.1.6. Clasificación por tipo de vehículo

TABLA N° 25
VEHÍCULOS LIVIANOS AV. POMALCA

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIERCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO	
		IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%
Autos		92	29%	79	28%	90	31%	78	26%	86	27%	106	29%	119	30%	93	29%
Station Wago		40	13%	32	11%	37	13%	37	12%	39	12%	45	12%	48	12%	40	12%
Camionetas	Pick Up	43	14%	34	12%	30	10%	25	8%	51	16%	60	16%	60	15%	43	13%
	Panel	34	11%	31	11%	36	12%	31	10%	31	10%	31	8%	32	8%	32	10%
	Rural	102	32%	103	36%	95	33%	130	43%	110	34%	119	32%	129	33%	113	35%
TOTAL PROMEDIO DIARIO		311	98%	279	99%	288	99%	301	99%	317	98%	361	98%	388	99%	321	100%
TOTAL SEMANAL																2245	Veh

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 26
VEHÍCULOS LIVIANOS AV. 24 DE JUNIO

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIERCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO	
		IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%
	Autos	78	27%	86	30%	82	31%	71	25%	81	28%	96	29%	104	28%	85	28%
	Station Wago	40	14%	31	11%	35	13%	37	13%	34	12%	45	14%	47	13%	38	13%
Camionetas	Pick Up	40	14%	34	12%	30	11%	27	9%	42	15%	52	16%	54	15%	40	13%
	Panel	34	12%	31	11%	28	11%	29	10%	27	9%	31	9%	35	10%	31	10%
	Rural	102	35%	102	36%	90	34%	121	42%	101	35%	107	32%	125	34%	107	35%
TOTAL PROMEDIO DIARIO		294	100%	284	100%	265	100%	285	100%	285	100%	331	100%	365	100%	301	100%
TOTAL SEMANAL																2109	Veh

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 27
VEHÍCULOS PESADOS AV. POMALCA.

TIPO DE VEHICULOS		DIA 1 (LUNES)		DIA 2 (MARTES)		DIA 3 (MIERCOLES)		DIA 4 (JUEVES)		DIA 5 (VIERNES)		DIA 6 (SAB)		DIA 7 (DOM)		PROMEDIO DIARIO	
		IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMD	DISTR%	IMDs	DISTR%
	Autos																
	Station Wago																
Camionetas	Pick Up																
	Panel																
	Rural																
Bus	Micro																
	Omnibus 2E	-		-		-		-		-		-		-		-	
	Omnibus >=3E	-		-		-		-		-		-		-		-	
Camión	Camion 2 E	2	1%	2	1%	2	1%	1	0%	4	1%	6	2%	3	1%	3	1%
	Camion 3 E	3	1%	2	1%	2	1%	3	1%	1	0%	2	1%	1	0%	2	1%
	Camion 4 E	-		-		-		-		-		-		-		-	
Semi Trayler	2S1/2S2	-		-		-		-		-		-		-		-	
	2S3	-		-		-		-		-		-		-		-	
	3S1/3S2	-		-		-		-		-		-		-		-	
	>=3S3	-		-		-		-		-		-		-		-	
Trayler	2T2	-		-		-		-		-		-		-		-	
	2T3	-		-		-		-		-		-		-		-	
	3T2	-		-		-		-		-		-		-		-	
	3T3	-		-		-		-		-		-		-		-	
TOTAL PROMEDIO DIARIO		5	2%	4	1%	4	1%	4	1%	5	2%	8	2%	4	1%	5	2%
TOTAL SEMANAL																34	Veh

Fuente: Elaboración Propia

4.1.7. Cálculo de Esal

4.1.7.1. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

r = 4.95 %
n = 20 años

Factor de Crecimiento Acumulado	=	32.89
---------------------------------	---	-------

4.1.7.2. Factor direccional y factor carril

Se tomó un factor direccional de 0.50 y un factor carril de 1.00 según la siguiente tabla:

TABLA N° 28

RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fe)	Factor Ponderado FdxFc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

4.1.7.3. Factor de equivalencia de carga (EE)

TABLA N° 29








RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EEin.)
Eje Simple de ruedas simples (EEs1)	$EEs2 = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EEs2)	$EEs2 = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEta1)	$EEs2 = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EEta2)	$EEs2 = [P / 13.5]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EEtr1)	$EEs2 = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EEtr2)	$EEs2 = [P / 17.5]^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas






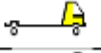

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos. MTC

TABLA N° 30
CÁLCULO DE ESAL AV. POMALCA

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)					FACTOR E.E	TOTAL FACTOR E.E.	Factor Direccional Fd	Factor Camil de diseño Fc	Factor de Presion de neumáticos	EE día-camil	Factor de Crecimiento Acumulado	Dias del Año	Nrep de EE
			EJE	%	TIFO DE EJE	TIFO DE RUEDA	PESO									
VEHICULOS																
AUTOMOVILES 	237	2.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.00	0.0004	0.001	0.5	1.0	1.0	0.103	32.89	365	1239.4
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.00	0.0004								
STATION WAGON 	101	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.016	0.5	1.0	1.0	0.823	32.89	365	9881.4
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0133								
CAMIONETA PICK UP 	110	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.016	0.5	1.0	1.0	0.897	32.89	365	10770.0
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0133								
PANEL 	82	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.006	0.5	1.0	1.0	0	32.89	365	2960.0
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0030								
COMBI 	287	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0133	0.016	0.5	1.0	1.0	2	32.89	365	28009.1
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0030								
CAMIÓN 2 E 	5	17.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	7.00	0.5227	2.779	0.5	1.0	1.0	7	32.89	365	83403.4
			E2	50.0%	SIMPLE	DOBLE	10.00	2.2561								
CAMIÓN 3 E 	4	23.00	E1	50.0%	TANDEM	DOBLE	16.00	2.3427	2.422	0.5	1.0	1.0	5	32.89	365	58148.8
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	7.00	0.0790								
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	826															ESAL = 194412

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 31
CÁLCULO DE ESAL AV. 24 DE JUNIO

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)					FACTOR E.E.	TOTAL FACTOR E.E.	Factor Direccional Fd	Factor Carril de diseño Fc	Factor de Presion de neumaticos	EE dia-carril	Factor de Crecimiento Acumulado	Dias del Año	Nrep de EE
			EJE	%	TIPO DE EJE	TIPO DE RUEDA	PESO									
VEHICULOS																
AUTOMOVILES 	218	2.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.00	0.0004	0.001	0.5	1.0	1.0	0.095	32.89	365	1140.2
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.00	0.0004								
STATION WAGON 	98	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.016	0.5	1.0	1.0	0.796	32.89	365	9561.5
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0133								
CAMIONETA PICK UP 	102	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.016	0.5	1.0	1.0	0.826	32.89	365	9916.9
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0133								
PANEL 	78	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0030	0.006	0.5	1.0	1.0	0	32.89	365	2815.9
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0030								
COMBI 	272	3.90	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	1.60	0.0133	0.016	0.5	1.0	1.0	2	32.89	365	26587.3
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	2.30	0.0030								
CAMIÓN 2 E 		17.00	E1	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	7.00	0.5227	2.779	0.5	1.0	1.0	0	32.89	365	0.0
			E2	50.0%	SIMPLE	DOBLE	10.00	2.2561								
CAMIÓN 3 E 		23.00	E1	50.0%	TANDEM	DOBLE	16.00	2.3427	2.422	0.5	1.0	1.0	0	32.89	365	0.0
			E2	50.0%	SIMPLE	SIMPLE	7.00	0.0790								
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	768															ESAL = 50022

Fuente: Elaboración Propia

4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

4.2.1. OBJETIVO

El objetivo planteado, comprende un levantamiento topográfico para el Proyecto: **ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR, DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2019**

4.2.2. UBICACIÓN

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Saña

Región geográfica: Costa

Centro Poblado: Saltur

4.2.3. CLIMA

La zona en estudio presenta un clima templado con una temperatura máxima de hasta 37.7 °C y temperaturas mínimas de 11 °C. La evaporación alcanza su mayor intensidad en los meses de enero, febrero y marzo siendo 74 mm. Su valor promedio anual en los últimos 6 años. Los vientos son de baja intensidad, normalmente a partir del mes de octubre aumentan y soplan en dirección sureste a noreste.

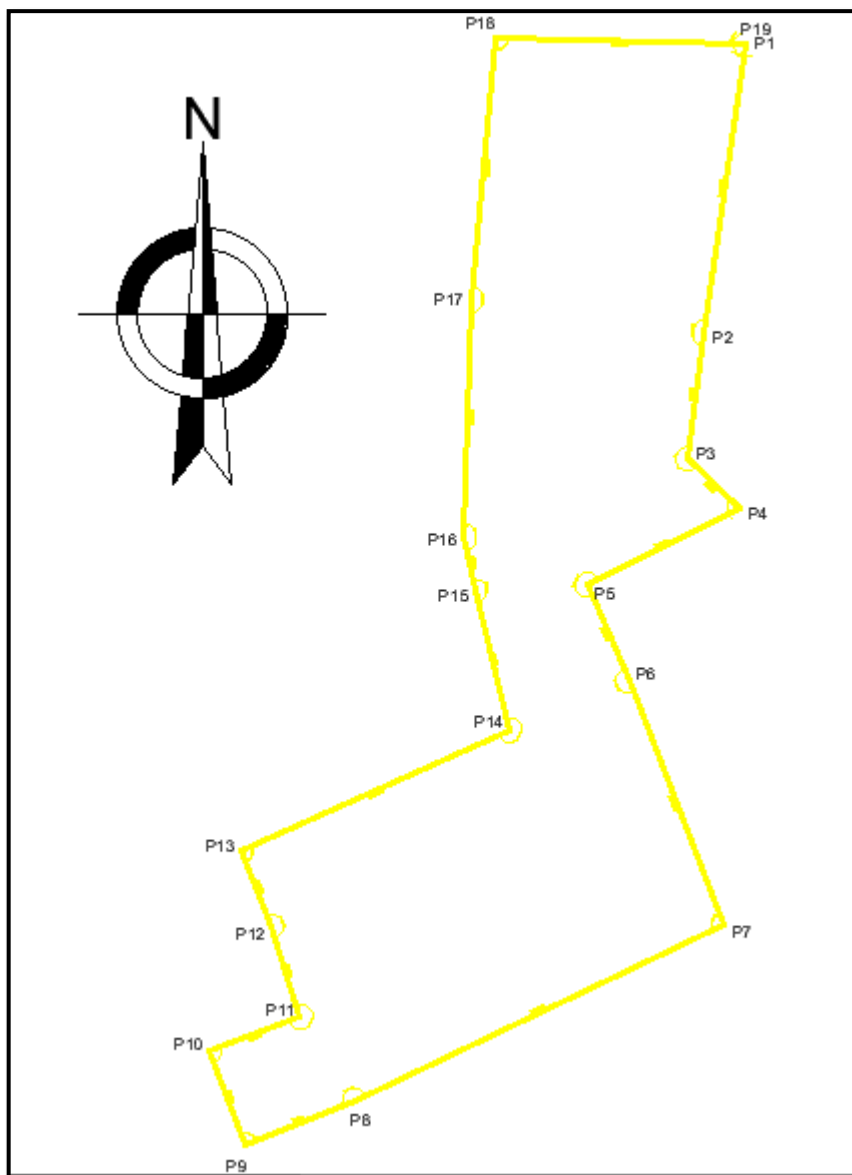
4.2.4. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Para el proyecto en mención se realizó una poligonal de apoyo, empleado en lugares que fue posible enlazar otros puntos y regresar al punto de partida, obteniendo los siguientes datos:

TABLA N° 32
DATOS DE LA POLIGONAL DE APOYO

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	144.13	148°29'49"	650507.991	9246803.035
P2	P2 - P3	62.62	180°56'39"	650487.343	9246660.365
P3	P3 - P4	35.36	232°57'50"	650479.395	9246598.256
P4	P4 - P5	83.94	70°54'58"	650504.687	9246573.550
P5	P5 - P6	51.57	266°40'21"	650429.621	9246535.980
P6	P6 - P7	128.72	178°17'15"	650449.987	9246488.600
P7	P7 - P8	202.38	93°57'26"	650497.262	9246368.877
P8	P8 - P9	58.00	177°13'38"	650314.604	9246281.735
P9	P9 - P10	50.19	88°44'60"	650261.108	9246259.322
P10	P10 - P11	48.25	89°3'59"	650242.727	9246306.028
P11	P11 - P12	47.07	267°11'38"	650287.903	9246322.962
P12	P12 - P13	39.79	184°41'22"	650273.560	9246367.791
P13	P13 - P14	145.29	91°54'9"	650258.378	9246404.568
P14	P14 - P15	70.83	259°22'22"	650390.757	9246464.434
P15	P15 - P16	27.02	177°15'37"	650373.973	9246533.250
P16	P16 - P17	117.33	167°28'53"	650368.832	9246559.780
P17	P17 - P18	129.75	176°12'29"	650372.009	9246677.068
P18	P18 - P19	123.93	93°51'15"	650384.092	9246806.250
P19	P19 - P1	0.03	114°45'21"	650507.981	9246803.029

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Resultados Poligonal cerrada físicamente - Método de Proyecciones

EST	LADO	Coordenadas		Dist	Proyec. Iniciales		Proyec. Iniciales		Proyec. Corregidas		Coordenadas UTM Corregidas	
		X	Y		PX	PY	ABS (PX)	ABS (PY)	PX	PY	Este (X)	Norte (Y)
E1	E1-E2	650507.991	9246803.035	144.156	-20.648	-142.670	20.648	142.670	-20.648	-142.669	650,507.991	9,246,803.035
E2	E2-E3	650487.343	9246660.365	62.615	-7.948	-62.109	7.948	62.109	-7.948	-62.109	650,487.343	9,246,660.366
E3	E3-E4	650479.395	9246598.256	35.356	25.292	-24.706	25.292	24.706	25.292	-24.706	650,479.395	9,246,598.257
E4	E4-E5	650504.687	9246573.55	83.943	-75.066	-37.570	75.066	37.570	-75.065	-37.570	650,504.688	9,246,573.551
E5	E5-E6	650429.621	9246535.98	51.572	20.366	-47.380	20.366	47.380	20.366	-47.380	650,429.623	9,246,535.981
E6	E6-E7	650449.987	9246488.6	128.719	47.275	-119.723	47.275	119.723	47.276	-119.722	650,449.989	9,246,488.602
E7	E7-E8	650497.262	9246368.877	202.380	-182.658	-87.142	182.658	87.142	-182.656	-87.142	650,497.264	9,246,368.879
E8	E8-E9	650314.604	9246281.735	58.001	-53.496	-22.413	53.496	22.413	-53.495	-22.413	650,314.609	9,246,281.738
E9	E9-E10	650261.108	9246259.322	50.193	-18.381	46.706	18.381	46.706	-18.381	46.706	650,261.113	9,246,259.325
E10	E10-E11	650242.727	9246306.028	48.246	45.176	16.934	45.176	16.934	45.177	16.934	650,242.733	9,246,306.031
E11	E11-E12	650287.903	9246322.962	47.068	-14.343	44.829	14.343	44.829	-14.343	44.829	650,287.909	9,246,322.965
E12	E12-E13	650273.56	9246367.791	39.787	-15.182	36.777	15.182	36.777	-15.182	36.777	650,273.566	9,246,367.795
E13	E13-E14	650258.378	9246404.568	145.286	132.379	59.866	132.379	59.866	132.381	59.866	650,258.384	9,246,404.572
E14	E14-E15	650390.757	9246464.434	70.833	-16.784	68.816	16.784	68.816	-16.784	68.816	650,390.765	9,246,464.438
E15	E15-E16	650373.973	9246533.25	27.024	-5.141	26.530	5.141	26.530	-5.141	26.530	650,373.981	9,246,533.254
E16	E16-E17	650368.832	9246559.78	117.331	3.177	117.288	3.177	117.288	3.177	117.289	650,368.840	9,246,559.785
E17	E17-E18	650372.009	9246677.068	129.746	12.083	129.182	12.083	129.182	12.083	129.183	650,372.017	9,246,677.073
E18	E18-E19	650384.092	9246806.25	123.931	123.889	-3.221	123.889	3.221	123.891	-3.221	650,384.100	9,246,806.256
E1' o E19		650507.981	9246803.03								650,507.991	9,246,803.035
E1'		650507.981	9246803.029	1566.187			819.284	1,093.862	0.000	0.000		

Fuente: Elaboración propia.

Condición de Polig.Cerrada:

$$\sum_{\text{proy.}} PX = 0$$

$$\sum_{\text{proy.}} PY = 0$$

Errores de cierre:

$$E_x = X_{\text{LLEGADA}} - X_{\text{PARTIDA}} = -0.010$$

$$E_y = Y_{\text{LLEGADA}} - Y_{\text{PARTIDA}} = -0.006$$

$$\sqrt{\text{Error Total (Et)}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 0.0117$$

$$\text{Escala Error} = "1 /" (\text{Long.Total}/\text{Et}) = 1 / 134,299$$

Correcciones:

$$C_x = E_x / (\sum \text{abs}(PX))$$

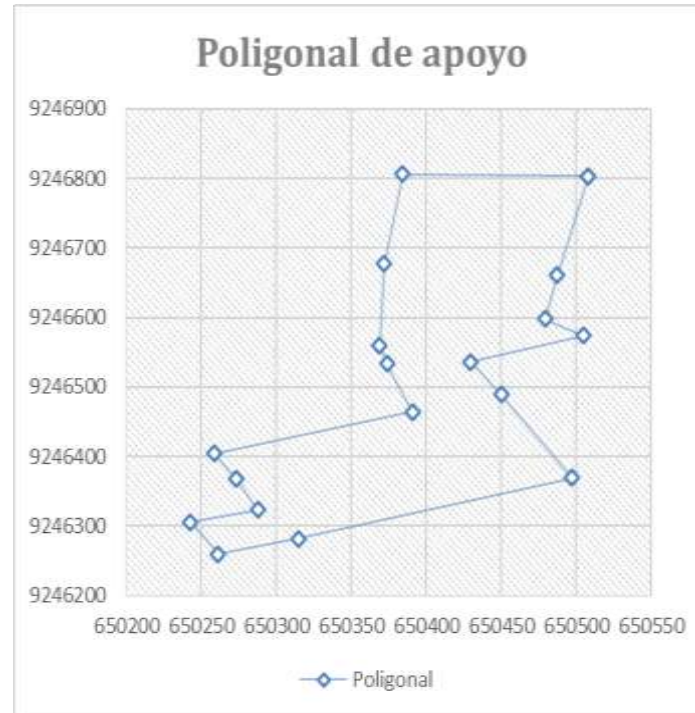
$$C_y = E_y / (\sum \text{abs}(PY))$$

$$C_x = -1.2206E-05 \quad -1.22E-05$$

$$C_y = -5.4852E-06 \quad -5.4E-06$$

$$T_{\text{máx}} = 0.02 \sqrt{Dt(\text{km})}$$

$$0.02502948$$



Fuente: Elaboración propia

4.2.5. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO

Para la representación del terreno, es necesario un levantamiento altimétrico que nos indicará el relieve del terreno y ser representado en el plano mediante curvas de nivel, perfiles y secciones.

Para realizar el levantamiento topográfico del centro poblado se ubicaron 6 BM, con su respectiva monumentación para su permanencia en campo.

TABLA N° 33

BM's DEL PROYECTO

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9246694.14	650489.10	81.81	BM1
2	9246757.50	650474.61	81.15	BM2
3	9246574.23	650379.52	83.71	BM3
4	9246568.18	650393.25	83.88	BM4
5	9246580.21	650398.45	88.63	BM5
6	9246720.45	650412.12	85.433	BM6

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N°4: Toma de Puntos



Fuente: Elaboración Propia

4.2.6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Las cotas del terreno de elevación máxima y mínima en el estudio topográfico registradas, son de: 97.65 m.s.n.m y 79 m.s.n.m, respectivamente.
- La poligonal de apoyo cubre un área de 6.50 Ha. y tiene un perímetro de 1566.18 ml.
- El error de cierre que obtuvimos de la poligonal cerrada fue en $E_x = -0.010$ y en $E_y = -0.006$, siendo el máximo permitido de 0.025, por lo que los datos obtenidos mediante la topografía son confiables.

4.2.7. RECOMENDACIONES

- Para realizar el estudio topográfico, se debe hacer un previo reconocimiento de la zona en estudio para distinguir el tipo de trabajo que se va elaborar y las posibles dificultades que se presentarán más adelante en el trabajo de campo del mismo.
- Para realizar los Estudios Topográficos de un Sistema de drenaje Pluvial y Pavimentación debemos contar con equipos calibrados para así obtener datos verídicos.
- Los B.M.s. deberán ser colocados con su respectiva descripción en lugares donde no sean removidos o dañados.

4.3. ESTUDIO DE SUELOS

Para el diseño de una estructura, se requiere conocer la estratigrafía y propiedades del terreno, cuyo conocimiento se logrará a través de perforaciones, obtención de muestras y pruebas de laboratorio para fines del desarrollo de Proyecto de Tesis en mención.

4.3.1. OBJETIVO

El presente proyecto tiene el objetivo de conocer las propiedades y características del suelo del proyecto “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION DEL C.P. SALTUR, DISTRITO DE ZAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019”.

4.3.2. UBICACIÓN

Departamento: Lambayeque

Provincia : Chiclayo

Distrito: Zaña

Centro Poblado: Saltur

4.3.3. ALTITUD Y CLIMA

La zona de estudio presenta una altitud con cotas de hasta 79 msnm y 89 msnm.

La zona de estudio presenta un clima templado con una temperatura máxima de hasta 37.7 °C y temperaturas mínimas de 11 °C.

4.3.4. CONDICIONES SÍSMICAS

Según la norma E.030: **Diseño Sismorresistente**, la Región de Lambayeque forma parte de la zona 3 dentro de las zonas sísmicas en que ha sido dividido el Perú, correspondiéndole una sismicidad de intensidad alta de VIII, en la escala Mercalli modificado. Ello basado en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como información meteorológica.

4.3.5. RESULTADOS DED LA EXPLORACIÓN DE MUESTREO DE SUELOS

Se realizó como trabajo preliminar el reconocimiento de la zona de estudio con el fin de identificar los factores que puedan influencia en el estudio de suelos.

Se realizó 20 calicatas como medio de exploración del suelo y generalmente están espaciados entre 1800 m². Según lo estipulado en la norma CE.010 del Reglamento Nacional de edificaciones, el cual en su capítulo 3, ítem 3.2.20.

Las secciones para exploración y extracción de muestras fueron de 1.20m x 1.50m. Con una profundidad de 1.50 m. en la zona de estudio como se muestra a continuación en la siguiente tabla resumen.

4.3.5.1. CLASIFICACIÓN

Los diferentes tipos de suelos están caracterizados por el tamaño de sus partículas. Ejemplo: grava, arena, limo, arcilla, limo, arcilla, etc. Se tiene dos tipos de ensayos para encontrar los límites de consistencia. Tenemos 2 tipos de clasificación:

SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), y el método AASHTO (Asociación Americana de oficiales de carreteras estatales y transportes.

TABLA N°34
RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE SUELOS

CUADRO RESUMEN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS									
DATOS DE LAS CALICATAS			ENSAYOS REALIZADOS					CLASIFICACIÓN	
CALICATA	MUEST.	PROF. (M)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	HUM. (%)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	SUCS	AASHTO
C1	M1	1.5	Grava limo arcillosa con arena	5.5	18.9	11.9	6.95	A-2-4(0)	GC-GM
C2	M1	0.00-0.70	Arena limo arcillosa	23.5	23.26	19.18	4.08	A-4(1)	SC-SM
	M2	0.70-1.50	Arena arcillosa con grava	10.69	20.4	12	8.39	A-2-4(0)	SC
C3	M1	1.5	Grava arcillosa con arena	4.19	24.84	13.85	10.99	A-2-6(0)	GC
C4	M2	1.5	Arcilla limo gravosa de baja plasticidad con arena	11.86	25.05	19.76	5.29	A-4(3)	CL-ML
C5	M3	1.5	Arena arcillosa	6.25	24.8	17.13	7.69	A-4(3)	SC
C6	M4	1.5	Arcilla arenosa de baja plasticidad	16.82	29.5	19.63	9.85	A-4(4)	CL
C7	M1	0.00-0.65	Limo de baja plasticidad	20.381	36.2	26.38	9.86	A-4(9)	ML
	M2	0.65-1.50	Arcilla arenosa de baja plasticidad	21.07	29.53	19.07	10.47	A-4(6)	CL
C8	M1	1.5	Arcilla de baja plasticidad	5.06	24.12	15.49	8.63	A-4(9)	CL
C9	M1	1.5	Grava arcillosa con arena	2.5	13.27	4.78	8.48	A-4(1)	GC
C10	M1	1.5	Grava arcillosa con arena	4.49	15.03	7.89	7.15	A-4(5)	GC
C11	M1	1.5	Arcilla arenosa de baja plasticidad	15.36	21.11	12.11	9	A-4(1)	CL
C12	M1	0.00-0.85	Arcilla arenosa de baja plasticidad	14.81	29.39	21.9	7.48	A-4(7)	CL
	M2	0.85-1.50	Arcilla limo gravosa de baja plasticidad con arena	21.07	20.35	14.69	5.66	A-4(7)	CL-ML
C13	M1	1.5	Grava arcillosa con arena	3.44	17.62	10.34	7.28	A-2-4(0)	GC
C14	M1	1.5	Arcilla de baja plasticidad con arena	20.91	25.14	10.34	14.79	A-6(9)	CL
C15	M1	1.5	Arcilla limo gravosa de baja plasticidad	21	22.8	16.8	6	4(9)	CL-ML
C16	M1	1.5	Grava limo arcillosa con arena	10.38	20.21	16.64	3.57	A-4(1)	GM
C17	M1	1.5	Grava arcillosa	9.1	22.76	12.18	10.58	A-2-4(0)	GC
C18	M1	1.5	Arena arcillosa	13.64	29.43	15.54	13.89	A-2-6(1)	SC
C19	M1	0.00-0.80	Arcilla arenosa de baja plasticidad	19.61	12.06	4.52	7.54	A-4(4)	CL
	M2	0.80-1.50	Arena limo arcillosa	12.42	20.23	14.33	5.9	A-2-4(0)	SC-SM
C20	M1	1.5	Grava limo arcillosa con arena	11.69	13.29	8.81	4.48	A-2-4(0)	GC-GM

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N°5: Muestras para el ensayo granulométrico



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N°6: Muestras para el ensayo de límites de Atterber.



Fuente: Elaboración Propia

4.3.5.2. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

Para el presente proyecto, se requiere la medición de resistencia al esfuerzo cortante del suelo, para lo cual fue necesario evaluar las muestras extraídas de 4 calicatas, las cuales se detallan a continuación:

TABLA N°35
RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE SUELOS

DATOS CALICATAS			PROCTOR		CBR
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD SECA (Gr/cm3)	OCH (%)	95 %MDS
C4	M1	1.5	1.815	19	18.8
C8	M1	1.5	1.538	25.7	8.8
C14	M1	1.5	1.735	29.3	8.2
C19	M1	1.5	2.06	22.6	20.3

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5.3. CORTE DIRECTO

Para este ensayo se extrajeron muestras inalteradas de las calicatas 5, 14 y 19

TABLA N°35
RESULTADO CORTE DIRECTO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ϕ	C(KG/CM2)
C5	M-1	1.5	29.3	0.185
C14	M-1	1.5	29.8	0.204
C19	M-1	1.5	22.5	0.2

Fuente: Elaboración Propia

4.3.6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- Se realizó la exploración de 20 calicatas para obtención de muestras, las cuales tienen una profundidad de 1.50 m.
- Según los resultados obtenidos mediante los métodos utilizados, el área del proyecto presenta suelos arcillosos.
- Mediante el ensayo de corte directo, tenemos que el terreno presenta un ángulo de fricción de 22.5% a 29.8%, esto nos indica que el suelo tiene resistencia ante deslizamientos.
- Se obtuvo un CBR máximo de 20.3 y mínimo de 8.2 a un 95% de máxima densidad seca.
- En la excavación de calicatas no se encontró nivel freático hasta la profundidad de 1.5m.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, las características físico-mecánicas si se consideran aptas para la construcción, ya que cumplen con lo estipulado en las normas descritas en dicho proyecto.

4.3.7. RECOMENDACIONES

- Antes de empezar la excavación de calicatas, realizar un croquis de ubicación según lo estipulado en las respectivas normas de acuerdo a la cantidad de área en estudio. Se debe obtener todas las muestras necesarias, según el tipo de suelo y los distintos estratos que presenten.

4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Este estudio tiene como finalidad la determinación, el origen y la magnitud de los caudales máximos necesarios para el diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial. Se recopilará toda la información hidrológica de la Estación Meteorológica de Cayaltí, cuyos registros los dispone el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

En la elaboración de este tipo de proyectos, es necesario contar con la información de precipitaciones máximas en 24 horas. Para este proyecto obtuvimos el registro de precipitaciones, siendo la de máxima intensidad la ocurrida en febrero de 1998 que llegó a 77.7 mm.

4.4.1. ESTACIÓN METEREOLÓGICA.

La información meteorológica con la que se realizará el estudio hidrológico corresponde a la estación Cayaltí con los datos siguientes:

Estación: Cayaltí

Latitud: 06° 52' 50.86''

Longitud: 79° 32' 49.25''

Altitud: 90 msnm

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: Cayaltí

4.4.1.1. Datos meteorológicos.

Se ha obtenido los datos de las precipitaciones de los años 1994 a 2018.

TABLA: N° 36**PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24h (mm)**

Fuente: Estación Cayaltí (SENAMHI)

Año	P(màx) 24h
1994	15.6
1995	13.1
1996	5.5
1997	19.6
1998	77.3
1999	24
2000	11
2001	10.2
2002	7.5
2003	6.3
2004	3.5
2005	3.3
2006	5.9
2007	5.2
2008	7.2
2009	9.9
2010	11.9
2011	8.6
2012	12.7
2013	14
2014	9.9
2015	4.6
2016	7
2017	51.3
2018	4.8

FIGURA 05: Precipitación máxima en 24 horas

Fuente; Estación Cayaltí (SENAMHI)

4.4.2. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

4.4.2.1. Temperatura

El centro poblado Saltur presenta temperaturas máximas de hasta 37.7 °C en el mes de marzo y temperaturas mínimas 11° C en el mes de Noviembre (según SENAMHI).

TABLA N°37

TEMPERATURAS MÁXIMAS

AÑO/MES	ENE.	FEBR.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SETIEM.	OCTUB.	NOVIEM.	DICIEMB.
2010	35.8	37	36	36.2	34	32.4	29.8	28.8	29.4	30.6	32	34.8
2011	35.8	36.4	37.6	35.2	33.8	32.4	30.6	28.6	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	31.6	31.4	29.8	29.6	27.4	32.8
2013	35	32	35.4	33.2	30.2	27.6	27	27	28.4	28.8	29.6	32.4
2014	-	35.6	35.4	33.6	31.2	32	29.6	30.4	30.4	30.2	30.8	31.9
2015	33.9	34.9	35.5	33.7	33.1	32.3	30.9	29.5	31.3	30.9	31.9	32
2016	34.5	33.5	35.5	33.5	31.7	30.0	29.0	28.3	29.9	29.9	30.8	32.2
2017	35.5	35.4	34.7	33.4	32.4	29.8	28	28.3	28.5	28	30.5	31.9
2018	34.3	34	34.5	33.8	31.4	27.5	28	27.5	28.8	30.8	30.7	32.7
Promedio	35.0	34.8	35.6	34.1	32.2	30.5	33.1	32.5	29.6	29.8	30.5	32.6

Fuente; Estación Cayaltí (SENAMHI)

TABLA N°38
TEMPERATURAS MÍNIMAS

AÑO/MES	ENE.	FEBR.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SETIEM.	OCTUB.	NOVIEM.	DICIEMB.
2010	19.8	19.8	20	17.4	14.2	13.2	12	11.8	12.2	11.4	11	13.4
2011	16.2	18	17	17.2	16	14.8	12	12.6	-	-	12.2	14.6
2012	17	18.2	18	19.2	16	15.4	13.2	12.2	12.8	13.8	14.6	136.8
2013	18	18	17	15.6	14.52	11.4	11.2	12.2	12.2	13.2	11	15
2014	-	18.2	18.2	17	17	17	11.8	12	11	13.4	12	15.2
2015	17.4	18.2	17.6	17	18	15.6	14.2	13.4	15	13.4	11.5	15
2016	17.7	18.1	17.3	16.3	16.26	13.5	12.7	12.8	13.6	13.3	11.25	15
2017	23.3	24	24.2	22.8	21.2	19.6	18	17	15.4	16.8	18.2	20.4
2018	21.2	22.8	22.9	20.6	19.2	17.4	17	16.5	16	17.5	19	21
promedio	18.8	19.5	19.1	18.1	16.9	15.3	13.6	13.4	12.0	12.5	13.4	29.6

Fuente; Estación Cayaltí (SENAMHI)

4.4.2.2. Precipitación Pluvial

Las precipitaciones pluviales en el centro poblado Saltur se presentan por lo general en los meses de verano, siendo en algunas oportunidades de gran magnitud como en los años 1972, 1983 y 1998, llamados "FENÓMENOS DEL NIÑO" que se presenta dependiendo de la cercanía o aproximación de la corriente del Niño a la costa del Perú, especialmente al norte, y cuyos efectos han causado gran daño en la ciudad y en el campo (agricultura).

Se tiene una precipitación máxima en 24 horas de 77.3 mm en el año 1998, estos datos de acuerdo a la estación meteorológica de Cayalti.

4.4.2.3. Humedad

La humedad relativa extraída en la estación Cayaltí tiene un promedio anual de 74 %.

4.4.3. PERIODO DE RETORNO

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada "T" años, se le denomina Período de Retorno "T". Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.[7]

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros. [7]

La selección del periodo de retorno es afectada por varios factores, entre los cuales se toma en cuenta el área de la cuenca, la importancia de la estructura, y el grado de seguridad con el que se quiere diseñar. En la elaboración de todo proyecto, es importante seguir ciertos parámetros registrados en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.).

Para el desarrollo del presente proyecto se ha tomado en cuenta los criterios en la Norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, específicamente en el Anexo N° 01 – Hidrología acápite 2.4, en el cual encontramos los siguientes criterios: El sistema menor de drenaje debe diseñarse para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. Este periodo estará basado en la importancia económica de la urbanización, correspondiente 2 años a pueblos pequeños. El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

Para este proyecto se tomará un periodo de retorno de 2 a 10 años, por ser un sistema de drenaje urbano menor.

Según la Norma OS. 060, se diseñará el proyecto para un periodo de retorno de $T = 10$ años.

4.4.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS HIDROLÓGICOS.

Para utilizar los métodos estadísticos se necesita tener como datos el registro de las precipitaciones máximas en 24 horas. Estos nos permiten calcular la precipitación de diseño.

El análisis estadístico de datos hidrológicos tiene el objetivo la estimación de precipitaciones, intensidades o caudales máximos, para diferentes periodos de retorno, por medio de la aplicación de modelos probabilísticos, en donde estos pueden ser discretos o continuos.[7]

En la estadística hay diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; normalmente se utilizan las siguientes funciones. [7]:

Distribución Normal

Distribución Log Normal 2 parámetros

Distribución Log Normal 3 parámetros

Distribución Gamma 2 parámetros

Distribución Gamma 3 parámetros

Log Pearson tipo III

Distribución Gumbel

Distribución Log Gumbel

4.4.4.1. Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste, consisten en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada.

Las pruebas estadísticas, tienen por función medir la certidumbre que se obtiene al hacer una hipótesis estadística sobre una población, es decir, calificar el hecho de suponer que una variable aleatoria, se distribuya según una cierta función de probabilidades.

La prueba de Kolmogorov – Smirnov : Esta prueba se basa en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$: [7]

Esta prueba comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, así como permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste. [7]

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m)$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla N°). Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de X^2 de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como [7]:

$$F_0(x_m) = 1 - m / (n+1)$$

Donde m es el número de orden de dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

TABLA N°39
VALORES CRÍTICOS DE LA PRUEBA KOLMOGOROV -
SMIRNOV

Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (MTC)

4.4.4.2. DISTRIBUCIONES.

TABLA N° 40

DISTRIBUCIÓN NORMAL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV - SMIRNOV

m	x	p(x)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	3.3	0.0385	0.2568	0.1823	0.2183
2	3.5	0.0769	0.2608	0.1868	0.1838
3	4.6	0.1154	0.283	0.2129	0.1677
4	4.8	0.1538	0.2872	0.2178	0.1333
5	5.2	0.1923	0.2956	0.2279	0.1033
6	5.5	0.2308	0.3019	0.2357	0.0712
7	5.9	0.2692	0.3105	0.2463	0.0413
8	6.3	0.3077	0.3192	0.2571	0.0115
9	7	0.3462	0.3346	0.2766	0.0116
10	7.2	0.3846	0.3391	0.2823	0.0456
11	7.5	0.4231	0.3458	0.2909	0.0773
12	8.6	0.4615	0.3709	0.3237	0.0907
13	9.9	0.5	0.4012	0.3642	0.0988
14	9.9	0.5385	0.4012	0.3642	0.1372
15	10.2	0.5769	0.4083	0.3738	0.1686
16	11	0.6154	0.4274	0.3998	0.188
17	11.9	0.6538	0.4491	0.4295	0.2048
18	12.7	0.6923	0.4685	0.4563	0.2238
19	13.1	0.7308	0.4782	0.4697	0.2526
20	14	0.7692	0.5001	0.5001	0.2691
21	15.6	0.8077	0.539	0.5541	0.2687
22	19.6	0.8462	0.6339	0.6826	0.2122
23	24	0.8846	0.7294	0.8018	0.1552
24	51.3	0.9231	0.9886	0.9992	0.0656
25	77.3	0.9615	0.9999	1	0.0384

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo 0.2691

Como el delta max = 0.2691, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 34.98 mm.

TABLA N°41
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV
– SMIRNOV

m	x	p(x)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	3.3	0.0385	0.0725	0.0673	0.0341
2	3.5	0.0769	0.0839	0.0784	0.007
3	4.6	0.1154	0.1546	0.1483	0.0392
4	4.8	0.1538	0.1684	0.1621	0.0146
5	5.2	0.1923	0.1965	0.1903	0.0042
6	5.5	0.2308	0.2177	0.2117	0.013
7	5.9	0.2692	0.2461	0.2404	0.0231
8	6.3	0.3077	0.2743	0.2691	0.0333
9	7	0.3462	0.3228	0.3184	0.0234
10	7.2	0.3846	0.3363	0.3322	0.0483
11	7.5	0.4231	0.3563	0.3526	0.0668
12	8.6	0.4615	0.4258	0.4239	0.0357
13	9.9	0.5	0.4999	0.4999	0.0001
14	9.9	0.5385	0.4999	0.4999	0.0386
15	10.2	0.5769	0.5157	0.5161	0.0612
16	11	0.6154	0.5555	0.5569	0.0599
17	11.9	0.6538	0.5963	0.5988	0.0575
18	12.7	0.6923	0.6293	0.6326	0.063
19	13.1	0.7308	0.6448	0.6484	0.086
20	14	0.7692	0.677	0.6813	0.0922
21	15.6	0.8077	0.7267	0.732	0.081
22	19.6	0.8462	0.8174	0.8237	0.0287
23	24	0.8846	0.8798	0.8859	0.0048
24	51.3	0.9231	0.9854	0.9874	0.0624
25	77.3	0.9615	0.9968	0.9974	0.0353

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo	0.0922
-----------------	---------------

Como el delta max = 0.0922, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 26.03 mm.

TABLA N°42
DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL 3 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV
– SMIRNOV

m	x	p(x)	Z	F(Z)	Delta
1	3.3	0.0385	-2.0731	0.0191	0.0194
2	3.5	0.0769	-1.839	0.033	0.044
3	4.6	0.1154	-1.089	0.1381	0.0227
4	4.8	0.1538	-0.9991	0.1589	0.005
5	5.2	0.1923	-0.8413	0.2001	0.0078
6	5.5	0.2308	-0.7381	0.2302	0.0005
7	5.9	0.2692	-0.6158	0.269	0.0002
8	6.3	0.3077	-0.5075	0.3059	0.0018
9	7	0.3462	-0.3434	0.3656	0.0195
10	7.2	0.3846	-0.3013	0.3816	0.003
11	7.5	0.4231	-0.2414	0.4046	0.0185
12	8.6	0.4615	-0.0494	0.4803	0.0188
13	9.9	0.5	0.1366	0.5543	0.0543
14	9.9	0.5385	0.1366	0.5543	0.0159
15	10.2	0.5769	0.1748	0.5694	0.0075
16	11	0.6154	0.2698	0.6064	0.009
17	11.9	0.6538	0.3664	0.643	0.0109
18	12.7	0.6923	0.4448	0.6718	0.0205
19	13.1	0.7308	0.4817	0.685	0.0458
20	14	0.7692	0.5598	0.7122	0.0571
21	15.6	0.8077	0.6845	0.7532	0.0545
22	19.6	0.8462	0.9393	0.8262	0.0199
23	24	0.8846	1.158	0.8766	0.008
24	51.3	0.9231	1.9396	0.9738	0.0507
25	77.3	0.9615	2.3464	0.9905	0.029

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo	0.0571
-----------------	---------------

Como el delta max = 0.0571, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 26.97 mm.

TABLA N°43
DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARÁMETROS Y LA PRUEBA KOLMOGOROV –
SMIRNOV

m	x	p(x)	G(Y) ORDINARIO	G(Y) MOMENTO LINEAL	Delta
1	3.3	0.0385	0.1181	0.3983	0.0796
2	3.5	0.0769	0.1279	0.4082	0.051
3	4.6	0.1154	0.1837	0.4568	0.0683
4	4.8	0.1538	0.194	0.4647	0.0402
5	5.2	0.1923	0.2147	0.4799	0.0224
6	5.5	0.2308	0.2302	0.4908	0.0006
7	5.9	0.2692	0.2508	0.5046	0.0184
8	6.3	0.3077	0.2713	0.5178	0.0364
9	7	0.3462	0.3068	0.5394	0.0393
10	7.2	0.3846	0.3168	0.5452	0.0678
11	7.5	0.4231	0.3317	0.5538	0.0914
12	8.6	0.4615	0.3849	0.583	0.0766
13	9.9	0.5	0.4445	0.6138	0.0555
14	9.9	0.5385	0.4445	0.6138	0.0939
15	10.2	0.5769	0.4577	0.6204	0.1192
16	11	0.6154	0.4918	0.6372	0.1236
17	11.9	0.6538	0.5283	0.6548	0.1256
18	12.7	0.6923	0.5589	0.6695	0.1334
19	13.1	0.7308	0.5737	0.6765	0.1571
20	14	0.7692	0.6054	0.6915	0.1638
21	15.6	0.8077	0.6569	0.7159	0.1507
22	19.6	0.8462	0.7611	0.7669	0.0851
23	24	0.8846	0.8419	0.8104	0.0428
24	51.3	0.9231	0.9898	0.9402	0.0667
25	77.3	0.9615	0.9993	0.9781	0.0378

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo **0.1638**

Como el delta max = 0.1638, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución Gamma 2 parámetros, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 28.74 mm.

TABLA N°44

DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON Y LA PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	x	p(x)	G(Y) ORDINARIO	G(Y) MOMENTO LINEAL	Delta
1	3.3	0.0385	0.0184	0.0179	0.0201
2	3.5	0.0769	0.0307	0.0307	0.0462
3	4.6	0.1154	0.133	0.136	0.0176
4	4.8	0.1538	0.1545	0.1579	0.0006
5	5.2	0.1923	0.1977	0.2017	0.0054
6	5.5	0.2308	0.2297	0.2341	0.0011
7	5.9	0.2692	0.2711	0.2758	0.0019
8	6.3	0.3077	0.3107	0.3154	0.003
9	7	0.3462	0.3747	0.3792	0.0285
10	7.2	0.3846	0.3917	0.3961	0.007
11	7.5	0.4231	0.4161	0.4204	0.0069
12	8.6	0.4615	0.4957	0.4992	0.0342
13	9.9	0.5	0.5719	0.5744	0.0719
14	9.9	0.5385	0.5719	0.5744	0.0334
15	10.2	0.5769	0.5871	0.5894	0.0102
16	11	0.6154	0.6242	0.6259	0.0088
17	11.9	0.6538	0.6603	0.6615	0.0065
18	12.7	0.6923	0.6884	0.689	0.004
19	13.1	0.7308	0.7011	0.7016	0.0297
20	14	0.7692	0.7271	0.7271	0.0421
21	15.6	0.8077	0.7656	0.7651	0.042
22	19.6	0.8462	0.8326	0.8311	0.0135
23	24	0.8846	0.8777	0.8757	0.0069
24	51.3	0.9231	0.9659	0.9641	0.0428
25	77.3	0.9615	0.9837	0.9825	0.0222

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo 0.0719

Como el delta máx. = 0.0719, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución Log Pearson, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 27.21 mm.

TABLA N°45

DISTRIBUCIÓN GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	x	p(x)	G(Y) ORDINARIO	G(Y) MOMENTO LINEAL	Delta
1	3.3	0.0385	0.2732	0.1808	0.2347
2	3.5	0.0769	0.2787	0.1873	0.2018
3	4.6	0.1154	0.3097	0.2245	0.1944
4	4.8	0.1538	0.3154	0.2315	0.1616
5	5.2	0.1923	0.3269	0.2458	0.1346
6	5.5	0.2308	0.3355	0.2566	0.1047
7	5.9	0.2692	0.347	0.2713	0.0777
8	6.3	0.3077	0.3585	0.2861	0.0508
9	7	0.3462	0.3786	0.3124	0.0325
10	7.2	0.3846	0.3844	0.32	0.0002
11	7.5	0.4231	0.393	0.3314	0.03
12	8.6	0.4615	0.4245	0.3735	0.037
13	9.9	0.5	0.4612	0.4231	0.0388
14	9.9	0.5385	0.4612	0.4231	0.0772
15	10.2	0.5769	0.4696	0.4344	0.1073
16	11	0.6154	0.4917	0.4644	0.1237
17	11.9	0.6538	0.516	0.4974	0.1378
18	12.7	0.6923	0.5372	0.5259	0.1551
19	13.1	0.7308	0.5476	0.5399	0.1832
20	14	0.7692	0.5705	0.5705	0.1988
21	15.6	0.8077	0.6095	0.6218	0.1982
22	19.6	0.8462	0.6963	0.7311	0.1499
23	24	0.8846	0.7738	0.8203	0.1108
24	51.3	0.9231	0.9702	0.9885	0.0471
25	77.3	0.9615	0.9961	0.9992	0.0345

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo 0.2347

Como el delta máx. = 0.2347, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 35.36 mm.

TABLA N°46

DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL Y LA PRUEBA KOLMOGOROV – SMIRNOV

m	x	p(x)	G(Y) ORDINARIO	G(Y) MOMENTO LINEAL	Delta
1	3.3	0.0385	0.0263	0.0294	0.0122
2	3.5	0.0769	0.0371	0.0409	0.0398
3	4.6	0.1154	0.1264	0.1321	0.011
4	4.8	0.1538	0.146	0.1518	0.0079
5	5.2	0.1923	0.1865	0.1923	0.0058
6	5.5	0.2308	0.2173	0.2229	0.0135
7	5.9	0.2692	0.258	0.2632	0.0112
8	6.3	0.3077	0.2977	0.3024	0.01
9	7	0.3462	0.3632	0.3668	0.017
10	7.2	0.3846	0.3808	0.3842	0.0038
11	7.5	0.4231	0.4063	0.4092	0.0168
12	8.6	0.4615	0.4899	0.4913	0.0283
13	9.9	0.5	0.5703	0.5703	0.0703
14	9.9	0.5385	0.5703	0.5703	0.0318
15	10.2	0.5769	0.5863	0.5861	0.0094
16	11	0.6154	0.6253	0.6244	0.0099
17	11.9	0.6538	0.6632	0.6618	0.0093
18	12.7	0.6923	0.6923	0.6905	0
19	13.1	0.7308	0.7055	0.7036	0.0252
20	14	0.7692	0.7323	0.7301	0.0369
21	15.6	0.8077	0.7717	0.7691	0.036
22	19.6	0.8462	0.8388	0.8359	0.0073
23	24	0.8846	0.8829	0.8801	0.0017
24	51.3	0.9231	0.9664	0.9648	0.0433
25	77.3	0.9615	0.9831	0.9821	0.0216

Fuente: Elaboración Propia (Hidroesta)

Δ maximo 0.0703

Como el delta máx. = 0.0703, es menor que el delta crítico 0.32. Los datos se ajustan a la distribución Log Gumbel, con un nivel de significación del 1%.

La precipitación para un periodo de retorno de 10 años, es 26.48 mm.

TABLA N°47

RESUMEN DISTRIBUCIONES Y DELTA MÁXIMO

DISTRIBUCIÓN	PRECIPITACIÓN 10 AÑOS	
Distribución Normal	0.2691	mm
Distribución Log Normal 2 parámetros	0.0922	mm
Distribución Log Normal 3 parámetros	0.0571	mm
Distribución Gamma 2 parámetros	0.1638	mm
Distribución Log Pearson tipo III	0.0719	mm
Distribución Gumbel	0.2347	mm
Distribución Log Gumbel	0.0703	mm

Fuente: Elaboración Propia

COMPROBACIÓN DE DELTA (KOLMOGOROV – SMIRNOV)

Tamaño Muestral	$\alpha = 0.01$	Δ critico	0.32
25	0.32	Δ maximo	Distribucion
Δ maximo < Δ critico			
CUMPLE			

TABLA N°48

VALORES OBTENIDOS PARA LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO, UTILIZANDO EL PROGRAMA HIDROESTA Y POR DIFERENTES MÉTODOS.

DISTRIBUCIÓN	PRECIPITACIÓN 10 AÑOS	
Distribución Normal	34.98	mm
Distribución Log Normal 2 parámetros	26.03	mm
Distribución Log Normal 3 parámetros	26.97	mm
Distribución Gamma 2 parámetros	28.74	mm
Distribución Log Pearson tipo III	27.21	mm
Distribución Gumbel	35.36	mm
Distribución Log Gumbel	26.48	mm

Fuente: Elaboración Propia

De los valores obtenidos, según criterio se utilizará la precipitación de la Distribución Gumbel.

4.4.4.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA (DISTRIBUCIÓN GUMBEL)

TABLA N°49

PRECIPITACIONES MEDIANTE LA DISTRIBUCIÓN GUMBEL

Nº	Año	Mes Max. Precip.	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1994	15.6	15.6	2.572816
2	1996	13.1	13.1	0.802816
3	1996	5.5	5.50	72.182
4	1997	19.6	19.60	31.405
5	1998	77.3	77.30	4007.396
6	1999	24	24.00	100.080
7	2000	11	11.00	8.976
8	2001	10.2	10.20	14.410
9	2002	7.5	7.50	42.198
10	2003	6.3	6.30	59.228
11	2004	3.5	3.50	110.166
12	2005	3.3	3.30	114.404
13	2006	5.9	5.90	65.545
14	2007	5.2	5.20	77.370
15	2008	7.2	7.20	46.186
16	2009	9.9	9.90	16.777
17	2010	11.9	11.90	4.393
18	2011	8.6	8.60	29.117
19	2012	12.7	12.70	1.680
20	2013	14	14.00	0.000
21	2014	9.9	9.90	16.777
22	2015	4.6	4.60	88.285
23	2016	7	7.00	48.944
24	2017	51.3	51.30	1391.588
25	2018	4.8	4.80	84.566
25		Suma	349.9	6435.0

Fuente: Elaboración Propia

cálculos variables probabilísticas

Promedio:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 14 \text{ mm}$$

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 16.37 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 12.37 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 6.63 \text{ mm}$$

TABLA N° 50

PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

<i>Periodo Retorno</i> <i>Años</i>	<i>Variable Reducida</i> <i>YT</i>	<i>Prob. de ocurrencia</i> <i>F(xT)</i>	<i>Precip. (mm)</i> <i>XT'(mm)</i>
2	0.3665	0.5000	11.3061
5	1.4999	0.8000	25.7768
10	2.2504	0.9000	35.3577
25	3.1985	0.9600	47.4631
50	3.9019	0.9800	56.4436
100	4.6001	0.9900	65.3578

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 51

COEFICIENTES DE DURACIÓN LLUVIAS ENTRE 1 Y 24 HORAS

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	Duraciones, en horas									
	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
COEFICIENTE	0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Elaboración Propia (MTC)

TABLA N° 52

**PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPO DE DURACIÓN
DE LLUVIAS**

Tiempo de Duración	Coeficiente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1	11.306	25.777	35.358	47.463	56.444	65.358
18 hr	0.9	10.176	23.199	31.822	42.717	50.799	58.822
12 hr	0.79	8.932	20.364	27.933	37.496	44.590	51.633
8 hr	0.64	7.236	16.497	22.629	30.376	36.124	41.829
6 hr	0.56	6.331	14.435	19.800	26.579	31.608	36.600
5 hr	0.5	5.653	12.888	17.679	23.732	28.222	32.679
4 hr	0.44	4.975	11.342	15.557	20.884	24.835	28.757
3 hr	0.38	4.296	9.795	13.436	18.036	21.449	24.836
2 hr	0.31	3.505	7.991	10.961	14.714	17.498	20.261
1 hr	0.25	2.827	6.444	8.839	11.866	14.111	16.339

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.4. INTENSIDADES DE LLUVIA

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. [7]

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

TABLA N° 53

**INTENSIDADES DE LLUVIA SEGÚN DURACION 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
24 hr	1440	0.4711	1.0740	1.4732	1.9776	2.3518	2.7232
18 hr	1080	0.5653	1.2888	1.7679	2.3732	2.8222	3.2679
12 hr	720	0.7443	1.6970	2.3277	3.1247	3.7159	4.3027
8 hr	480	0.9045	2.0621	2.8286	3.7971	4.5155	5.2286
6 hr	360	1.0552	2.4058	3.3001	4.4299	5.2681	6.1001
5 hr	300	1.1306	2.5777	3.5358	4.7463	5.6444	6.5358
4 hr	240	1.2437	2.8354	3.8893	5.2209	6.2088	7.1894
3 hr	180	1.4321	3.2651	4.4786	6.0120	7.1495	8.2787
2 hr	120	1.7524	3.9954	5.4804	7.3568	8.7488	10.1305
1 hr	60	2.8265	6.4442	8.8394	11.8658	14.1109	16.3395

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.5. CURVAS DE INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno. [7]

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración. [7]

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia también pueden expresarse como ecuaciones con el fin de evitar la lectura de la intensidad de lluvia de diseño en una gráfica. [7]

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación [7]:

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/hr)

K, m, n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

4.4.4.5.1. CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA

Se realizó las regresiones respectivas necesarias para el cálculo de los parámetros de ajuste para tener la ecuación de la intensidad máxima.

TABLA N° 54
REGRESIÓN POTENCIAL

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	24.276	0.693	3.189	2.211	0.480
2	5	55.347	1.609	4.014	6.460	2.590
3	10	75.918	2.303	4.330	9.969	5.302
4	25	101.910	3.219	4.624	14.884	10.361
5	50	121.193	3.912	4.797	18.767	15.304
6	100	140.333	4.605	4.944	22.768	21.208
6	192	518.977	16.341	25.898	75.060	55.245
Ln (K) = 3.1689		K = 23.7803		m = 0.4213		

Fuente: Elaboración Propia

$$I = \frac{23.7803 * T^{0.4213}}{t^{0.5375}}$$

COMPROBACIÓN DE LA ECUACIÓN INTENSIDAD CON EL PROGRAMA HIDROESTA

Se ha ingresado los datos de las precipitaciones máximas anuales obtenidos en el ítem 4.1.1.1. al programa Hidroesta con el fin de comprobar la ecuación hallada anteriormente, confirmando la veracidad de la misma.

Ecuación de ajuste de Imáx:

Ecuación

$$I_{máx} = 23.7803 * T^{(0.4213)} * D^{(-0.5375)}$$

4.4.4.5.2. INTENSIDADES MAXIMAS – TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO

Luego de haber calculado la ecuación de intensidad máxima con sus respectivos coeficientes, reemplazamos para obtener las intensidades con respecto a la duración y el periodo de retorno.

TABLA N° 55

INTENSIDADES- TIEMPO Y DURACIÓN

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	13.41	9.24	7.43	6.36	5.64	5.12	4.71	4.38	4.12	3.89	3.69	3.53
5	19.72	13.59	10.93	9.36	8.30	7.53	6.93	6.45	6.05	5.72	5.44	5.19
10	26.41	18.20	14.63	12.54	11.12	10.08	9.28	8.64	8.11	7.66	7.28	6.95
25	38.86	26.77	21.53	18.45	16.36	14.83	13.65	12.71	11.93	11.27	10.71	10.22
50	52.04	35.85	28.83	24.70	21.91	19.86	18.28	17.02	15.97	15.09	14.34	13.69
100	69.69	48.01	38.61	33.08	29.34	26.60	24.49	22.79	21.39	20.21	19.20	18.33

Fuente: Elaboración Propia

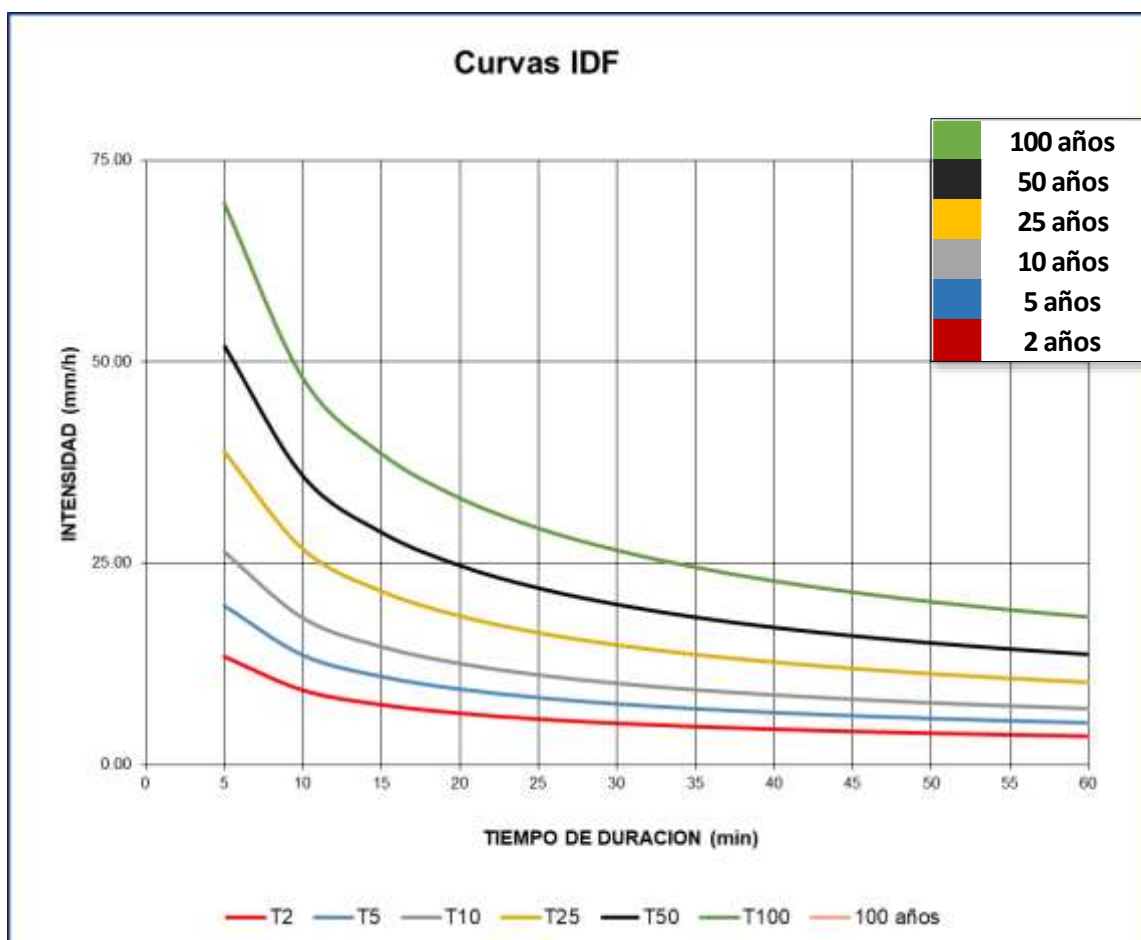


Figura 06: Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia).

Fuente: Elaboración Propia

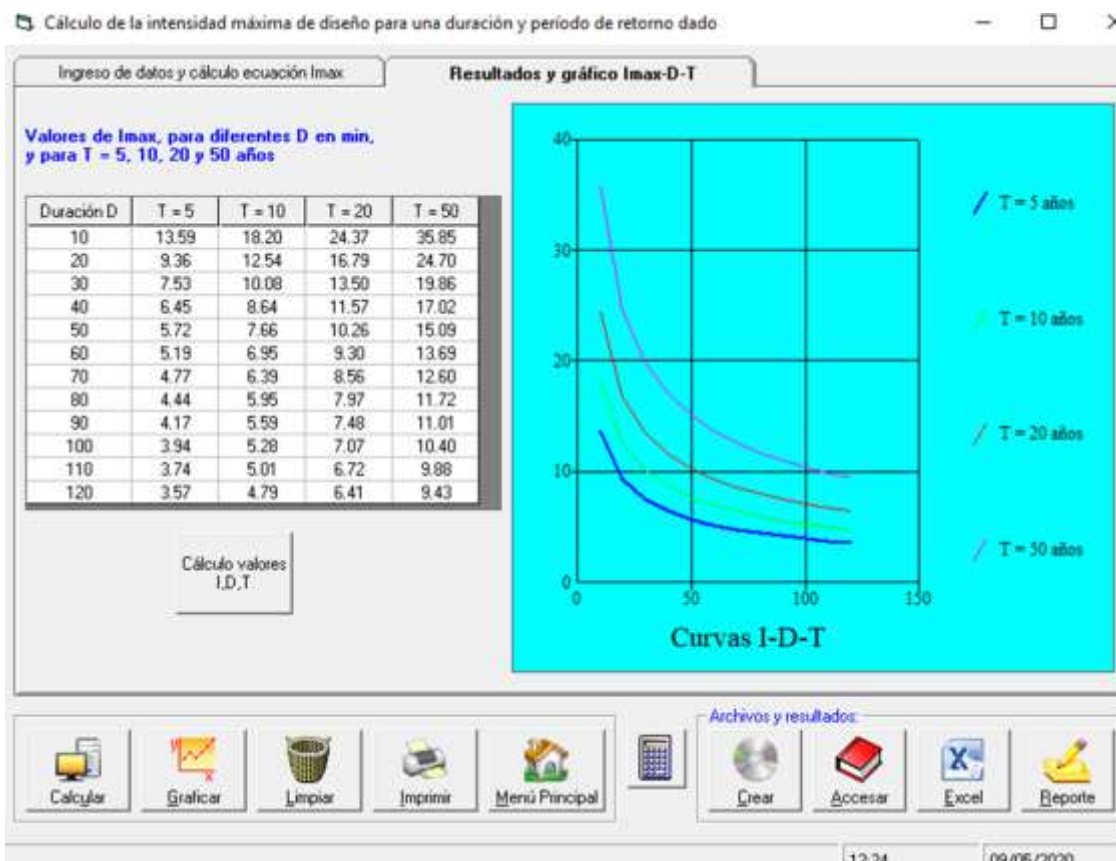


Figura 07: Curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia).

Fuente: Elaborado con el programa Hidroesta

4.4.4.6. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo que se necesita para que una gota recorra desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración t_c . El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área. [7]

TABLA N°56

FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947.L^{0.77}.S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525.(0.0000276.i + c).L^{0.33}}{S^{0.333}.i^{0.667}}$ <p>i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800 .
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035\frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

Fuente: MTC (Manual de hidrología y drenaje)

Para el presente proyecto se utilizará la fórmula Tc según California Culverts Practice (1942):

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

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

CALLE	L (m)	L (Km)	COTAS		Desnivel	TIEMPOS DE
			Inicial	Final		California Culverts Practice
AV. 24 de Junio	503.82	0.504	84.00	79.00	5.00	13.87

Para encontrar el tiempo de concentración se utilizó la calle más larga del Centro Poblado Saltur, siendo la Av. 24 de Junio con una longitud de 503.82 m.

Según el R.N.E. (Drenaje pluvial urbano) recomienda que el Tc en ningún caso debe ser menor a 10 min, por tanto, este proyecto cumple con dicha indicación con un Tc= 13.87.

CALCULO DE LA INTENSIDAD, REMPLAZANDO EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN CALCULADO.

$$I = \frac{23.7803 * T^{0.4213}}{t^{0.5375}}$$

$$I_{\text{máx}} = 15.26 \text{ mm/hr}$$

4.4.4.7. ESTIMACION DE CAUDALES

Para determinar el caudal de escorrentía en el presente proyecto, se utilizará el método racional. El método racional aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 13 km². [8]

4.4.4.7.1. MÉTODO RACIONAL

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A < 10 Km². Considerar que la duración de P es igual a tc. [7]

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 * CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C : Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²).

TABLA N° 57

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER UTILIZADOS POR EL MÉTODO RACIONAL

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
AREAS URBANAS							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Fuente: R.N.E., Norma OS.060.

4.4.4.7.2. CAUDALES CIRCULANTES POR VÍAS

Luego de haber calculado las intensidades y tiempo de concentración se procedió a hallar los caudales circulantes por vías, calculados por el método racional de acuerdo a lo planteado en la norma OS.060 Drenaje pluvial urbano. Ver plano C-01 (Caudales por vía

CÁLCULO DE CAUDALES CIRCULANTES EN VÍAS.

CÁLCULO DE CAUDALES CIRCUNDANTES EN VÍAS																			
Caudal N°	Aporte de Areas de las viviendas						Imax (mm/h)	Aporte de áreas de vías				Q = 0.278*C*Γ*A+ %q							
	Viviendas A	Viviendas B	Ap. Viviendas (m2)	Total (km2)	Coef. © concreto/techos	0.278*C*Γ*A (m3/s)		Ap. de vías y veredas (m2)	Total (km2)	Asfalto	0.278*C*Γ*A (m3/s)	Q viv.+ Q vías (m3/s)	%q(m3/s)			Qacum.(m3/s)	Distribución al caudal:	Qcirc. (lts/s)	
q1	17332.2	11681.54	29013.74	0.02901374	0.83	0.1022	15.26	20135.28	0.02013528	0.81	0.0692	0.1714	0.082	0.040	0.093		0.3047	-	304.70
q2	409.82	6591.51	7001.33	0.00700133	0.83	0.0247	15.26	4373.34	0.00437334	0.81	0.0150	0.0397	0.017	0.020	0.039	0.013	0.1274	1-17	127.42
q3	1510.95	441.29	1952.24	0.00195224	0.83	0.0069	15.26	502.95	0.00050295	0.81	0.0017	0.0086	0.183				0.1918	-	191.84
q4	1786.91	858.69	2645.6	0.0026456	0.83	0.0093	15.26	696.56	0.00069656	0.81	0.0024	0.0117	0.166	0.005			0.1832	3	183.24
q5	458.55	500.605	959.155	0.00095916	0.83	0.0034	15.26	365.48	0.00036548	0.81	0.0013	0.0046	0.003	0.158			0.1662	4	166.15
q6	458.55	178.64	637.19	0.00063719	0.83	0.0022	15.26	304.3	0.0003043	0.81	0.0010	0.0033					0.0033	5	3.29
q7	466.55	482.53	949.08	0.00094908	0.83	0.0033	15.26	501.5	0.0005015	0.81	0.0017	0.0051	0.003	0.004	0.146		0.1582	5	158.23
q8	500.605	738.13	1238.735	0.00123874	0.83	0.0044	15.26	293.95	0.00029395	0.81	0.0010	0.0054					0.0054	4	5.37
q9	302.45	319.28	621.73	0.00062173	0.83	0.0022	15.26	297.78	0.00029778	0.81	0.0010	0.0032					0.0032	7	3.21
q10	383.98	537.07	921.05	0.00092105	0.83	0.0032	15.26	217.84	0.00021784	0.81	0.0007	0.0040					0.0040	7	3.99
q11	3470.6	2155.92	5626.52	0.00562652	0.83	0.0198	15.26	1010.66	0.00101066	0.81	0.0035	0.0233	0.110	0.013			0.1460	7	145.96
q12	1060.04	859.61	1919.65	0.00191965	0.83	0.0068	15.26	253.61	0.00025361	0.81	0.0009	0.0076					0.0076	14	7.63
q13	646.26	2268.63	2914.89	0.00291489	0.83	0.0103	15.26	800.525	0.000800525	0.81	0.0028	0.0130					0.0130	11	13.02
q14	476.41	2268.645	2745.055	0.00274506	0.83	0.0097	15.26	1007.515	0.001007515	0.81	0.0035	0.0131	0.008	0.074	0.015		0.1097	11	109.65
q15	6714.67	2463.44	9178.11	0.00917811	0.83	0.0323	15.26	1258.42	0.00125842	0.81	0.0043	0.0366	0.037				0.0738	14	73.81
q16	4013.16	0	4013.16	0.00401316	0.83	0.0141	15.26	1625.55	0.00162555	0.81	0.0056	0.0197	0.037				0.0569	-	56.88
q17	1100.48	1157.44	2257.92	0.00225792	0.83	0.0080	15.26	774.94	0.00077494	0.81	0.0027	0.0106	0.064				0.0743	15-16	74.32
q18	444.05	465.98	910.03	0.00091003	0.83	0.0032	15.26	258.1	0.0002581	0.81	0.0009	0.0041	0.012				0.0157	1	15.70
q19	443.77	2519	2962.77	0.00296277	0.83	0.0104	15.26	342.55	0.00034255	0.81	0.0012	0.0116					0.0116	18	11.61
q20	424.82	391.71	816.53	0.00081653	0.83	0.0029	15.26	171.89	0.00017189	0.81	0.0006	0.0035					0.0035	1	3.47
q21	662.5	603.04	1265.54	0.00126554	0.83	0.0045	15.26	598.895	0.000598895	0.81	0.0021	0.0065	0.013				0.0197	1	19.72
q22	628.38	589.96	1218.34	0.00121834	0.83	0.0043	15.26	488.21	0.00048821	0.81	0.0017	0.0060	0.001	0.012	0.016		0.0347	1	34.66
q23	306.82	173.6	480.42	0.00048042	0.83	0.0017	15.26	3017.6	0.0030176	0.81	0.0104	0.0121	0.013				0.0253	130	25.27
q24	279.8	165.71	445.51	0.00044551	0.83	0.0016	15.26	299.58	0.00029958	0.81	0.0010	0.0026					0.0026	25-22	2.60
q25	266.5	138.41	404.91	0.00040491	0.83	0.0014	15.26	274.65	0.00027465	0.81	0.0009	0.0024	0.001	0.012			0.0155	22	15.53

q26	370.52	356.83	727.35	0.00072735	0.83	0.0026	15.26	341.66	0.00034166	0.81	0.0012	0.0037	0.011	0.011			0.0264	23-21	26.41
q27	358.89	332.2	691.09	0.00069109	0.83	0.0024	15.26	277.18	0.00027718	0.81	0.0010	0.0034	0.010	0.010			0.0237	22-25	23.72
q28	166.13	179.13	345.26	0.00034526	0.83	0.0012	15.26	221.31	0.00022131	0.81	0.0008	0.0020	0.011	0.008			0.0215	130	21.48
q29	179.19	225.37	404.56	0.00040456	0.83	0.0014	15.26	267.68	0.00026768	0.81	0.0009	0.0023	0.010	0.010			0.0227	26-28	22.68
q30	145.08	172.63	317.71	0.00031771	0.83	0.0011	15.26	238.74	0.00023874	0.81	0.0008	0.0019	0.018				0.0201	27-29	20.05
q31	377.25	414.23	791.48	0.00079148	0.83	0.0028	15.26	1008.1	0.0010081	0.81	0.0035	0.0063	0.010				0.0163	28-26	16.34
q32	178.4	150.48	328.88	0.00032888	0.83	0.0012	15.26	376.03	0.00037603	0.81	0.0013	0.0025	0.010				0.0125	130	12.54
q33	148.33	414.23	562.56	0.00056256	0.83	0.0020	15.26	174.98	0.00017498	0.81	0.0006	0.0026	0.012	0.006			0.0202	32-31	20.17
q34	828.26	597.44	1425.7	0.0014257	0.83	0.0050	15.26	367.28	0.00036728	0.81	0.0013	0.0063	0.010	0.004			0.0206	29-27	20.61
q35	148.66	204.4	353.06	0.00035306	0.83	0.0012	15.26	197.98	0.00019798	0.81	0.0007	0.0019	0.012	0.006			0.0195	130	19.52
q36	2225.18	222.22	2447.4	0.0024474	0.83	0.0086	15.26	205.35	0.00020535	0.81	0.0007	0.0093	0.004	0.010			0.0237	35-33	23.65
q37	197.37	164.21	361.58	0.00036158	0.83	0.0013	15.26	172.08	0.00017208	0.81	0.0006	0.0019	0.018				0.0200	36-34	19.98
q38	824.49	649.35	1473.84	0.00147384	0.83	0.0052	15.26	428.86	0.00042886	0.81	0.0015	0.0067	0.005				0.0115	35-33	11.53
q39	555.4	228.49	783.89	0.00078389	0.83	0.0028	15.26	306.36	0.00030636	0.81	0.0011	0.0038	0.005				0.0087	36-34	8.68
q40	1634.35	4837.81	6472.16	0.00647216	0.83	0.0228	15.26	1943.64	0.00194364	0.81	0.0067	0.0295	0.020	0.005			0.0543	37-30-1	54.34
q41	4332.86	1661.235	5994.095	0.0059941	0.83	0.0211	15.26	2187.44	0.00218744	0.81	0.0075	0.0286	0.005				0.0335	46-2	33.49
q42	1548.615	2512.88	4061.495	0.0040615	0.83	0.0143	15.26	2599.02	0.00259902	0.81	0.0089	0.0232	0.010				0.0332	47-2	33.24
q43	2156.64	1587.94	3744.58	0.00374458	0.83	0.0132	15.26	947.19	0.00094719	0.81	0.0033	0.0164	0.014	0.011			0.0408	48-2	40.78
q44	1413.44	3157.75	4571.19	0.00457119	0.83	0.0161	15.26	2035.85	0.00203585	0.81	0.0070	0.0231					0.0231	45-49-2	23.10
q45	329.12	269.11	598.23	0.00059823	0.83	0.0021	15.26	234.56	0.00023456	0.81	0.0008	0.0029	0.008				0.0106	43	10.61
q46	193.21	440.7	633.91	0.00063391	0.83	0.0022	15.26	304.7	0.0003047	0.81	0.0010	0.0033	0.017	0.009			0.0292	1	29.23
q47	107.31	240.6	347.91	0.00034791	0.83	0.0012	15.26	165.11	0.00016511	0.81	0.0006	0.0018	0.017				0.0184	2-46	18.41
q48	130.15	368.48	498.63	0.00049863	0.83	0.0018	15.26	251.3	0.0002513	0.81	0.0009	0.0026	0.020	0.005			0.0279	2	27.88
q49	110.65	283.74	394.39	0.00039439	0.83	0.0014	15.26	187.86	0.00018786	0.81	0.0006	0.0020	0.008				0.0097	48-2	9.73
q50	1037.95	1900.54	2938.49	0.00293849	0.83	0.0103	15.26	2652.435	0.002652435	0.81	0.0091	0.0195					0.0195	40-41-38-39	19.46
q51	1308.48	0	1308.48	0.00130848	0.83	0.0046	15.26	2652.435	0.002652435	0.81	0.0091	0.0137					0.0137	43	13.72
q52	322.61	1409.345	1731.955	0.00173196	0.83	0.0061	15.26	1142.96	0.00114296	0.81	0.0039	0.0100	0.039	0.007	0.138	0.006	0.1991	-	199.06
q53	397.815	1113.31	1511.125	0.00151113	0.83	0.0053	15.26	412.49	0.00041249	0.81	0.0014	0.0067					0.0067	52	6.74
q54	486.7	808.1	1294.8	0.0012948	0.83	0.0046	15.26	466.07	0.00046607	0.81	0.0016	0.0062	0.045	0.026			0.0776	132-52	77.62
q55	89.04	36.55	125.59	0.00012559	0.83	0.0004	15.26	48.19	0.00004819	0.81	0.0002	0.0006	0.045	0.026			0.0721	-	72.06
q56	191.7	249.21	440.91	0.00044091	0.83	0.0016	15.26	537.78	0.00053778	0.81	0.0018	0.0034	0.066	0.004	0.005	0.058	0.1364	57-54-55	136.35
q57	170.99	613.75	784.74	0.00078474	0.83	0.0028	15.26	207.57	0.00020757	0.81	0.0007	0.0035	0.045	0.003			0.0520	55-54	52.01
q58	598.98	77.46	676.44	0.00067644	0.83	0.0024	15.26	568.08	0.00056808	0.81	0.0020	0.0043	0.003				0.0074	56-59	7.41
q59	772.46	87.63	860.09	0.00086009	0.83	0.0030	15.26	556.68	0.00055668	0.81	0.0019	0.0049	0.066	0.005	0.058	0.004	0.1379	52	137.89
q60	77.46	708.95	786.41	0.00078641	0.83	0.0028	15.26	772.46	0.00077246	0.81	0.0027	0.0054	0.080	0.044	0.003		0.1327	56-59	132.72
q61	87.63	618.1	705.73	0.00070573	0.83	0.0025	15.26	588.5	0.0005885	0.81	0.0020	0.0045	0.006				0.0101	56-59	10.10
q62	2013.43	249.98	2263.41	0.00226341	0.83	0.0080	15.26	368.23	0.00036823	0.81	0.0013	0.0092					0.0092	58-60-57	9.24

q63	524.73	213.08	737.81	0.00073781	0.83	0.0026	15.26	385.17	0.00038517	0.81	0.0013	0.0039	0.077				0.0804	60	80.42
q64	717.46	767.72	1485.18	0.00148518	0.83	0.0052	15.26	432.54	0.00043254	0.81	0.0015	0.0067	0.016	0.077			0.0988	66	98.76
q65	668.16	676.04	1344.2	0.0013442	0.83	0.0047	15.26	448.64	0.00044864	0.81	0.0015	0.0063	0.007				0.0135	66	13.49
q66	211.38	252.22	463.6	0.0004636	0.83	0.0016	15.26	519.63	0.00051963	0.81	0.0018	0.0034	0.099	0.013			0.1157	56–59	115.67
q67	230.23	1533.39	1763.62	0.00176362	0.83	0.0062	15.26	400.28	0.00040028	0.81	0.0014	0.0076	0.004				0.0112	61–52	11.19
q68	344.17	271.26	615.43	0.00061543	0.83	0.0022	15.26	265.95	0.00026595	0.81	0.0009	0.0031	0.007	0.007	0.013		0.0311	64–63	31.09
q69	223	226.56	449.56	0.00044956	0.83	0.0016	15.26	508.95	0.00050895	0.81	0.0017	0.0033					0.0033	66	3.33
q70	749.42	778.795	1528.215	0.00152822	0.83	0.0054	15.26	560.39	0.00056039	0.81	0.0019	0.0073					0.0073	68	7.31
q71	487.29	226.56	713.85	0.00071385	0.83	0.0025	15.26	311.64	0.00031164	0.81	0.0011	0.0036	0.004				0.0073	68	7.33
q72	692.98	2685.7	3378.68	0.00337868	0.83	0.0119	15.26	313.54	0.00031354	0.81	0.0011	0.0130	0.004				0.0167	–	16.72
q73	1533.39	266.03	1799.42	0.00179942	0.83	0.0063	15.26	253.84	0.00025384	0.81	0.0009	0.0072					0.0072	65–67	7.21
q74	1226.75	1384.42	2611.17	0.00261117	0.83	0.0092	15.26	713.76	0.00071376	0.81	0.0025	0.0116	0.139	0.002			0.1530	63–64	153.00
q75	1424.358	1229	2653.358	0.00265336	0.83	0.0093	15.26	1170.04	0.00117004	0.81	0.0040	0.0134					0.0134	68	13.37
q76	930.8	404.84	1335.64	0.00133564	0.83	0.0047	15.26	811.74	0.00081174	0.81	0.0028	0.0075					0.0075	71–72	7.49
q77	373.53	668.73	1042.26	0.00104226	0.83	0.0037	15.26	257.39	0.00025739	0.81	0.0009	0.0046					0.0046	81	4.56
q78	381.99	328.03	710.02	0.00071002	0.83	0.0025	15.26	244.85	0.00024485	0.81	0.0008	0.0033	0.008				0.0112	83	11.21
q79	2000	2174.66	4174.66	0.00417466	0.83	0.0147	15.26	301.9	0.0003019	0.81	0.0010	0.0157					0.0157	78–82	15.74
q80	564.3	525.13	1089.43	0.00108943	0.83	0.0038	15.26	156.35	0.00015635	0.81	0.0005	0.0044					0.0044	81	4.37
q81	421.03	564.3	985.33	0.00098533	0.83	0.0035	15.26	196.99	0.00019699	0.81	0.0007	0.0041	0.010	0.005	0.004		0.0234	95	23.45
q82	525.13	0	525.13	0.00052513	0.83	0.0018	15.26	190.17	0.00019017	0.81	0.0007	0.0025	0.008				0.0104	81	10.37
q83	268.745	1000	1268.745	0.00126875	0.83	0.0045	15.26	111.15	0.00011115	0.81	0.0004	0.0049	0.011				0.0161	–	16.06
q84	9640.8	4413.36	14054.16	0.01405416	0.83	0.0495	15.26	2880.45	0.00288045	0.81	0.0099	0.0594	0.009	0.139	0.063		0.1314	117–119–60	131.38
q85	1917.98	2030.22	3948.2	0.0039482	0.83	0.0139	15.26	1258.53	0.00125853	0.81	0.0043	0.0182	0.009				0.0272	131–89	27.21
q86	2039.66	2220.81	4260.47	0.00426047	0.83	0.0150	15.26	5220.96	0.00522096	0.81	0.0179	0.0329	0.026	0.004			0.0631	87	63.07
q87	872.54	504.49	1377.03	0.00137703	0.83	0.0048	15.26	442.5	0.0004425	0.81	0.0015	0.0064	0.154	0.063			0.1900	88	190.05
q88	524.31	89.1275	613.4375	0.00061344	0.83	0.0022	15.26	275.73	0.00027573	0.81	0.0009	0.0031	0.047	0.190	0.003		0.2436	89–131	243.59
q89	613.38	89.13	702.51	0.00070251	0.83	0.0025	15.26	326.9	0.0003269	0.81	0.0011	0.0036	0.014	0.122			0.1390	74	139.00
q90	89.13	614.92	704.05	0.00070405	0.83	0.0025	15.26	183.93	0.00018393	0.81	0.0006	0.0031					0.0031	88	3.11
q91	424.58	577.26	1001.84	0.00100184	0.83	0.0035	15.26	428.69	0.00042869	0.81	0.0015	0.0050	0.038	0.004			0.0473	88	47.33
q92	435.76	623.455	1059.215	0.00105922	0.83	0.0037	15.26	230.21	0.00023021	0.81	0.0008	0.0045	0.038	0.004			0.0468	96	46.85
q93	1365.225	1973.9125	3339.1375	0.00333914	0.83	0.0118	15.26	1075.97	0.00107597	0.81	0.0037	0.0155	0.019	0.010			0.0453	96	45.26
q94	623.455	466.18	1089.635	0.00108964	0.83	0.0038	15.26	556.93	0.00055693	0.81	0.0019	0.0058	0.025	0.046			0.0759	92–91	75.90
q95	221.4	233.09	454.49	0.00045449	0.83	0.0016	15.26	245.78	0.00024578	0.81	0.0008	0.0024	0.023	0.020			0.0455	94	45.51
q96	840.11	543.06	1383.17	0.00138317	0.83	0.0049	15.26	398.44	0.00039844	0.81	0.0014	0.0062	0.047	0.045	0.055		0.1537	87	153.68
q97	356.51	89.1275	445.6375	0.00044564	0.83	0.0016	15.26	227.6	0.0002276	0.81	0.0008	0.0024					0.0024	74	2.35
q98	930.8	821.54	1752.34	0.00175234	0.83	0.0062	15.26	749.45	0.00074945	0.81	0.0026	0.0087					0.0087	91–92	8.75

q99	2519.06	3444.6	5963.66	0.00596366	0.83	0.0210	15.26	1059.54	0.00105954	0.81	0.0036	0.0246					0.0246	94	24.64
q100	2335.58	2125.84	4461.42	0.00446142	0.83	0.0157	15.26	1135.43	0.00113543	0.81	0.0039	0.0196					0.0196	95	19.61
q101	1365.225	3799.785	5165.01	0.00516501	0.83	0.0182	15.26	333.81	0.00033381	0.81	0.0011	0.0193					0.0193	93	19.34
q102	1133.8025	792.71	1926.5125	0.00192651	0.83	0.0068	15.26	211.16	0.00021116	0.81	0.0007	0.0075	0.003				0.0105	93	10.47
q103	732.05	792.71	1524.76	0.00152476	0.83	0.0054	15.26	159.63	0.00015963	0.81	0.0005	0.0059					0.0059	105-102	5.92
q104	474.76	1464.1	1938.86	0.00193886	0.83	0.0068	15.26	417.67	0.00041767	0.81	0.0014	0.0083		0.015	0.004		0.0278	105	27.82
q105	2006.3425	1382.29	3388.6325	0.00338863	0.83	0.0119	15.26	445.11	0.00044511	0.81	0.0015	0.0135	0.028	0.003			0.0442	106	44.25
q106	2267.605	535.81	2803.415	0.00280342	0.83	0.0099	15.26	350.92	0.00035092	0.81	0.0012	0.0111	0.044				0.0553	96	55.33
q107	5534.685	2523.73	8058.415	0.00805842	0.83	0.0284	15.26	565.44	0.00056544	0.81	0.0019	0.0303					0.0303	113-104	30.32
q108	1099.81	935.585	2035.395	0.0020354	0.83	0.0072	15.26	513.45	0.00051345	0.81	0.0018	0.0089					0.0089	109	8.93
q109	1503.54	1879.57	3383.11	0.00338311	0.83	0.0119	15.26	795.83	0.00079583	0.81	0.0027	0.0146	0.009	0.005			0.0288	124	28.84
q110	1496.98	2662.82	4159.8	0.0041598	0.83	0.0146	15.26	1071.66	0.00107166	0.81	0.0037	0.0183					0.0183	126	18.33
q111	1331.41	643.88	1975.29	0.00197529	0.83	0.0070	15.26	535.17	0.00053517	0.81	0.0018	0.0088					0.0088	113-104	8.80
q112	935.585	394.66	1330.245	0.00133025	0.83	0.0047	15.26	167.35	0.00016735	0.81	0.0006	0.0053					0.0053	109	5.26
q113	1331.41	958.17	2289.58	0.00228958	0.83	0.0081	15.26	738.61	0.00073861	0.81	0.0025	0.0106	0.015	0.004			0.0302	114-120	30.16
q114	1331.41	504.46	1835.87	0.00183587	0.83	0.0065	15.26	307.5	0.0003075	0.81	0.0011	0.0075	0.015				0.0226	129	22.60
q115	504.49	872.54	1377.03	0.00137703	0.83	0.0048	15.26	402.34	0.00040234	0.81	0.0014	0.0062	0.020				0.0259	86	25.94
q116	1790.98	1236.69	3027.67	0.00302767	0.83	0.0107	15.26	908.57	0.00090857	0.81	0.0031	0.0138	0.004				0.0180	84-85	17.97
q117	0	2253.82	2253.82	0.00225382	0.83	0.0079	15.26	912.81	0.00091281	0.81	0.0031	0.0111	0.051	0.044			0.1057	-	105.73
q118	1790.25	2451.06	4241.31	0.00424131	0.83	0.0149	15.26	785.81	0.00078581	0.81	0.0027	0.0176	0.012	0.073			0.1017	119-117	101.73
q119	1193.59	0	1193.59	0.00119359	0.83	0.0042	15.26	436.34	0.00043634	0.81	0.0015	0.0057	0.051	0.044			0.1004	-	100.36
q120	504.49	702.09	1206.58	0.00120658	0.83	0.0042	15.26	108.59	0.00010859	0.81	0.0004	0.0046	0.015				0.0197	115	19.70
q121	504.49	563.15	1067.64	0.00106764	0.83	0.0038	15.26	1340.26	0.00134026	0.81	0.0046	0.0084					0.0084	86-116	8.37
q122	515.325	598.285	1113.61	0.00111361	0.83	0.0039	15.26	128.32	0.00012832	0.81	0.0004	0.0044					0.0044	-	4.36
q123	1430.41	0	1430.41	0.00143041	0.83	0.0050	15.26	673.82	0.00067382	0.81	0.0023	0.0074					0.0074	-	7.35
q124	1233.14	904.39	2137.53	0.00213753	0.83	0.0075	15.26	782.98	0.00078298	0.81	0.0027	0.0102	0.029				0.0391		39.06
q125	1608.98	1233.14	2842.12	0.00284212	0.83	0.0100	15.26	537.23	0.00053723	0.81	0.0018	0.0119					0.0119		11.86
q126	3217.95	2662.82	5880.77	0.00588077	0.83	0.0207	15.26	2144.52	0.00214452	0.81	0.0074	0.0281	0.018				0.0464	129	46.41
q127	1430.41	515.325	1945.735	0.00194574	0.83	0.0069	15.26	301.48	0.00030148	0.81	0.0010	0.0079					0.0079	-	7.89
q128	598.285	2133.261	2731.546	0.00273155	0.83	0.0096	15.26	563.02	0.00056302	0.81	0.0019	0.0116					0.0116	118	11.55
q129	334.97	0	334.97	0.00033497	0.83	0.0012	15.26	679.85	0.00067985	0.81	0.0023	0.0035	0.023	0.046			0.0725	118	72.53
q130	2413.14	0	2413.14	0.00241314	0.83	0.0085	15.26	1718.74	0.00171874	0.81	0.0059	0.0144	0.025	0.013	0.021	0.020	0.0932	1	93.21
q131	474.88	489.75	964.63	0.00096463	0.83	0.0034	15.26	138.29	0.00013829	0.81	0.0005	0.0039	0.014	0.122			0.1393	84	139.28
q132	270.4	77.9	348.3	0.0003483	0.83	0.0012	15.26	87.77	0.00008777	0.81	0.0003	0.0015	0.039				0.0403	-	40.34

4.4.5. CONCLUSIONES

- Se tomó los datos de la estación meteorológica de Cayaltí por ser la más cercana al lugar de estudio.
- Se obtuvo un tiempo de concentración de 13.87 min, cumpliendo con lo establecido en la norma OS.060 que recomienda un Tc no menor de 10 mm.
- Mediante la curva I.D.F. obtenemos una intensidad de 15.26 mm/hr con la que se calculó los caudales por vías.
- Se utilizó un periodo de retorno de 10 años por ser el más conservador en casos de sistema de drenaje pluvial urbano menor .
- Se obtuvo una precipitación de 35.36 mm mediante la Distribución Gumbel.
- Se calculó los caudales circulantes por cada calle, de los cuales se obtuvo un caudal de 304.70 lt/s en la Av, Polmalca, siendo este el de mayor magnitud.

4.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

El diseño de vías tiene por objetivo satisfacer los requisitos de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con su entorno, estética, economía y flexibilidad para prever posibles ampliaciones en el futuro.

CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VÍAL URBANO

Están clasificadas de la siguiente manera:

VÍAS COLECTORAS

Función

Tienen como función recolectar el tráfico de diferentes vías locales y pueden tener varios km de largo. Pueden servir como rutas de buses y para el movimiento de camiones. Los volúmenes de tráfico varían de 1000 a 8000 vpd [26]

Conjunto de vías que distribuyen el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible cruzar por las vías arteriales. Benefician el tránsito de paso, así como a las propiedades contiguas.” [12]

VÍAS ARTERIALES

Función

Corredores viales que dan paso al tránsito vehicular, con media o alta fluidez, fácil acceso y relativa integración con el uso del suelo adyacente. Si se considerara estas vías dentro del sistema de vías expresas permitirían una buena distribución del tráfico en las vías colectoras y locales. [21]

Las arteriales llevan tráfico hacia y desde las vías expresas y sirven para los movimientos principales dentro y a través de áreas metropolitanas no atendidas por las vías expresas. Las rutas de buses y camiones son usualmente por arteriales. Para propósito de diseño, se dividen en arteriales mayores y menores. Las menores soportan alrededor de 4000 a 15000 vpd, con 300 a 600 ADTT. Las arteriales mayores soportan alrededor de 4000 a 30000 vpd, con 700 a 1500 ADTT. [26]

VÍAS EXPRESAS

Función

Las vías expresas separan el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tráfico de alta velocidad, para viajes largos entre grandes áreas de vivienda, concentraciones industriales, comerciales y el área central. [12]

VÍAS LOCALES

Estas vías son llamadas calles y pasajes, por ellas transitan vehículos livianos, semipesados; en ellos está permitido el paso peatonal ilimitado. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. Estas vías son llamadas calles y pasajes, por ellas transitan vehículos livianos, semipesados; en ellos está permitido el paso peatonal ilimitado. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras. [12]

VÍAS DE DISEÑO ESPECIAL

- Vías peatonales
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías en túnel
- Vías de parques o plazas

4.5.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. [9]

Selección de la velocidad de diseño

Según el Manual de diseño Geométrico de Vías urbanas-2005-VCHI (Ing. Víctor Chávez Loaiza):

TABLA 58: VELOCIDAD DE DISEÑO

TIPO DE VÍA	Vd (Km/h)
Vías Expresas	80 - 100
Vías Arteriales	50 - 80
Vías Colectoras	40 - 60
Vías Locales	30 - 40

Fuente: “Manual de diseño geométrico de Vías urbanas -2005” (VCHI. S.A)

4.5.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las vías urbanas, son elementos clave en su definición geométrica.[9]

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, las características de los vehículos, obtenidas durante el conteo vehicular, se tomarán los que circulen en mayor volumen y tengan mayores dimensiones.

4.5.3. LONGITUD DE FRENADO

Tabla N° 59

LONGITUD NORMAL DE FRENADO

VELOCIDAD (KM/H)	40	60	80	100	120	140
LONGITUD (M)	15	35	60	105	170	250

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Distancia De Visibilidad De Parada

Es la distancia que recorre un vehículo desde el momento en el que logra observar una situación de riesgo hasta que el conductor logra detenerlo.

TABLA 60

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA EN TERRENOS PLANOS

Velocidad De Diseño (km/h)	DISTANCIA (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	169
100	205
110	247
120	286

Fuente: “Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005” (VCHI. S.A).

4.5.4. ALINEAMIENTO VERTICALES

Perfil Longitudinal.

Es una línea determinada que muestra el plano vertical del terreno, conteniendo el eje de la obra y sus variaciones de altura e inclinación de la vía. Los principales criterios a tomar en cuenta en el diseño son: [9]

Pendiente mínima: Se toma en el punto bajo del sitio que da hacia la viabilidad precedida por problemas de drenaje, es así que si el bombeo de la calzada es de por lo menos 2% se puede permitir una pendiente mínima de 0.3%, para casos de bombeo menor, usar como pendiente mínima 0.5%. [9]

Pendiente máxima: En la construcción de una pendiente en vías urbanas se debe tener en cuenta el análisis de costos y efectos de la misma en la operación vehicular”. Su usará curvas verticales en pendientes de diferencia existente mayor a 0.5% cuando el parámetro del diseño geométrico de la vía es 50km/h. [9]

TABLA 61:
PENDIENTES MÁXIMAS

TIPO DE VÍA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente: “Manual de diseño geométrico de vías urbanas -2005” (VCHI. S.A)

En proyecto en mención, presenta un terreno ondulado, con ciertas variaciones de pendientes en casi todas las calles, y según el tipo de vía tenemos colectoras y en su mayoría locales por lo cual, las pendientes máximas deben tener un porcentaje entre 8% y 10%, siempre que se garantice un drenaje superficial adecuado.

4.5.5. LONGITUD DE FRENADO

Este parámetro es un componente fundamental para definir las distancias mínimas de visibilidad que se necesitan en el trazado de las vías.

Tabla N° 62

LONGITUD NORMAL DE FRENADO

VELOCIDAD (Km/h)	40	60	80	100	120	140
LONGITUD (m)	15	35	60	105	170	250

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.6. VISIBILIDAD

De la visibilidad depende la seguridad en una vía, ya que a través de ella el conductor tomará una acción precisa como la detención, el sobrepaso o el cambio de velocidad. En conclusión, cuando se usa el término visibilidad nos referimos a una distancia a través de la cual no existen obstáculos que nublen la visión del conductor. [9]

VISIBILIDAD DE PARADA

Distancia recorrida del vehículo desde que logra ver un obstáculo, lo que motiva al conductor hacer la detención del mismo. [9]

TABLA N°63

DISTANCIA DE VELOCIDAD DE PARADA EN TERRENOS PLANOS

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/hr)	DISTANCIA (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	169
100	205
110	247
120	286

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.7. SECCIÓN TRANSVERSAL

Números de carriles y ancho de calzadas:

El ancho aconsejable de los carriles de circulación vial será según la velocidad de diseño adoptada y tipo de vía, aunque no siempre será posible que los diseños se realicen en condiciones ideales. [9]

TABLA N°64

ANCHO DE CARRILES

CLASIFICACION DE VIAS	Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Minimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Ancho Minimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts)	
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
ARTERIAL		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
EXPRESA		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Diseño Geométrico de Vías Urbanas

En el presente proyecto se considerará un ancho mínimo de carril de 3.00 m a 3.30 m, según la clasificación de sus vías, de esta manera se debe tener en

consideración de diseño de 2 carriles para las calles en las cuales la topografía de la vía lo permita.

4.5.8. Bombeo

Es la convexidad dada a la sección transversal de una vía para facilitar el drenaje de las aguas superficiales. [26]

Pendiente trasversal contada a partir del eje de la pista con que termina una superficie de rodadura vehicular, se expresa en porcentaje. [8]

TABLA 65. BOMBEO DE CALZADA

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: “Manual de diseño geométrico de carreteras del Perú”-2013

4.5.9. BERMAS O ESTACIONAMIENTOS

Son franjas emplazadas hacia uno o ambos lados de las calzadas cuya función básica es disponer suficiente espacio, fuera de la calzada de circulación, para que los vehículos, por razones de emergencia, puedan salir de la corriente normal del tráfico sin causar perjuicio en el nivel de operación de la vía. [26]

TABLA 66. ANCHO DE ESTACIONAMIENTO, VEREDAS Y CALZADAS.

	TIPO DE HABILITACION			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
VIAS LOCALES SECUNDARIAS				
ACERAS O VEREDAS	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.70	3.00	3.60	3.00

Fuente: Norma GH. 020 – RNE

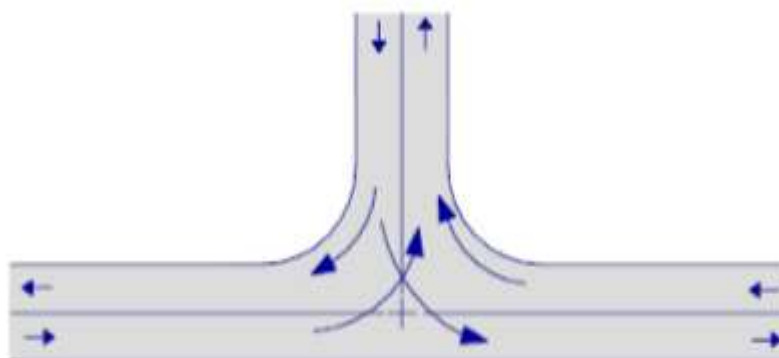
4.5.10. SARDINELES

Los sardineles permiten que los vehículos circulen solamente en las calzadas, y que los peatones se sientan seguros en las veredas, bermas centrales o islas de canalización, cuyas áreas son realizadas altiméricamente. [12]

4.5.11. INTERSECCIONES

Las intersecciones son cruces de vías al mismo nivel que incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el intercambio de caminos.[12]

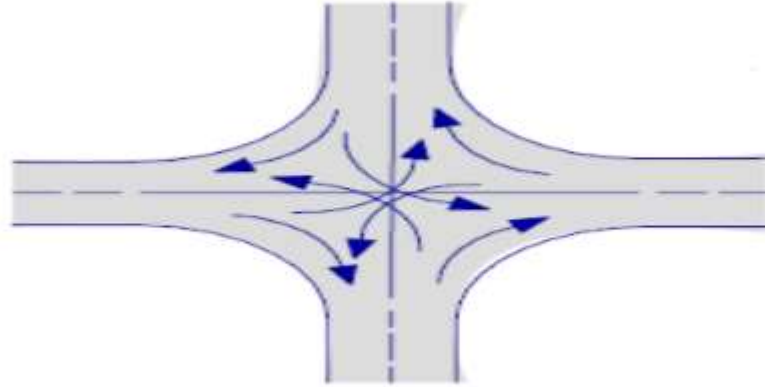
Intersecciones de 3 Ramas



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías

Intersecciones de 4 Ramas:

Los tipos más comunes de intersecciones de 4 ramas se muestran en los esquemas siguientes. Se puede notar que siempre estas intersecciones se asemejan a una cruz.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

4.5.12. RESULTADOS

La siguiente tabla muestra el resumen de los valores para el diseño geométrico de las vías del centro poblado Saltur.

TABLA N°67
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE DISEÑO

PARAMETROS DE DISEÑO		
	AV. POMALCA	CALLES EN GENERAL
VELOCIDAD DE DISEÑO (KM/H)	60	40
VEHÍCULO DE DISEÑO	C3	C2
LONGITUD DE FRENADO(m)	35	15
VISIBILIDAD DE PARADA (M)	85	45
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	De acuerdo a la lotización existente	
PENDIENTES		
Pendientes máximas para terreno ondulado		
Vía colectora	8%	
Vía local		10%
Pendientes mínimas	0.30%	
SECCIONES TRANSVERSALES		
ANCHO RECOMENDABLE		
Local		3 m
Colectoras	3.3 m	
DOS CARRILES SI LA CONFIGURACIÓN LO PERMITE		
Bombeo	2%	
Peralte	4%	
Bermas o estacionamientos	1.5 m	
VEREDAS		
Ancho recomendable	1.20 m	
Ancho mínimo	0.50 m	
Bombeo hacia las pistas	2% - 4 %	

4.6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

4.6.1. PAVIMENTO

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura. [12]

- **Terreno de Fundación o Sub-rasante:** Aquel que sirve de fundación al pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que, una vez compactado, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño.

Según (EG-2000, MTC). La Sub rasante es “el nivel superior de la plataforma de una carretera”, donde se coloca la estructura del pavimento.

De su capacidad de soporte depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Se debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible y sustituirse éste por un suelo de mejor calidad.
- Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub-base de material seleccionado antes de poner la base.
- Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la subbase, si el terreno de fundación es excelente, podría prescindirse de la sub-base y base

- **Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito. [12]

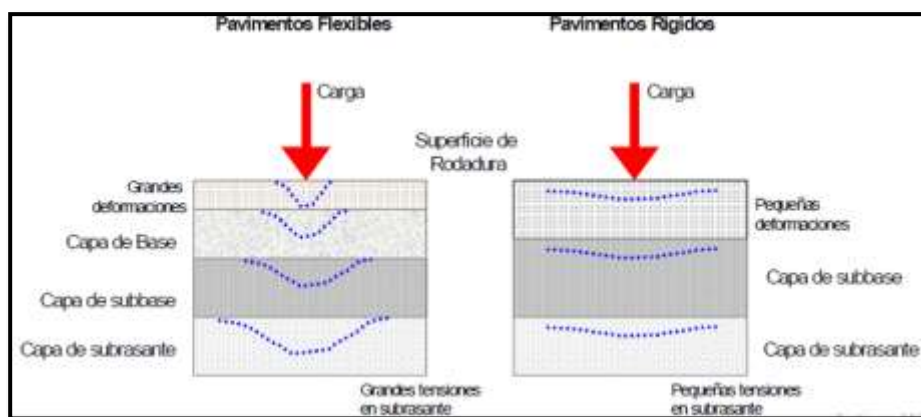
- **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

- El porcentaje de desgaste, según el ensayo "Los Ángeles", debe ser inferior a 50%.
- La fracción del material que pase por el tamiz N° 40, ha de tener un L. L. menor del 25% y un I.P. inferior a 6
- La fracción que pasa el tamiz N° 200, no podrá exceder del 50% y en ningún caso de las 2/3 partes de la fracción que pasa el tamiz N° 40.
- El C.B.R. tiene que ser superior a 50%.

- **Subbase:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

Tienen por objeto:

- Servir de capa de drenaje al pavimento.
- Controlar o eliminar en lo posible, los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante.
- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas o de otras fuentes.
- El material de la sub-base, debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado.
- El material ha de tener las características de un suelo A1 o A2, aproximadamente. Su L.L. debe ser inferior a 35% y su I.P. no mayor de 6. El C.B.R. no podrá bajar de 15%.
- La función principal de la sub-base es servir de capa de drenaje, por lo tanto, el material a usarse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz N° 200, no ha de ser mayor del 8%.



4.6.2. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

- **CBR de la sub-rasante**

Se identificarán cinco categorías de subrasante que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 68.
CATEGORÍA DE SUBRASANTE SEGÚN EL VALOR DEL CBR

CATEGORÍA DE SUB-RASANTE	CBR
S0 : SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1 : SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2 : SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6 - 10%
S3 : SUBRASANTE BUENA	CBR = 11 - 19%
S4 : SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%

Fuente: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización. [13]

Periodo de diseño

También llamado período de análisis es análogo al término "vida de diseño" usado por los diseñadores en el pasado. Debido a la consideración del período máximo de comportamiento, puede ser necesario considerar y planificar una construcción por etapas (es decir, una estructura de pavimento seguida por una o más operaciones de rehabilitación) para alcanzar el período de análisis deseado. [13]

- **Trafico vial**

Se deberá determinar el volumen de Ejes Equivalentes (EE) que deberá soportar el afirmado, durante el periodo de diseño escogido.

- **Condiciones climáticas y drenaje**

La temperatura afectará las propiedades de fluencia del concreto asfáltico; los esfuerzos térmicos inducidos en el concreto asfáltico; la expansión y contracción del concreto de cemento portland; y el hielo y deshielo del terreno de fundación. [13]

La temperatura y la humedad diferencial entre la parte superior y el fondo de las losas de concreto, en los pavimentos de concreto con juntas, crea un curvado hacia arriba y una flexión de los extremos de las losas, lo cual puede traer como consecuencia el bombeo y deterioro estructural de las secciones no drenadas. [13]

Es muy importante el drenaje en el diseño de los pavimentos ya que este exceso de agua combinada con volúmenes y cargas de tráfico crecientes, han llevado a menudo al destrozo prematuro de la estructura del pavimento.

- **Materiales disponibles**

Se escogerá el diseño del afirmado, entre las alternativas del catálogo adjunto, que corresponda a una solución que, en razón de los materiales y la tecnología disponibles, signifique un menor costo de construcción.

- **Tipo de pavimento a usarse**

El diseño dependerá del tipo de pavimento que se quiera utilizar, ya que para cada una de estas se toman diferentes parámetros.

En el siguiente cuadro se muestra los requisitos mínimos según la norma técnica peruana para los diferentes tipos de vías.

TABLA 69.

REQUISITOS MINIMOS PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Fuente: Norma Técnica Peruana C.E. 010 Pavimentos Urbanos.

Elemento		Tipo de pavimento		
		Flexible	Rigido	Adoquines
Sub - rasante		95 % de compactación:		
		Suelos Granulares - Proctor Modificado		
		Suelos Cohesivos - Proctor Estandar		
		Espesor compactado:		
		≥ 250 mm - Vías locales y colectoras		
		≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Sub - base		CBR ≥ 40%	CBR ≥ 30%	
Base		CBR ≥ 80%	No aplicable	CBR ≥ 80%
Imprimacion/Capa de apoyo		Penetracion de la imprimacion ≥ 5mm	No aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No recomendable
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No recomendable
Material		Concreto asfaltico	MR ≥ 34 kg/cm ² (3,4 Mpa)	f'c ≥ 380 kg/cm ² (38 Mpa)

4.6.3. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías [12]:

- Pavimento de concreto simple con juntas
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Para este proyecto se diseñará el pavimento rígido Mediante la Metodología AASHTO

4.6.3.1. MÉTODO AASHTO

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y

con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño. [12]

Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado. [12]

El procedimiento de diseño es realizar tanteos sobre el espesor de pavimento, calcular los ejes equivalentes y evaluar todos los factores adicionales de diseño. [12]

A. ECUACIÓN DE DISEÑO

La fórmula general de la AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, es la siguiente

$$\log_{10} W_{18} = Zr + So + 7.35 \cdot \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \left[\frac{1.624 \cdot 10^7}{(D + 1)^{0.46}} \right]} + (4.22 - 0.32 \cdot Pt) + \log_{10} \left[\frac{Sc \cdot Cd \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{K} \right)^{0.25}} \right]} \right]$$

Dónde:

W18= Número previsto de aplicaciones de carga de eje simple equivalente de 18000lb (18 kips).

Zr= Desviación Estándar Normal

So= Error Estándar Combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento de la estructura.

D= Espesor de la Losa del Pavimento en pulgadas.

Δ PSI= Diferencia entre el Índice de serviciabilidad Inicial de diseño Po y el Índice de Serviciabilidad Terminal de Diseño Pt.

S'c= Módulo de Ruptura en psi.

J= Coeficiente de Transferencia de Carga.

Cd= Coeficiente de Drenaje.

Ec= Módulo de Elasticidad del Concreto en psi.

K= Módulo de Reacción de la Sub-rasante en psi.

B. SERVICIABILIDAD

Este parámetro sintetiza el criterio de diseño AASHTO: Servicio, o serviciabilidad. AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros: índice de servicio inicial (Pi) e índice de servicio final o Terminal (Pt). En la ecuación se ingresa la diferencia entre los valores de serviciabilidad inicial y final, determinándose una variación o diferencial entre ambos índices (Δ PSI). [12] El procedimiento de Diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de Serviciabilidad (Δ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de eje. Entre mayor sea Δ PSI, mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Dónde:

Po = Serviciabilidad inicial.

Pt = Serviciabilidad final.

TABLA 70. VALORES DE PSI Y CALIFICACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD

PSI	Calificación
0,0	Intransitable
0,1 - 1,0	Muy malo
1,1 - 2,0	Malo
2,1 - 3,0	Regular
3,1 - 4,0	Bueno
4,1 - 4,9	Muy bueno
5,0	Excelente

Fuente: Norma Técnica CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS – RNE

pt	Tipo de Vía
3,00	Expresas
2,50	Arteriales
2,25	Colectoras
2,00	Locales y estacionamientos

Serviciabilidad inicial:

Es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo.

- Para este proyecto se utilizará $P_o = 4.5$ según recomendación de AASHTO para un Pavimento de concreto.

Serviciabilidad final:

Tiene que ver con la calificación que esperamos que tenga el pavimento al final de su útil.

TABLA 71. INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (pt)

Fuente: Norma Técnica CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS – RNE

- En el presente Proyecto, se considera usar: $\Delta PSI = 2.25$ y $P_t = 2.00$ relativamente según la clasificación del tipo de vía.

C. TRAFICO

El método AASHTO utiliza en su formulación el número de carga por ejes, número de aplicaciones y configuración de ejes que se transforman en ejes de pesos normales a ejes equivalentes de 18 kips (8.2 ton) también conocidos como ESAL'S. [12]

Para el proyecto en mención se obtuvo un ESAL DE:

- **Transito Av. Pomalca:**

ESAL= 194412

- **Transito Calles**

ESAL= 50022, pero se tomará un ESAL mínimo de 100000

D. TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos de concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras. [12]

Sus valores dependen del tipo de pavimento de concreto a construir, la existencia o no de berma lateral y su tipo, la existencia o no de dispositivos de transmisión de cargas. [12]

El método AASHTO considera la transferencia de cargas mediante el factor de transferencia de cargas (J). La efectividad de la transferencia de cargas entre losas adyacentes depende de la cantidad de tráfico, de la utilización de pasajuntas, y del soporte lateral de las losas. [12]

TABLA 72.

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

BERMA	ASFALTO		PPC unido	
	SI	NO	SI	NO
Dispositivos de Transferencia de Carga				
TIPO DE PAVIMENTO				
Simple con juntas y Reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
CRCP (Pavimento de Concreto Continuamente Reforzado)	2.9-3.2	N/A	2.3-2.9	N/A

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos – 1993.

- Para este proyecto se diseñará un pavimento de concreto simple, correspondiendo al intervalo de 2.5 a 3.1, por lo que se adopta un valor promedio: $J = 2.8$

E. PROPIEDADES DEL CONCRETO:

Módulo de Ruptura (MR)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93. El módulo de rotura (MR) esta normalizado por ASTM C – 78. En el ensayo el concreto es muestreado en vigas. A los 28 días las vigas deberán ser ensayadas aplicando cargas en los tercios, y forzando la falla en el tercio central de la viga. [12]

TABLA 73

MÓDULOS DE RUPTURA RECOMENDADOS

TIPO DE PAVIMENTO	MR recomendado	
	Kg/cm ²	PSI
Autopistas	48.0	628.7
Carreteras	48.0	628.7
Zonas Industriales	45.0	640.1
Urbanas Principales	45.0	640.1
Urbanas Secundarias	42.0	597.4

Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos – German Vivar Romero.

- Para este proyecto tomaremos como $M_r = 597.4$ psi, ya que consideraremos un diseño para pavimento de zonas urbanas secundarias.

Módulo de Elasticidad (E_c)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotracción, a través de correlaciones establecidas. [12]

$$E_c = 5700(f'c)^{0.5}$$

Donde:

E_c = modulo elástico del PCC (en psi)

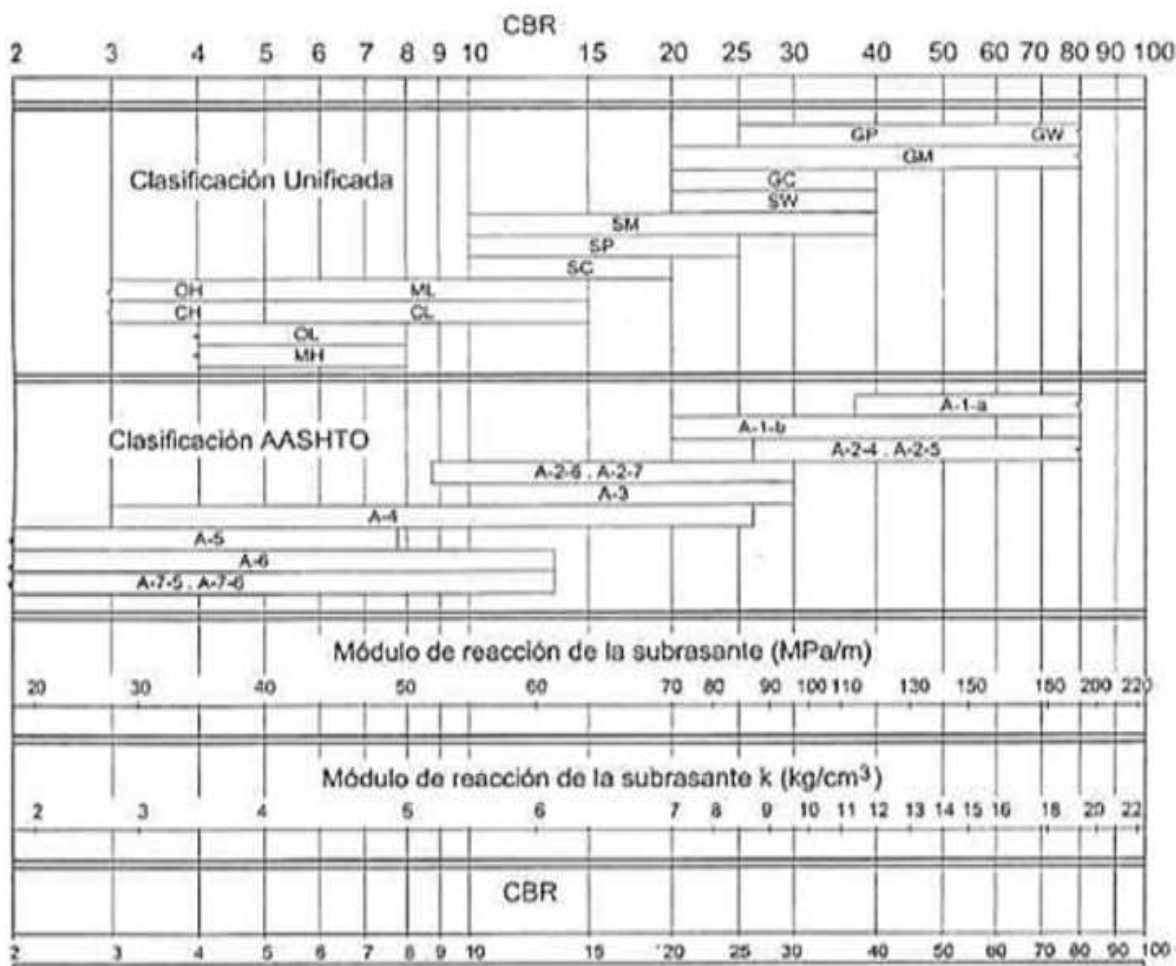
F'_c = resistencia compresiva del PCC (en psi)

- Para este proyecto tenemos un $E_c = 3.11 \times 10^6$ psi.

F. MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO

El módulo de reacción se calcula por medio de la siguiente imagen la cual se utilizan correlaciones directas que nos permiten encontrar el coeficiente de reacción K en relación de la clasificación de suelos y el CBR. [12]

CORRELACIÓN CBR Y MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUB-RASANTE



Fuente: Manual de carreteras, suelos, geotecnia y pavimentos

- Para este proyecto se tomará un CBR de 8.2 % según el resultados de los ensayos efectuados para las calles, dándonos como valor un módulo de reacción de la sub-rasante (K) de $5.2 \text{ Kg/cm}^3 = 52 \text{ MPa/m} = 187.98 \text{ PCI}$, y para la Av. Pomalca un CBR de 18.8% dándonos un (K) de $6.8 \text{ Kg/cm}^3 = 68 \text{ MPa/m} = 245.82 \text{ PCI}$

G. DRENAJE (CD)

La metodología de diseño AASHTO 93 incorpora el coeficiente de drenaje (Cd) para considerarlo en el diseño. [12]

El coeficiente de drenaje Cd varía entre **0.70** y **1.25**, según las condiciones antes mencionadas. Un Cd alto implica un buen drenaje y esto favorece a la estructura, reduciendo el espesor de concreto a calcular. Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas granulares asumido, fue de 1.00. [12]

- Para este proyecto se considerará el promedio de $Cd=1.10$.

H. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)

Se define como el error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento. Es un factor estadístico que determina el comportamiento de los pavimentos., El rango típico sugerido por AASHTO está

comprendido entre $0.30 < So < 0.40$, en el presente Manual se recomienda un $So = 0.35$. [12]

- Para este proyecto se considerará el $So=0.35$

I. LA CONFIABILIDAD “R

El concepto de confiabilidad ha sido incorporado con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales, procesos constructivos y de supervisión que hacen que pavimentos contruidos de la “misma forma” presenten comportamientos de deterioro diferentes. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad, que equivale a incrementar en una proporción el tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño, siguiendo conceptos estadísticos que consideran una distribución normal de las variables involucradas. [12]

TABLA N°74
NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS PARA VARIAS
CLASIFICACIONES FUNCIONALES

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO (%)	
	URBANO	RURAL
Interestatal y otras vías	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuentes: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

- Para este proyecto se considerará el factor $R=90\%$ para la Av. Pomalva y $R=70\%$ para el resto de calles.

J. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r):

TABLA 75.

VALORES RECOMENDADOS DE NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR) PARA UNA SOLA ETAPA DE 20 AÑOS SEGÚN RANGO DE TRÁFICO

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}	>30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Guía AASHTO'93

- Para este proyecto se considerará el valor $Z_r = -1.282$ para la Av. Pomalva y $Z_r = -0.524$ para el resto de calles.

SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Para calcular el espesor de la losa de concreto se utilizó la carta de Diseño para Pavimentos Rígidos, de la guía de Diseño AASHTO de pavimentos rígidos.

TABLA N° 76

RESUMEN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR

	AV. POMALCA	CALLES
Modulo de reacción de suelo (K)	245.82 PCI (6.8 Kg/cm ³)	187.98 PCI (5.2 kg/cm ³)
Módulo de Elasticidad (Ec)	3.11x10 ⁶ psi, (219023.53 kg/cm ²)	3.11x10 ⁶ psi, (219023.53 kg/cm ²)
Modulo de ruptura (Mr)	597.4 psi, (42.04 kg/cm ²)	597.4 psi, (42.04 kg/cm ²)
Transferencia de carga (J)	2.8	2.8
Coef. De drenaje (Cd)	1.1	1.1
Servicialidad inicial (Po)	4.5	4.5
Servicialidad final (Pt)	2.25	2
Servicialidad (PSI)	2.5	2.5
Confiabledad [®]	90%	70%
Desviación estandar normal (Zr)	-1.282	-0.524
Desviación estandar (So)	0.35	0.35
ESAL de diseño	194412	100000

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO PARA LA AV. POMALCA

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento <input type="radio"/> Flexible <input checked="" type="radio"/> Rígido	Confiabilidad (R) y desviación estándar (So) 90 % Zr = - 1.282 So 0.35	Serviciabilidades inicial y final PSI inicial 4.5 PSI final 2.25	Tránsito de diseño W18 194412
--	--	--	----------------------------------

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in)	245.82	Ver Guía AASHTO para su obtención	Diseñar
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	3115246.8	¿Ec/Sc?	Ver informe
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	597.4		Espesor de losa D (plg) 2.19
Coefficiente de transmisión de carga - J	2.8	J	D redondeado (plg) 5.00 (mínimo)
Coefficiente de drenaje - Cd	1.10	Cd	W18 real 6.32E+00E

D W18

Quitar el control de variables

Fuente: Cálculo del espesor de Losa de Concreto. Programa: Ecuación
AASHTO 93

CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO PARA LA CALLES

Fuente: Cálculo del espesor de Losa de Concreto. Programa: Ecuación
AASHTO 93

* Según la Noma Técnica CE 010 – Pavimentos Urbanos, indica 15 cm como mínimo de espesor de losa para pavimentos rígidos. Por lo tanto, se optará los siguientes valores:

Losa de concreto = 6” = 15 cm

También tomaremos el valor para la sub-base = 6” = 15cm

4.6.3.2. JUNTAS

El objetivo de las juntas es controlar la fisuración y agrietamiento que sufre la losa del pavimento debido a la contracción propia del concreto por pérdida de humedad, así como a las variaciones de temperatura que sufre la losa por su exposición al medioambiente, y el gradiente de temperatura existente desde la superficie hasta la subbase.[12]

Las juntas tienen las siguientes funciones:

Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal · Dividir el pavimento en secciones adecuadas para el proceso constructivo y acordes con las direcciones de tránsito · Permitir el movimiento y alabeo de las losas · Proveer la caja para el material de sello · Permitir la transferencia de carga entre las losas. [12]

Los diferentes tipos de juntas pueden agruparse en:

- Juntas longitudinales
- Juntas transversales

Las juntas longitudinales son las que delimitan los carriles que serán por donde transitarán los vehículos. [12]

Las juntas transversales están dispuestas en sentido perpendicular a las longitudinales. [12]

TABLA N° 77
ESPACIAMIENTO DE JUNTAS

Espesor de Pavimento	Espaciamiento de Juntas*
5 in. (125 mm)	3,00 – 3,80 m
6 in. (150 mm)	3,70 – 4,60 m
7 in. (175 mm)	4,30 – 4,60 m
8 in. (200 mm) o más	4,60 m

Fuente: Norma CE 010 – Pavimentos Urbanos

4.6.4. DISEÑO DE VEREDAS O ACERAS

Parte de la vía urbana ubicada entre la pista y el límite de la propiedad, destinada al uso peatonal. Pueden ser de concreto simples, asfalto, adoquines, o cualquier otro material. [26]

Para el diseño de veredas se tomó en cuentas las siguientes consideraciones según la norma del R.N.E

- El espesor mínimo de la losa de concreto será de 4", con un ancho recomendable de 1.20 m y mínimo absoluto de 0.5 m.

- El bombeo tendrá un valor de 2 – 4 % para así tener una evacuación de las aguas pluviales.
- En este presente trabajo se tomará en cuenta una resistencia mínima de 175 kg/cm², para asegurar una adecuada durabilidad. •

Debemos tomar en cuenta realizar una junta de dilatación cada 6m., con un ancho de 3/4", para así luego impermeabilizar con un material asfáltico.

- La rasante de la vereda quedara 10 cm. Sobre la rasante de la vía
 - ✓ En este proyecto se tomará en cuenta una resistencia mínima de 175 kg/cm², para asegurar una adecuada durabilidad y los anchos establecidos de acuerdo al tipo de vías según la siguiente tabla.

TABLA N° 81
ANCHO DE VEREDAS

	TIPO DE HABILITACION			
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES				
ACERAS O VEREDAS	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
VIAS LOCALES ECUNDARIAS				
ACERAS O VEREDAS	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS	2.70	3.00	3.60	3.00

FUENTE: NORMA GH. 020 COMPONENTES DE DISEÑO URBANO

4.7. DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL

Según la Norma **OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO**, determina que El término drenaje se aplica al proceso de remover el exceso de agua para prevenir el inconveniente público y la vida.

En un área no desarrollada el drenaje escurre en forma natural como parte del ciclo hidrológico. Este sistema de drenaje natural no es estático, pero está constantemente cambiando con el entorno y las condiciones físicas. [8]

El desarrollo de un área interfiere con la habilidad de la naturaleza para acomodarse a tormentas severas sin causar daño significativo y el sistema de drenaje hecho por el hombre se hace necesario. [8]

Un sistema de drenaje puede ser clasificado de acuerdo a las siguientes categorías. [8]

A.- Sistemas de Drenaje Urbano

B.- Sistemas de Drenaje de Terrenos Agrícolas

C.- Sistemas de Drenaje de Carreteras y

D.- Sistemas de Drenaje de Aeropuertos,

El drenaje Urbano, tiene por objetivo el manejo racional del agua de lluvia en las ciudades, para evitar daños en las edificaciones y obras públicas (pistas, redes de agua, redes eléctricas, etc.), así como la acumulación del agua que pueda constituir focos de contaminación y/o transmisión de enfermedades. [8]

ESTUDIOS BASICOS

En todo proyecto de drenaje urbano se debe ejecutar, sin carácter limitativo los siguientes estudios de:

- a) Topografía.
- b) Hidrología.
- c) Suelos.
- d) Hidráulica.
- e) Impacto Ambiental.

- f) Compatibilidad de uso.
- g) Evaluación económica de operación y mantenimiento.

CONSIDERACIONES DEL CAUDAL DE DISEÑO

a) Los caudales para sistemas de drenaje urbano menor deberán ser calculados:

1. Por el Método Racional si el área de la cuenca es igual o menor a 13 Km².
2. Por el Método de Hidrograma Unitario o Modelos de Simulación para área de cuencas mayores de 13 Km².

b) El período de retorno deberá considerarse de 2 a 10 años.

• En este proyecto contamos con un A=0.46 km² de la zona del proyecto menor a 13 km², por lo que utilizaremos el método racional para el cálculo de caudal.

MÉTODO RACIONAL

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km². Considerar que la duración de P es igual a tc. [7]

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión: [7]

$$Q = 0,278 CIA$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²).

- Se procedió a calcular el caudal para cada vía de circulación de acuerdo a la distribución de su área tributaria. Los caudales obtenidos han sido comparados con los máximos que pudiesen circular por las vías, respecto a la sección de estas.

Luego de determinar la capacidad máxima del caudal por secciones de vías que soporta cada calle del centro poblado Saltur, se procedió a descartar el uso de canaletas en las cuadras que soportan el caudal del flujo por la sección de la misma.

Luego de este análisis se procedió a realizar el diseño de las canaletas de las cuadras que no cumplen con la evacuación de las aguas debido a sus características de diseño, ocasionando daños por el caudal que fluye en cada una.

DRENAJE SUPERFICIAL POR SECCIÓN DE VÍA

La norma OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO, recomienda utilizar la siguiente fórmula para el cálculo de la capacidad máxima del Caudal por sección de vía que puede fluir por cada calle.

$$Q = 315 \frac{Z}{n} S^{0.5} Y^{8/3} \left(\frac{Z}{1 + \sqrt{1 + Z^2}} \right)^{2/3}$$

Donde:

Z = Pendiente transversal (1/z)

n = Coeficiente de rugosidad Manning (n=0.016) Pavimento de Concreto

S = Pendiente longitudinal (m/m)

Y = Tirante (m)

Q = Caudal (m³/s)

Finalmente, si el caudal que fluye por cada calle es mayor a la capacidad máxima del caudal por sección de vía se procederá a realizar el diseño de las canaletas correspondientemente.

DRENAJE SUPERFICIAL CON CANALETAS

Velocidad en los canales

Para el cálculo de la velocidad en las canaletas tenemos la siguiente fórmula:

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

Donde

V= Velocidad en m/s

n= Coeficiente de rugosidad Manning

R= Radio hidráulico es (A/P) mojado m.

S= Pendiente de la línea de carga m/m.

Para el diseño se tomará n= 0.011 según nos indica la norma

CAUDAL EN LAS CANALETAS

El caudal que soporta cada canaleta se calcula con la ecuación de la continuidad mediante la siguiente fórmula:

$$Q = V * A$$

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad de flujo (m/s)

A = Área de la sección hidráulica (m²)

De acuerdo al estudio topográfico realizado en el centro poblado de Saltur, el terreno de la zona presenta buenas características para el escurrimiento de las aguas de lluvia con su misma pendiente en la mayoría de calles, influenciando positivamente en el diseño del drenaje superficial de la ciudad.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

TABLA N°78

CAPACIDAD MÁXIMA DEL CAUDAL POR SECCIONES DE VÍAS

CAPACIDAD MAXIMA DEL CAUDAL POR SECCIONES DE VIAS											
Caudal N°	Pendiente	Ancho de Vía (m)	Altura (m)	Area (m ²)	Perimetro (m)	Radio Hidraulico	Rugosidad (n)	V (m/s)	Qmax = VxA (m ³ /s)	Qcirc. (m ³ /s)	CORRECTO
q1	0.002	8.00	0.05	0.40	8.05	0.050	0.016	0.34	0.1354	0.3047	NO PASA
q2	0.004	8.00	0.05	0.40	16.10	0.025	0.016	0.32	0.1267	0.1274	NO PASA
q3	0.002	8.00	0.08	0.60	16.15	0.037	0.016	0.35	0.2071	0.1918	PASA
q4	0.0005	8.00	0.10	0.80	8.10	0.099	0.016	0.30	0.2389	0.1832	PASA
q5	0.000	8.00	0.09	0.72	16.18	0.044	0.016	0.28	0.2043	0.1662	PASA
q6	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.48	0.1439	0.0033	PASA
q7	0.002	6.00	0.08	0.48	12.16	0.039	0.016	0.35	0.1695	0.1582	PASA
q8	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.43	0.1304	0.0054	PASA
q9	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.50	0.1496	0.0032	PASA
q10	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.49	0.1461	0.0040	PASA
q11	0.001	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	0.28	0.1669	0.1460	PASA
q12	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.48	0.1446	0.0076	PASA
q13	0.004	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.35	0.1045	0.0130	PASA
q14	0.000	6.00	0.90	5.40	13.80	0.391	0.016	0.53	2.8508	0.1097	PASA
q15	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.48	0.1450	0.0738	PASA
q16	0.004	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.34	0.1010	0.0569	PASA
q17	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.31	0.0930	0.0743	PASA
q18	0.001	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.20	0.0614	0.0157	PASA
q19	0.001	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.18	0.0533	0.0116	PASA
q20	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.31	0.0940	0.0035	PASA
q21	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.30	0.0894	0.0197	PASA
q22	0.001	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.14	0.0406	0.0347	PASA
q23	0.014	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.63	0.1885	0.0253	PASA
q24	0.005	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.39	0.1177	0.0026	PASA
q25	0.017	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.69	0.2059	0.0155	PASA
q26	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.51	0.1520	0.0264	PASA
q27	0.013	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.60	0.1794	0.0237	PASA
q28	0.020	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.74	0.2231	0.0215	PASA
q29	0.005	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.36	0.1089	0.0227	PASA
q30	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.46	0.1376	0.0201	PASA
q31	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.43	0.1297	0.0163	PASA
q32	0.004	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.35	0.1050	0.0125	PASA
q33	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.50	0.1485	0.0202	PASA
q34	0.010	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.54	0.1607	0.0206	PASA
q35	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.28	0.0851	0.0195	PASA
q36	0.005	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.38	0.1153	0.0237	PASA
q37	0.020	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.75	0.2255	0.0200	PASA
q38	0.022	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.79	0.2385	0.0115	PASA
q39	0.025	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.83	0.2497	0.0087	PASA
q40	0.012	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.59	0.1755	0.0543	PASA
q41	0.018	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.14	0.6836	0.0335	PASA
q42	0.020	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.18	0.7076	0.0332	PASA
q43	0.022	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.78	0.2355	0.0408	PASA

q44	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.81	0.2431	0.0231	PASA
q45	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.51	0.1536	0.0106	PASA
q46	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.28	0.0854	0.0292	PASA
q47	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.44	0.1324	0.0184	PASA
q48	0.010	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.54	0.1629	0.0279	PASA
q49	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.49	0.1455	0.0097	PASA
q50	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.29	0.0864	0.0195	PASA
q51	0.005	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.38	0.1136	0.0137	PASA
q52	0.007	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	0.68	0.4088	0.1991	PASA
q53	0.031	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.93	0.2790	0.0067	PASA
q54	0.013	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.60	0.1794	0.0776	PASA
q55	0.014	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.63	0.1883	0.0721	PASA
q56	0.005	6.00	0.07	0.42	12.14	0.035	0.016	0.49	0.2058	0.1364	PASA
q57	0.034	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.99	0.2956	0.0520	PASA
q58	0.012	10.00	0.10	1.00	20.20	0.050	0.016	0.91	0.9132	0.0074	PASA
q59	0.003	10.00	0.10	1.00	20.20	0.050	0.016	0.47	0.4658	0.1379	PASA
q60	0.007	10.00	0.10	1.00	20.20	0.050	0.016	0.72	0.7208	0.1327	PASA
q61	0.007	10.00	0.10	1.00	20.20	0.050	0.016	0.72	0.7210	0.0101	PASA
q62	0.000	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.10	0.0294	0.0092	PASA
q63	0.024	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.29	0.7733	0.0804	PASA
q64	0.001	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	0.27	0.1640	0.0988	PASA
q65	0.041	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.08	0.3247	0.0135	PASA
q66	0.037	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.61	0.9642	0.1157	PASA
q67	0.080	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.50	0.4497	0.0112	PASA
q68	0.036	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.60	0.9575	0.0311	PASA
q69	0.045	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	1.78	1.0662	0.0033	PASA
q70	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.50	0.1500	0.0073	PASA
q71	0.050	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.19	0.3567	0.0073	PASA
q72	0.161	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	2.13	0.6388	0.0167	PASA
q73	0.103	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.71	0.5125	0.0072	PASA
q74	0.014	5.50	0.10	0.55	11.20	0.049	0.016	1.00	0.5487	0.1530	PASA
q75	0.010	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	0.85	0.5104	0.0134	PASA
q76	0.018	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.72	0.2159	0.0075	PASA
q77	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.29	0.0859	0.0046	PASA
q78	0.013	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.61	0.1832	0.0112	PASA
q79	0.045	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.12	0.3375	0.0157	PASA
q80	0.031	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.94	0.2828	0.0044	PASA
q81	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.45	0.1344	0.0234	PASA
q82	0.008	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.48	0.1443	0.0104	PASA
q83	0.012	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.57	0.1725	0.0161	PASA
q84	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.31	0.0925	0.1314	NO PASA
q85	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.27	0.0803	0.0272	PASA
q86	0.002	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.22	0.0667	0.0631	PASA
q87	0.001	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.18	0.0536	0.1900	NO PASA
q88	0.014	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.62	0.1854	0.2436	NO PASA
q89	0.008	6.00	0.04	0.24	12.08	0.020	0.016	0.42	0.1003	0.1390	NO PASA
q90	0.005	6.00	0.10	0.60	12.20	0.049	0.016	0.61	0.3662	0.0031	PASA
q91	0.043	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.10	0.3300	0.0473	PASA
q92	0.018	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.71	0.2127	0.0468	PASA
q93	0.026	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.86	0.2586	0.0453	PASA
q94	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.80	0.2410	0.0759	PASA
q95	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.81	0.2438	0.0455	PASA
q96	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.80	0.2415	0.1537	PASA
q97	0.027	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.88	0.2634	0.0024	PASA
q98	0.016	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.68	0.2028	0.0087	PASA

q99	0.025	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.84	0.2513	0.0246	PASA
q100	0.034	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.98	0.2944	0.0196	PASA
q101	0.046	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.13	0.3401	0.0193	PASA
q102	0.034	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.97	0.2923	0.0105	PASA
q103	0.041	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.07	0.3213	0.0059	PASA
q104	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.43	0.1285	0.0278	PASA
q105	0.019	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.74	0.2217	0.0442	PASA
q106	0.028	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.89	0.2684	0.0553	PASA
q107	0.022	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.79	0.2381	0.0303	PASA
q108	0.011	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.56	0.1671	0.0089	PASA
q109	0.024	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.83	0.2480	0.0288	PASA
q110	0.033	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.97	0.2914	0.0183	PASA
q111	0.026	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.86	0.2574	0.0088	PASA
q112	0.006	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.43	0.1279	0.0053	PASA
q113	0.021	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.76	0.2292	0.0302	PASA
q114	0.043	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.11	0.3319	0.0226	PASA
q115	0.027	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.88	0.2633	0.0259	PASA
q116	0.016	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.68	0.2043	0.0180	PASA
q117	0.010	6.00	0.03	0.18	12.06	0.015	0.016	0.37	0.0672	0.1057	NO PASA
q118	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.80	0.2404	0.1017	PASA
q119	0.005	6.00	0.07	0.42	12.14	0.035	0.016	0.45	0.1877	0.1004	PASA
q120	0.044	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	1.12	0.3360	0.0197	PASA
q121	0.001	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.20	0.0596	0.0084	PASA
q122	0.034	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.98	0.2948	0.0044	PASA
q123	0.000	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.11	0.0340	0.0074	PASA
q124	0.026	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.86	0.2574	0.0391	PASA
q125	0.023	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.81	0.2430	0.0119	PASA
q126	0.007	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.44	0.1334	0.0464	PASA
q127	0.029	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.91	0.2719	0.0079	PASA
q128	0.009	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.51	0.1540	0.0116	PASA
q129	0.024	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.82	0.2452	0.0725	PASA
q130	0.012	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.58	0.1729	0.0932	PASA
q131	0.008	6.00	0.04	0.24	12.08	0.020	0.016	0.42	0.1006	0.1393	NO PASA
q132	0.003	6.00	0.05	0.30	12.10	0.025	0.016	0.31	0.0938	0.0403	PASA

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 79

DISEÑO DE CANALETAS

DISEÑO DE CANALETAS											Caudal N°
Q circ	Pendiente	Rugosidad (n)	Ancho de Seccion (b)	Tirante (Y)	Area (m2)	Perimetro (m)	Radio Hidraulico	V (m/s)	Qmax (m3)	CORRECTO	
0.3047	1.30%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	3.271	0.3271	PASA	q1
0.1274	0.51%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.049	0.2049	PASA	q2
0.1314	0.51%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.049	0.2049	PASA	q84
0.1900	0.51%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.049	0.2049	PASA	q87
0.2436	1.35%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	3.336	0.3336	PASA	q88
0.1390	0.83%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.615	0.2615	PASA	q89
0.1057	0.97%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.829	0.2829	PASA	q117
0.1393	0.84%	0.012	0.2	0.25	0.05	0.70	0.071	2.623	0.2623	PASA	q131

Fuente: Elaboración propia

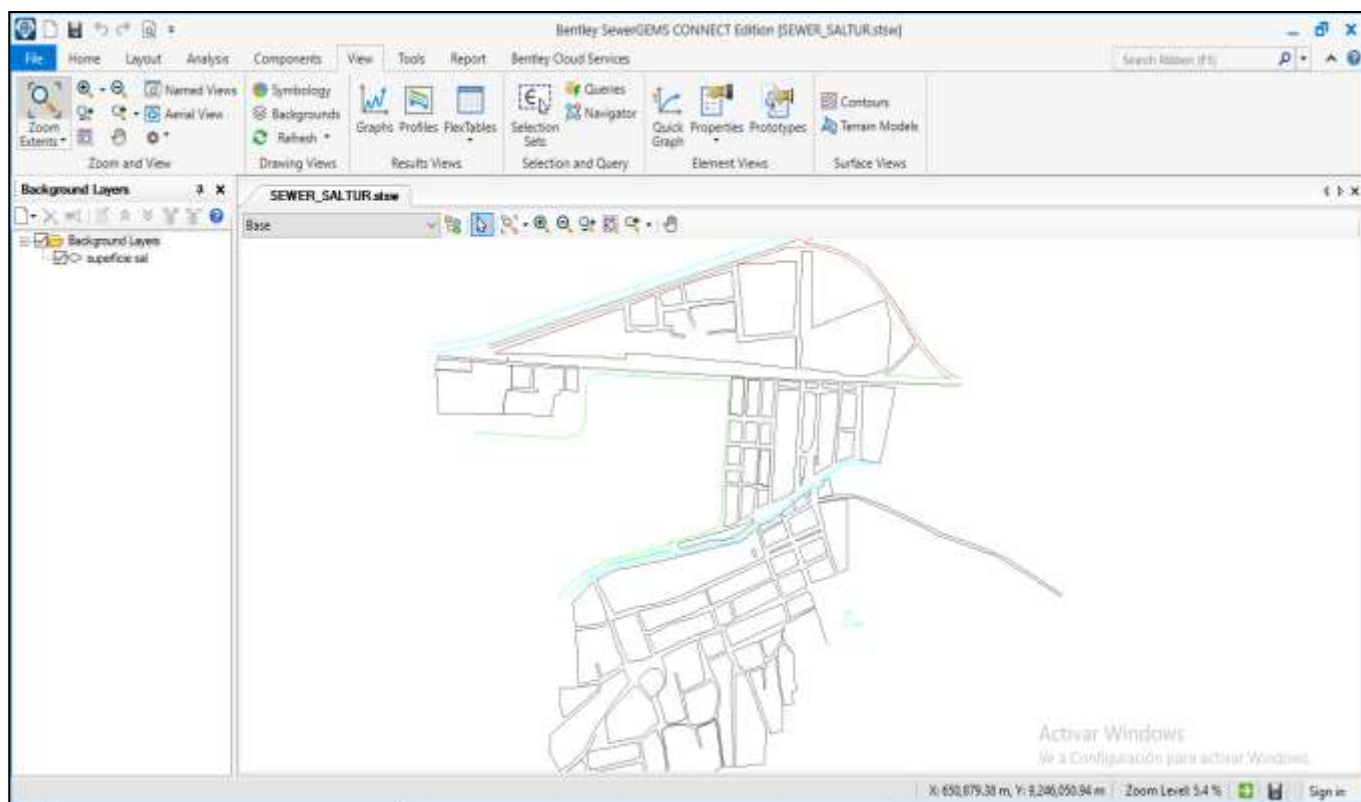
4.8. DRENAJE PLUVIAL CON EL PROGRAMA SEWER GEMS

4.8.1. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL EN EL PROGRAMA

- Como primer paso se procede a cargar el plano del levantamiento topográfico y posteriormente el plano de curvas de nivel del área del proyecto donde se realizará el drenaje pluvial. El programa permite agregar el plano de curvas de nivel en formato xml, y para la distribución de áreas de viviendas y vías de circulación en formato dxf.

IMAGEN N° 8

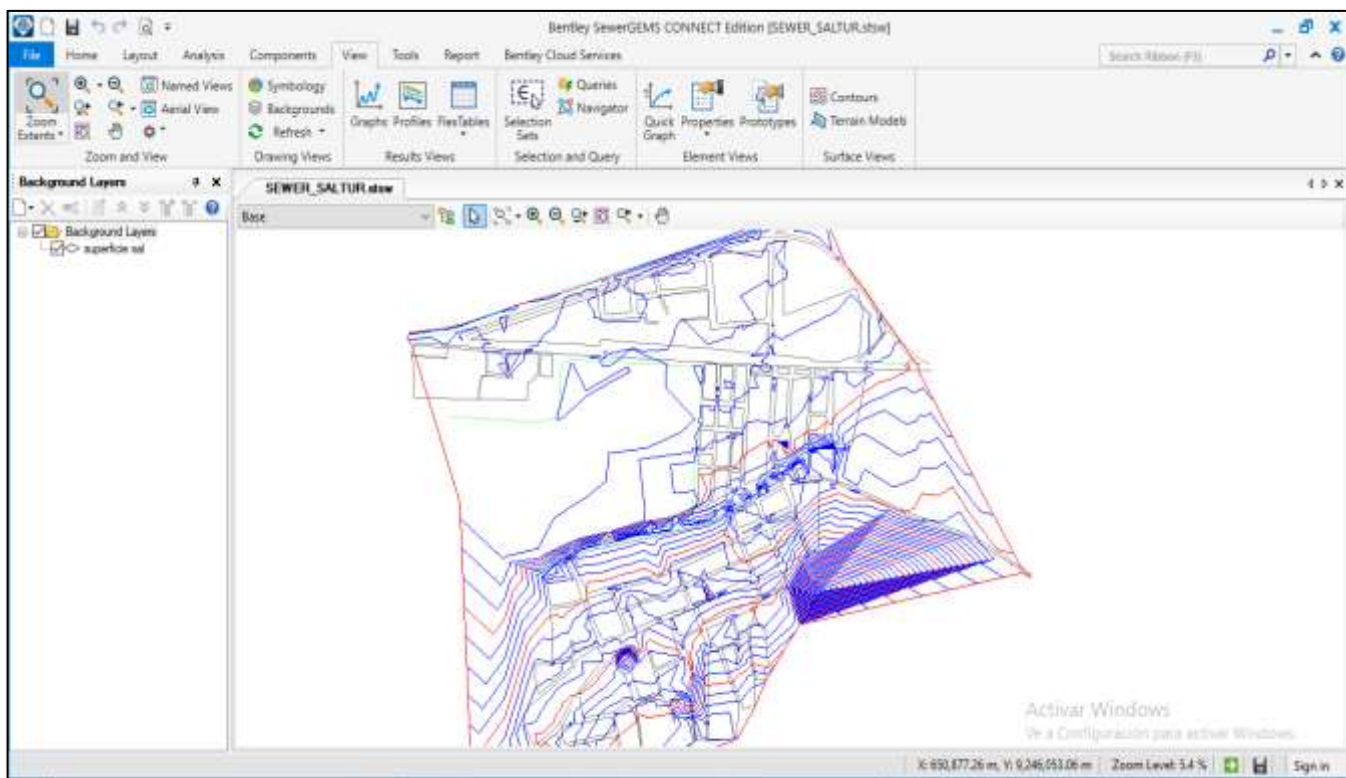
INGRESO AL PROGRAMA DEL PLANO TOPOGRÁFICO DE MANZANO DEL AREA DE PROYECTO



Fuente: Elaboración propia.

IMAGEN N° 9

INGRESO AL PROGRAMA DE LAS CURVAS DE NIVEL EN AREA DE PROYECTO



Fuente: Elaboración propia

- Luego se procedió a definir el material de los elementos a utilizar, e ingresar los diámetros de las tuberías con los que se va a trabajar. Para este proyecto se utilizó Tuberías de PVC-U UNIÓN FLEXIBLE PARA SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO según NTP ISO 4435.

DIÁMETRO DE TUBERÍAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO

TUBOS DE PVC-U UNIÓN FLEXIBLE PARA SISTEMAS DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO
NTP ISO 4435



Diámetro Exterior Nominal D1(mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro Interior (mm.)	Longitud Útil (mts.)	Peso por tubo aprox. (kg.)
SDR 51 - SN2 (S-25)				
160	3.20	153.60	5.83	14.84
200	3.90	192.20	5.82	22.28
250	4.90	240.20	5.79	34.80
315	6.20	302.60	5.77	55.54
355	7.00	341.00	5.75	70.13
400	7.90	384.40	5.73	89.10
450	8.80	432.40	5.76	111.60
500	9.80	480.40	5.74	137.92
630	12.30	605.40	5.73	218.07

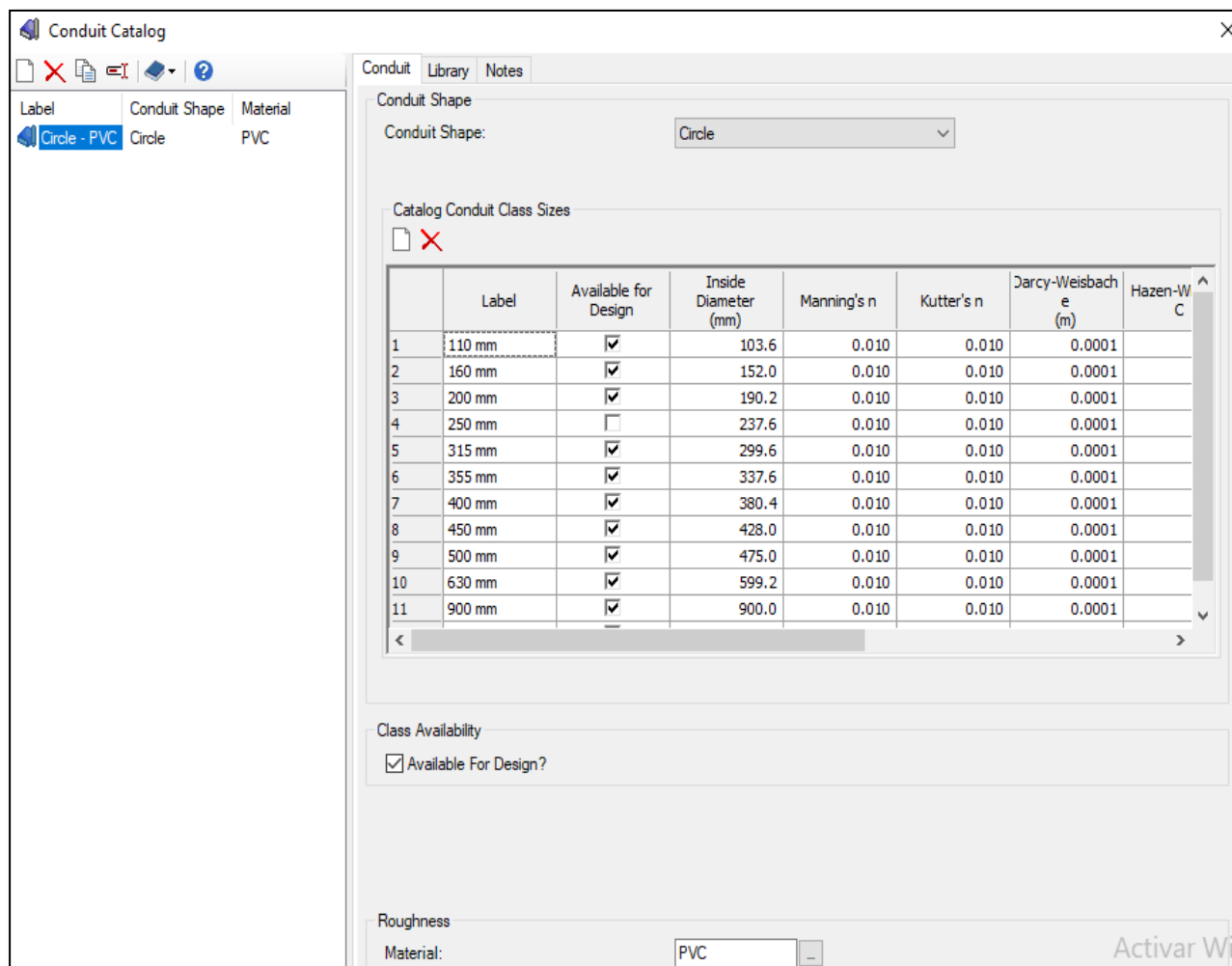


Diámetro Exterior Nominal D1(mm.)	Espesor (mm.)	Diámetro Interior (mm.)	Longitud Útil (mts.)	Peso por tubo aprox. (kg.)
SDR 41 - SN4 (S-20)				
110	3.20	103.60	5.85	10.10
160	4.00	152.00	5.83	18.14
200	4.90	190.20	5.82	27.69
250	6.20	237.60	5.79	43.83
315	7.70	299.60	5.77	68.14
355	8.70	337.60	5.75	86.63
400	9.80	380.40	5.73	109.75
450	11.00	428.00	5.74	143.52
500	12.30	475.40	5.73	172.12
630	15.40	599.20	5.72	270.95

Fuente: catálogo de infraestructura Unión Flexible y unión Rieber(JEI)

IMAGEN N° 10

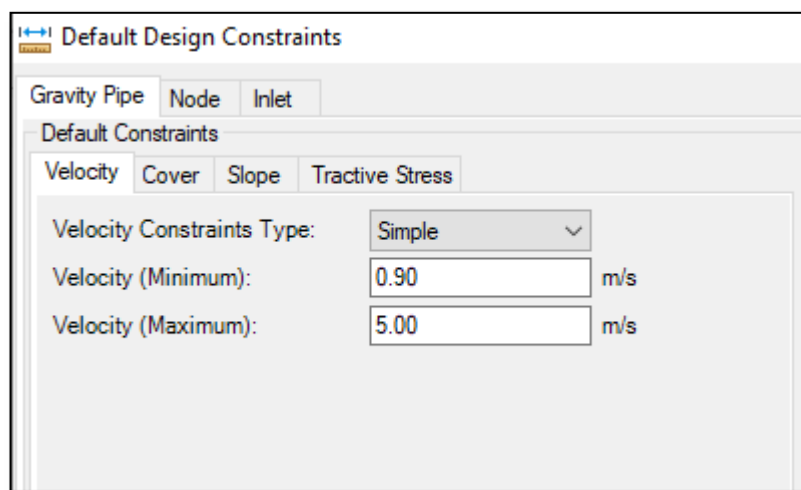
DIÁMETRO DE TUBERÍAS INGRESADOS AL PROGRAMA



Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a definir los parámetros de diseño según la NORMA OS.060 DRENAJE PLUVIAL URBANO.

IMAGEN N° 11
PARÁMETROS DE DISEÑO UTILIZADOS EN EL PROGRAMA

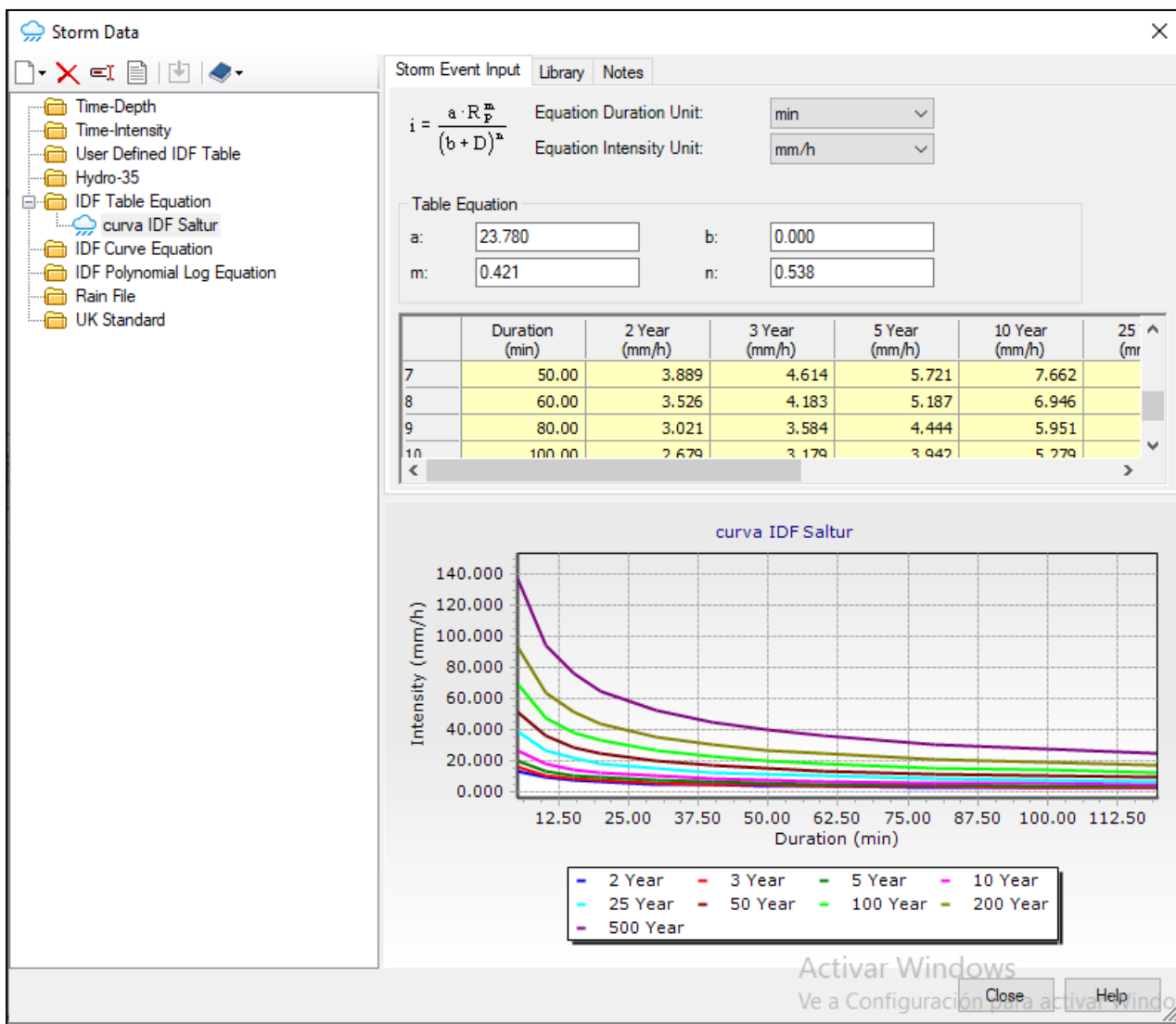


Fuente: Elaboración propia.

- CURVA IDF (INTENSIDAD- DURACIÓN- FRECUENCIA): Se procedió a ingresar los cálculos hidrológicos que se realizaron previamente mediante el método racional en excel con la finalidad de calcular la curva IDF para posteriormente ingresarla al programa.

IMAGEN N° 12

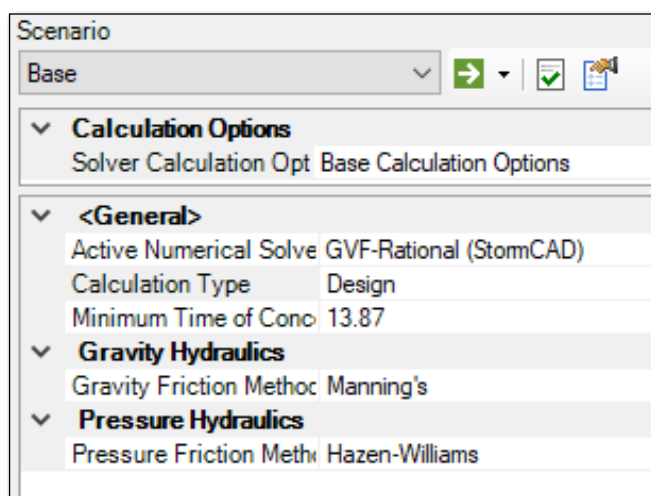
CURVA IDF MEDIANTE EL PROGRAMA SEWER GEMS



Fuente: Elaboración propia.

IMAGEN N° 13

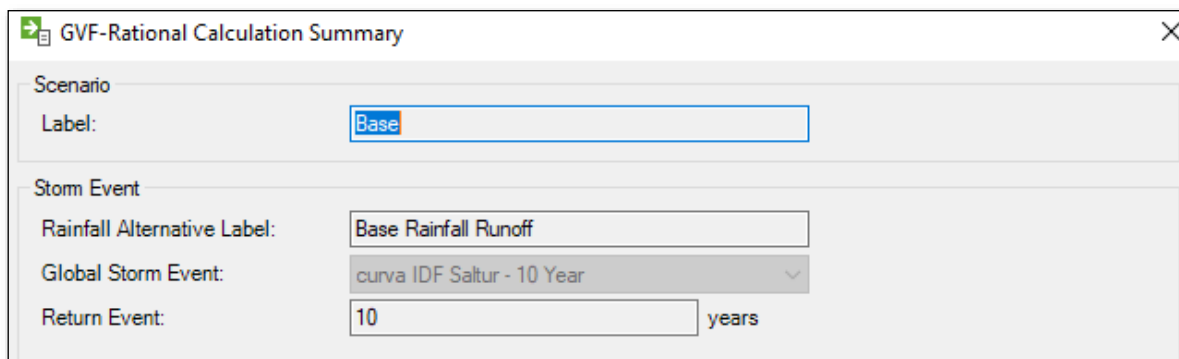
MODELO MATEMÁTICO CON EL QUE TRABAJARÁ EL PROGRAMA



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 14

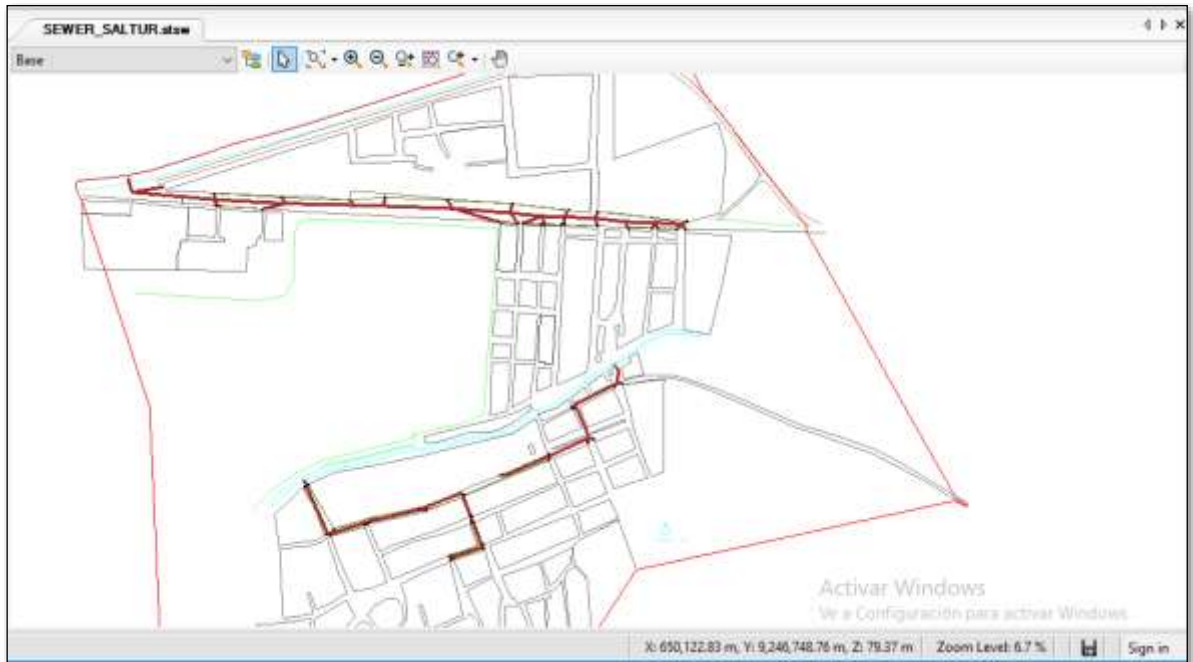
MODELO MATEMÁTICO CON EL QUE TRABAJARÁ EL PROGRAMA



Fuente: Elaboración propia

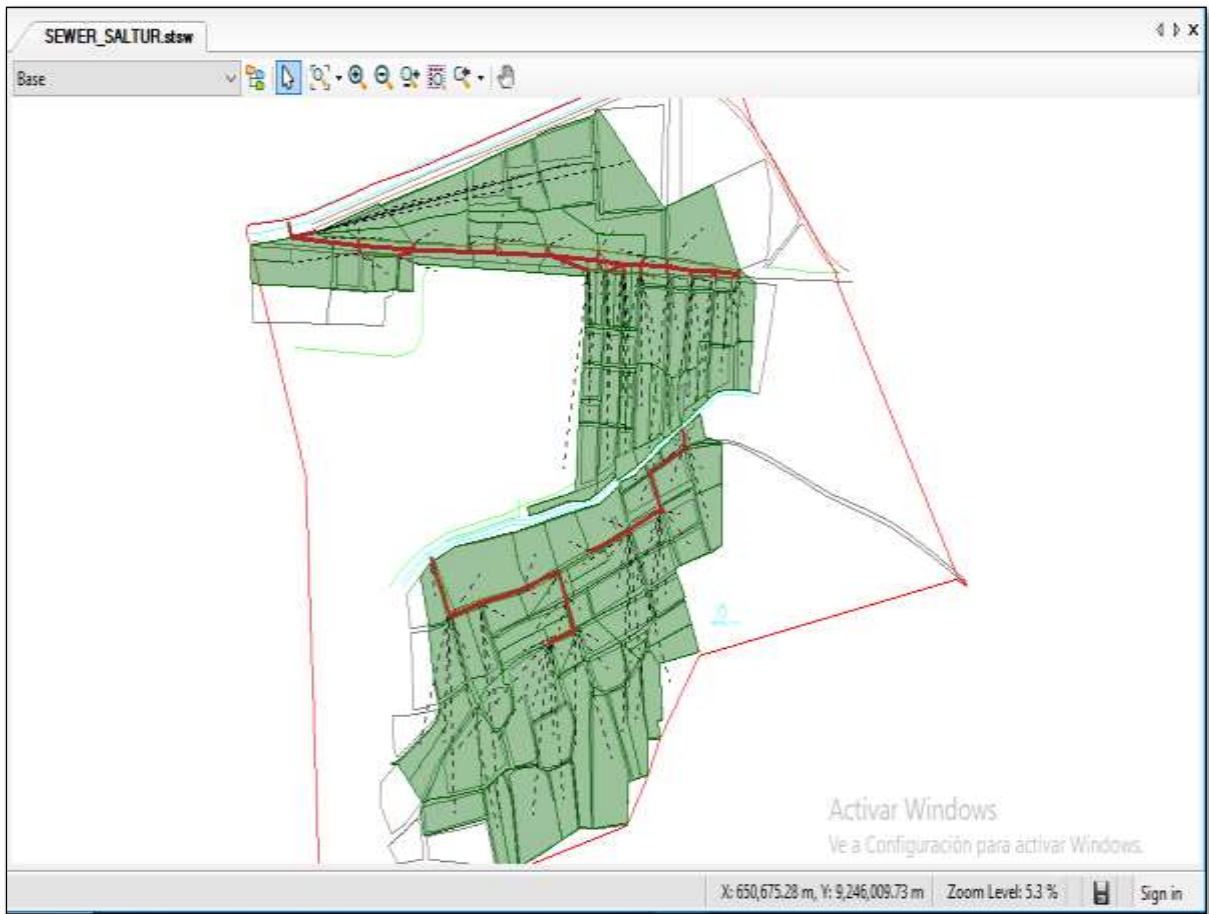
IMAGEN N° 15

**TUBERÍAS, BUZONES, CANALETAS Y SUMIDEROS PARA EL DISEÑO DEL
DRENAJE PLUVIAL**



Fuente: Elaboración propia

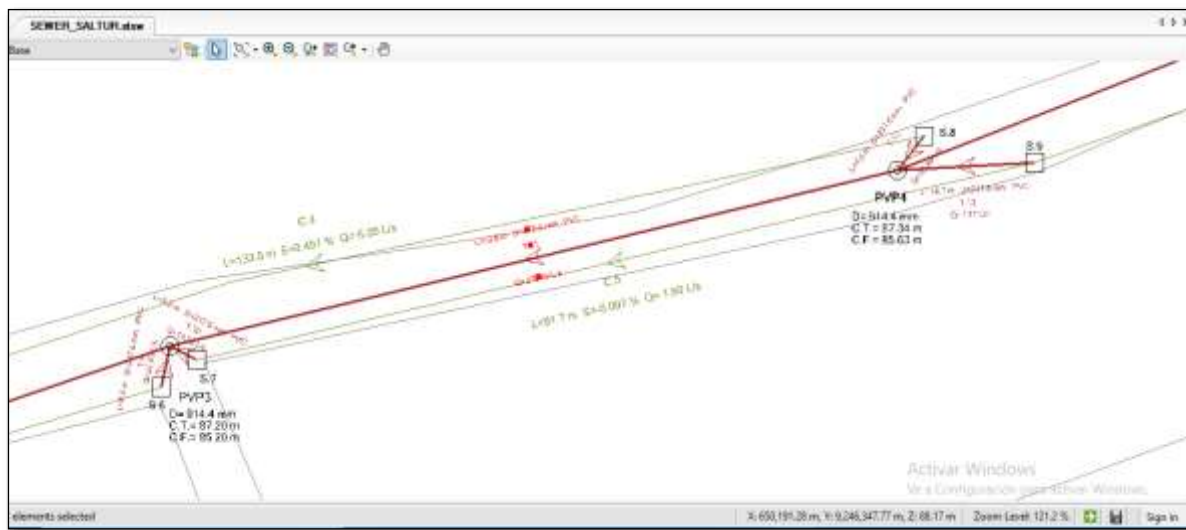
- Luego de tener todo el trazado de los elementos necesarios para el modelamiento del drenaje pluvial, se realizó el trazado de las áreas tributarias, con el fin de calcular el aporte de caudal de cada uno de ellas hacia los sumideros y posteriormente a las tuberías colectoras.

IMAGEN N° 16**TRAZADO DE AREAS TRIBUTARIAS SEGÚN SU APORTE DE CAUDAL.**

Fuente: Elaboración propia

- Una vez definido todos los parámetros necesarios para el modelamiento se procede a ejecutar mediante el comando COMPUTAR.

IMAGEN N° 17
RESULTADOS DEL DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL.

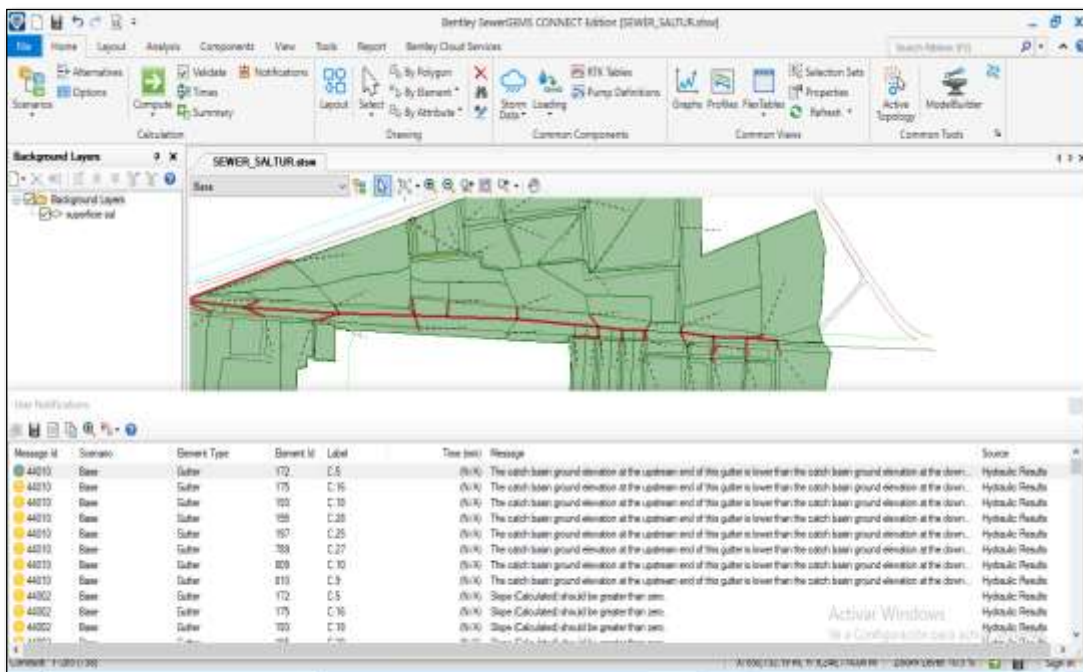


Fuente: Elaboración propia

4.8.2. ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y CORECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.

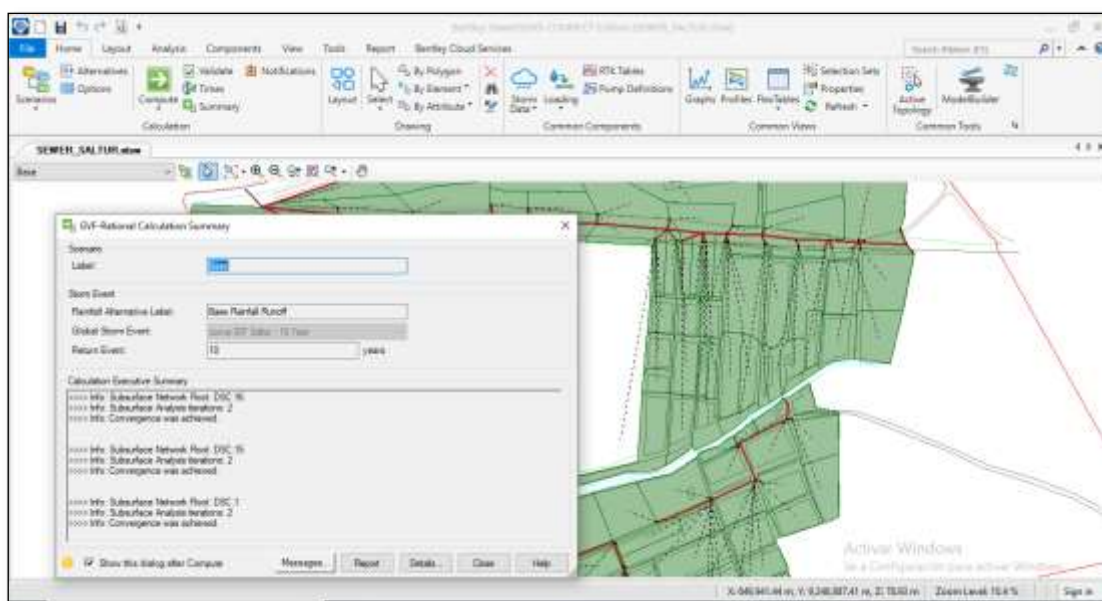
- Luego de que el programa nos da los resultados iniciales, nos presenta una serie de conflictos en nuestro diseño, como tuberías con el diámetro menor a lo necesario, buzones con alturas mayores a 3m. Estos conflictos son resueltos manualmente, y luego para volver a ejecutar el diseño en el programa, cambiamos la opción diseño con la que se estaba trabajando inicialmente para diseñar el drenaje, y seleccionamos la opción de analizar para que los cambios realizados se mantengan.

IMAGEN N° 79
NOTIFICACIONES PRESENTADAS POR EL PROGRAMA EN EL
MODELAMIENTO INICIAL



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 18
CORRECCIÓN Y ANALISIS FINAL

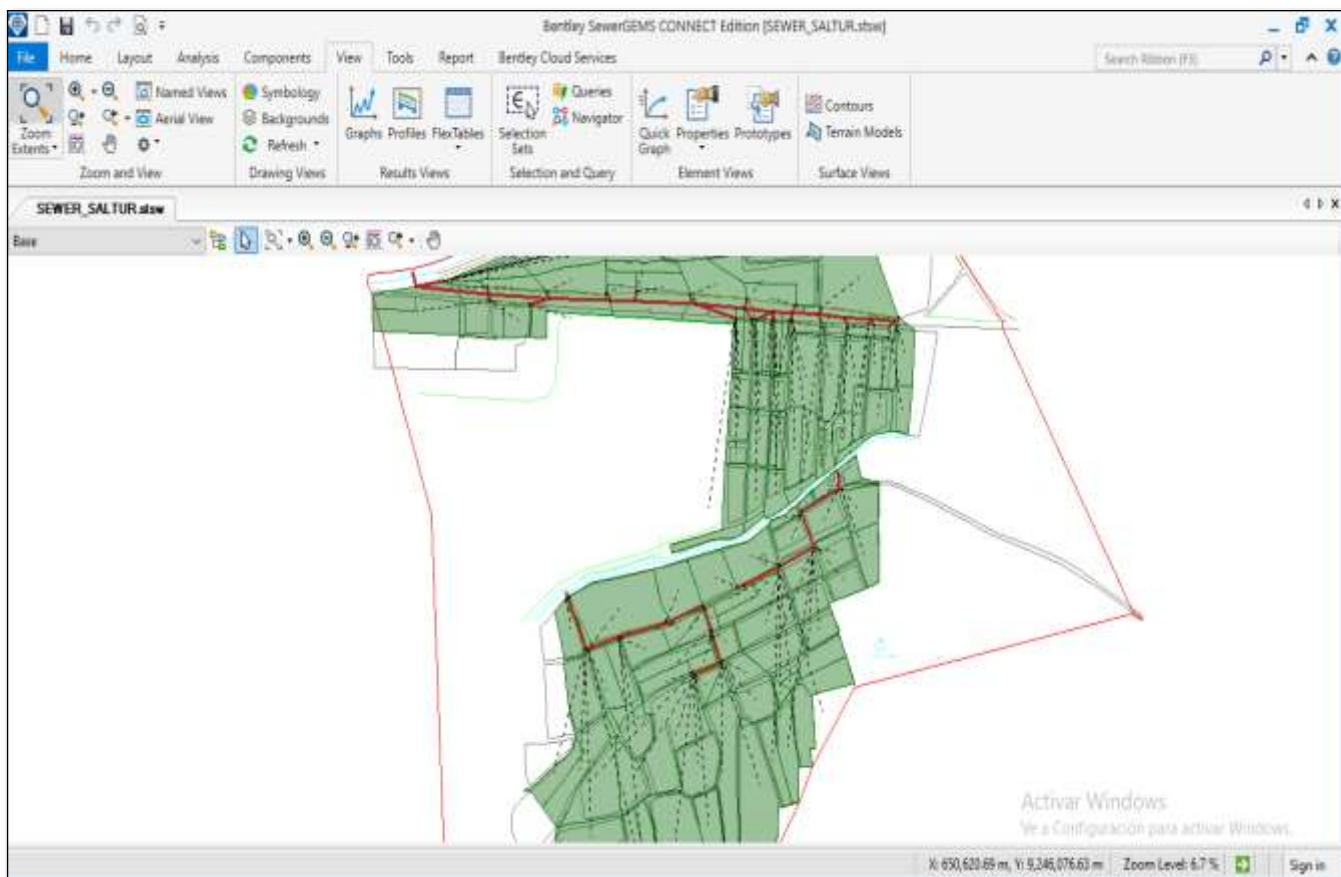


Fuente: Elaboración propia

4.8.3. RESULTADOS FINALES

El programa nos arroja diámetros de tuberías, caudales, pendientes, altura de buzones, flujo, etc.

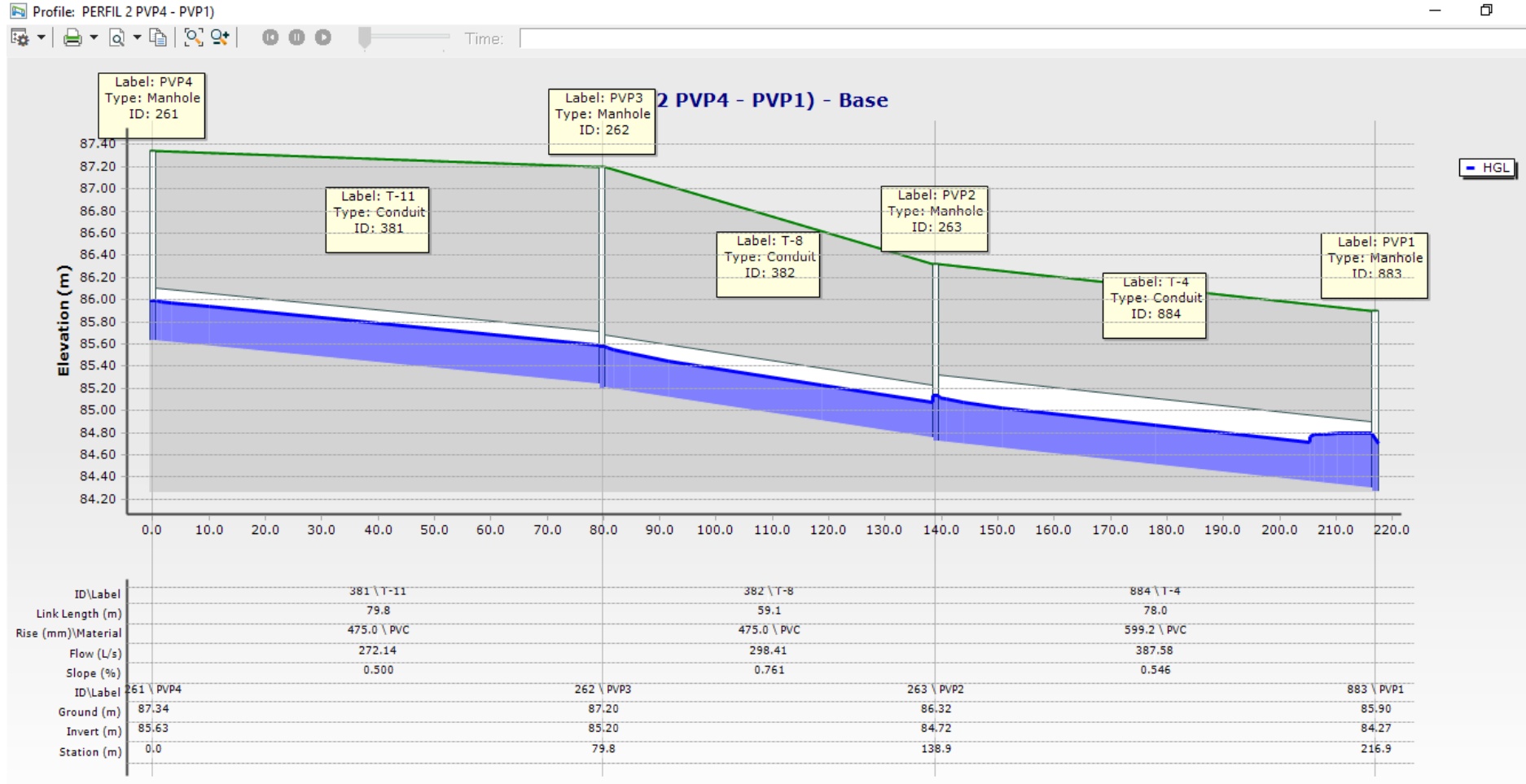
IMAGEN N° 19 DISTRIBUCIÓN FINAL DE TUBERÍAS, BUZONES, SUMIDEROS Y CANALETAS.



Fuente: Elaboración propia

IMAGEN N° 20

PERFIL LONGITUDINAL DE BUZONES Y TUBERÍAS



4.9. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.9.1. GENERALIDADES

La evaluación del impacto ambiental del proyecto Análisis y Diseño del sistema de drenaje pluvial y pavimentación del centro poblado Saltur, pretende obtener una propuesta técnica de cuidado del medio ambiente durante las etapas: Pre-inversión, construcción, operación, abandono de los sistemas propuestos. Buscando evitar o mitigar los impactos negativos al Medio Ambiente.

4.9.2. OBJETIVOS

OBJETIVO PRENCIPAL

- Proponer las medidas que deben incluirse en los diseños definitivos para evitar y/o mitigar los impactos negativos producidos en la construcción de obras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar o predecir, la evolución del medio en el que se tiene previsto ejecutar el proyecto.

- Identificación, definición, evaluación y valoración de los impactos y de los posibles efectos, directos e indirectos por el desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto en el ámbito de influencia.

- Determinar los impactos ambientales que puede generar el proyecto durante las etapas de planificación, construcción y operación, cierre y/o rehabilitación.

- Elaboración de Medidas Mitigadoras, lineamientos del Plan de Manejo Ambiental, correspondientes a las medidas de mitigación de impactos ambientales.

- Proponer el Plan de Gestión Ambiental, que incluyen las medidas ambientales adecuadas que permitan prevenir, mitigar o corregir los efectos adversos significativos.

4.9.3. MARCO LEGAL

Ley del sistema nacional de evaluación de impactos (ley n° 27446).

Uno de los principales instrumentos para prevenir el deterioro del ambiente es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos de inversión que se realicen en el país; a través de él, se trata de asegurar que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, sean ambientalmente sustentables y de certificar que ellas cumplan con los requisitos ambientales que le sean aplicables. En base a la evaluación de impactos ambientales se ha determinado que los impactos potenciales negativos se producirían principalmente durante las etapas de construcción de las estructuras, instalación de maquinarias y talleres donde los componentes aire, ruido, salud, seguridad y tranquilidad pública, serían los más afectados. Estos impactos, no obstante, de ser en su mayoría de moderada y baja significancia ambiental y temporal, todos ellos presentan posibilidad de aplicación de medidas de prevención, mitigación y control, que permitirán reducirlos sustancialmente, condición que hace viable la ejecución de la obra.

Constitución Política del Perú.

Constituye la máxima norma legal que rige el país, que establece que toda persona humana tiene el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Los logros normativos en el ámbito ambiental en nuestro medio se inician formalmente con la Constitución Política del Perú de 1993, la cual establece en el CAPÍTULO II: DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES, Artículo 66°.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. Artículo 67°.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. Artículo 68°. - El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Consejo Nacional del Ambiente - CONAM

El consejo nacional del ambiente creado mediante la ley N°26410 del 22 de diciembre de 1994, es la respuesta del estado a la necesidad de consolidar una política ambiental y organizar un sistema de gestión eficaz para enfrentar los problemas ambientales en el país. Su directorio está integrado por siete representantes: tres del sector público, dos del sector empresarial y uno de los gobiernos regionales y otro de los gobiernos locales. Es por tanto una representación de la nación, al que se le ha encargado cautelar los intereses ambientales del país. El consejo cuenta además con una secretaria ejecutiva de reducida dimensión, pero organizada con criterios de gestión moderna obligatorio.

Ley General del Ambiente. Fue promulgada por Ley N° 28611.

Señala en el artículo 1° Título Preliminar- Derechos y Principios, Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del Perú

La Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 (2000) y su Reglamento, D.S. N° 057-2004-PCM, indican que el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en el artículo 4to de la Ley. También estipula que la prestación de servicios de residuos sólidos puede ser realizada directamente por las municipalidades distritales y provinciales y a través de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPSRS); que las actividades comerciales conexas deberán ser realizadas por Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECSR), de acuerdo a lo establecido en el artículo 61 del Reglamento; y que la prestación del servicio debe cumplir con condiciones mínimas de periodicidad, cobertura y calidad que establezca la autoridad competente.

La Ley General de Salud Ley N° 26842, norma los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual, así como los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros, considerando la protección de la salud como indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

Ley del Contrataciones del Estado, (D. L. N° 1017). Que contempla el Principio de Sostenibilidad Ambiental, que debe existir en todo proceso de contratación, para evitar impactos ambientales negativos.

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757). En el cual establece que en todo proyecto de inversión se deberán presentar obligatoriamente estudios de impacto ambiental previos a su ejecución.

Gobiernos Regionales. En la (LEY N° 27867) - 18/11/2002

Se establece y norma la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales. Define su organización democrática, descentralizada y desconcentrada conforme a la Constitución y a la Ley de Descentralización. Su Art. 53 define las funciones en materia ambiental y de ordenamiento territorial. Su Art. 63° estipula las funciones en materia de turismo, donde se promueve el desarrollo turístico mediante el aprovechamiento de las potencialidades regionales.

Gobiernos Locales

El accionar de los gobiernos locales está regido por la Ley N° 23853, Ley Orgánica de Municipalidades, publicada el 9 de Junio de 1984(modificada posteriormente por la Ley N°26317). Así también, dentro del ámbito de sus respectivas jurisdicciones tienen funciones normativas propias, en las cuales se han dictado diversas disposiciones de carácter ambiental.

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua Decreto Supremo No.002-2008-MINAM

Esta disposición aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales.

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido (D.S. N° 085- 2003-PCM) 30/10/2003

Establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos generales para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Es preciso mencionar que el incremento de los niveles sonoros, puede afectar a la población en tres niveles diferentes: fisiológicamente (pérdida de audición), en la actividad (interferencias en la comunicación oral) y psicológicamente.

Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.

El D.S. N° 074-2001-PCM, del 24.06.01, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, donde se establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito. D.S. N° 069-2003-PCM Establecen Valor Anual de Concentración de Plomo en concordancia R.M. N° 055-PRODUCE. D.S. N° 047-2001-MTC. 31/10/2001, Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial Esta disposición ha establecido en el ámbito nacional, los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMPs) de emisiones contaminantes para vehículos automotores nuevos a ser importados o ensamblados en el país, y vehículos automotores usados a ser importados.

4.9.4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO

Ubicación y Localización

El distrito de Saña se encuentra ubicado en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Saltur se localiza a 85 msnm y está a 25 km de la ciudad de Chiclayo, entre las coordenadas geográficas 6° 50" de latitud sur, y 74° 34" de longitud oeste.

Figura 2: Mapa de ubicación del proyecto

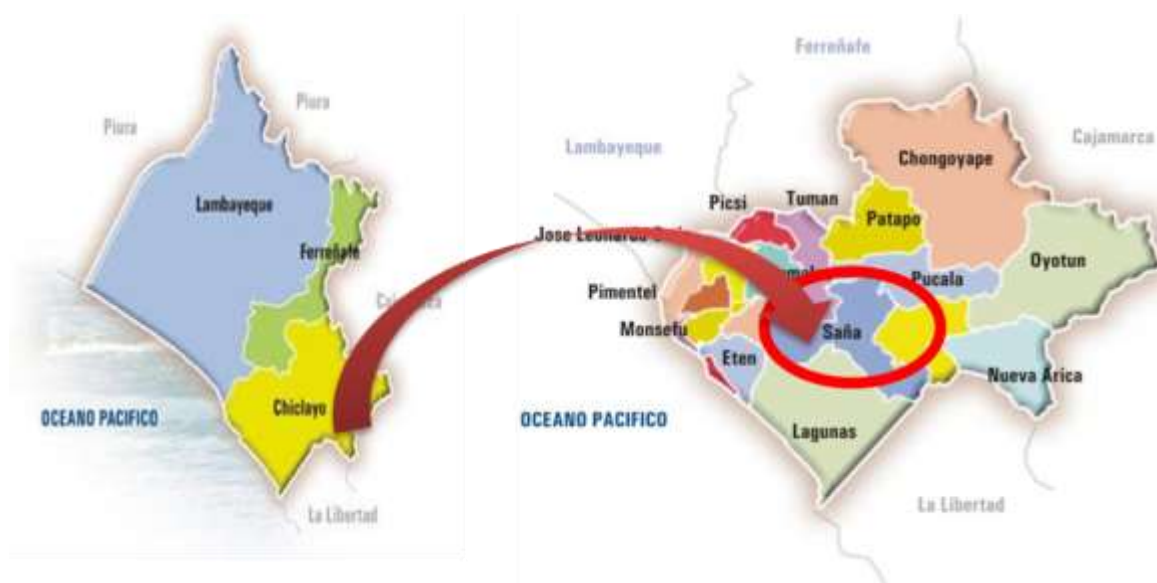


Figura 2: Terreno en donde se puede apreciar el centro poblado Saltur



Fuente: Google Earth.

El proyecto cuenta con un área de aproximadamente de 48 Ha.

Accesibilidad

El centro poblado de Saltur se encuentra ubicado a 24.5 km de la ciudad de Chiclayo, a 4.10 km de Sipán y a 13.4 km de Zaña.

Linderos

Por el norte : Con los distritos de Pomalca, Tuman y Pucalá.

Por el sur : Con el distrito de Lagunas.

Por el este : Con los distritos de Pucalá y Cayalti.

Por el oeste : Con el distrito de Reque.

4.9.5. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El presente estudio, se centrará en el área de influencia directa, ya que es ahí donde se darán los impactos durante las fases de pre construcción, construcción y operación del proyecto de construcción del Drenaje pluvial y pavimentación del C.P. Saltur.

Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta abarcará las siguientes ciudades: departamento de Lambayeque, con sus provincias de Lambayeque, Chiclayo, Ferreñafe, Chongoyape, Pitipo y Oyotún así mismo los departamentos colindantes tales como de Cajamarca, Amazonas, Piura y Tumbes

Área de influencia directa

Son aquellas que se encuentran al rededor del área del proyecto, comprenderá las siguientes zonas próximas a la realización del proyecto:

- Rinconazo, Pampa Grande, Pucala, Sipa-Huaca Rajada, La calerita, Calupe, Tuman, La casa de madera, Ventarrón, Collud, San Antonio, Pomalca, y Parcherrez.

Figura N°9. 73: Área De Influencia Ambiental Directa



Fuente: Google Earth

4.9.6. LINEA BASE AMBIENTAL (LBA)

Se deberá describir el área de influencia, utilizando indicadores que puedan ser monitoreados durante el desarrollo del proyecto, para este punto se considera la siguiente información.

4.9.6.1. LINEA BASE FÍSICA

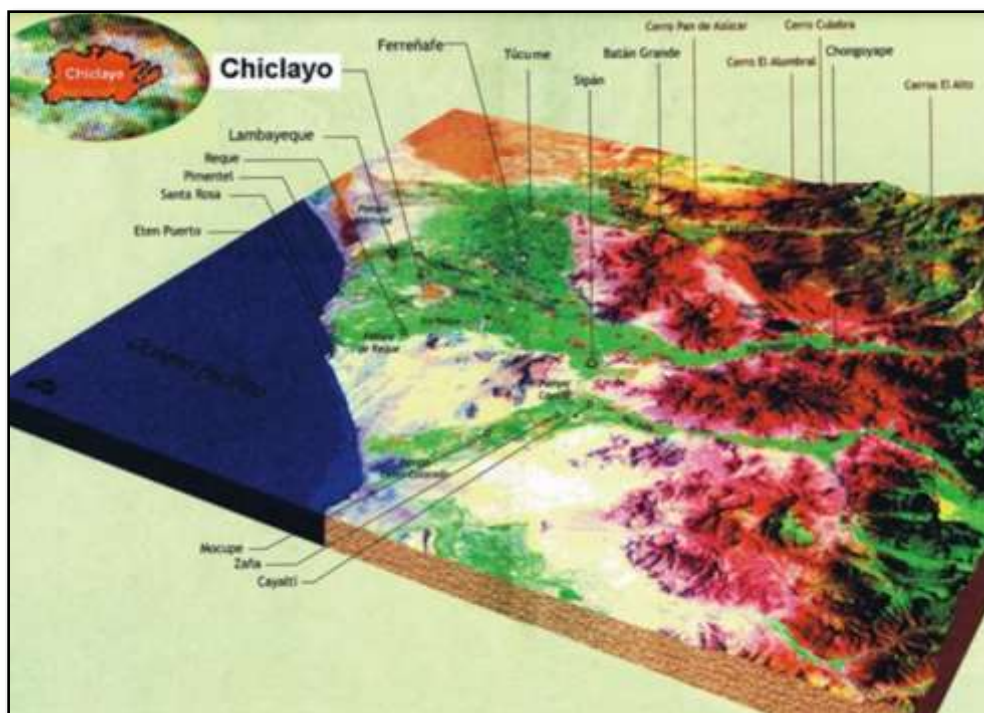
Comprende la descripción y el análisis de los siguientes componentes ambientales:

Suelos

El área del proyecto conforma un área rural de la parte costera de Chiclayo, por lo que presenta características llanas, donde el uso predominante del suelo es para la agricultura.

Tipo de suelo: Arenas limo arcillosas.

Figura 6: Relieve topográfico región Lambayeque



Fuente: Atlas Regional del Perú - 2003

Hidrología

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca del río Chancay, tiene una superficie de 5555,49 km², una altitud media de 1622 msnm y una pendiente media del orden del 35%; de acuerdo con su curva hipsométrica, corresponde a un río maduro. Su factor de forma es de 0,27, lo que indica que tiene buena respuesta a las crecidas. El Nivel Freático de esta zona es a 2.85 m. [30]

Clima

El Centro Poblado Saltur tiene un clima tropical; sin embargo, por la presencia de otros factores macro regionales: Cordillera de los Andes, Corriente Peruana de Humboldt, Corriente – Cálida Ecuatorial o Fenómeno el Niño entre otros, influye para que en estas latitudes el comportamiento climático permite variados ecosistemas.

Temperatura

Las temperaturas varían entre 18 °C Y 31 °C/ 87.8°F. En los meses de verano la temperatura sube hasta los 22 y 35 °C.

Precipitación

La escorrentía existente y producida en área de estudio proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la zona, las precipitaciones aumentan considerablemente, principalmente en los meses de verano, los mismos que dependiendo de su magnitud se les denomina "Niño Fuerte", "Niño Moderado" o "Niño Débil".

Aire

En el área del proyecto se tiene vientos fuertes, siendo la velocidad anual de 2 m/s. Estos vientos ocasionan desplazamiento del material particulado del suelo hacia las zonas rurales, ocasionando así polvo en el aire.

Ruido

En el área de estudio transitan en su mayoría vehículos para el transporte público principalmente camionetas rurales (combis y coasters) y moto taxis.

Vulnerabilidad

El centro poblado Saltur se encuentra vulnerable principalmente en épocas de lluvias o sucesos como el fenómeno del niño, debido a que no cuenta con un sistema de drenaje para evacuar las aguas pluviales.

Sismos

El C.P. Saltur está ubicada en la zona de sismicidad 4 del territorio nacional – con clasificación de sismicidad alta por lo que se deberá tener en cuenta la posibilidad de ocurrencia de sismos de considerable magnitud con intensidades tan altas como VII a IX en la escala modificada de Mercalli.

Geología y Geomorfología

La morfología existente incluye una amplia zona costanera, donde destacan las pampas aluviales y las dunas próximas al litoral. La cordillera occidental constituye la divisoria de aguas cuya parte más alta es una superficie ondulada a 4000 msnm, bisectada profundamente por ríos de corto recorrido y pequeños caudales que desembocan en el Océano Pacífico. Los ríos de la cuenca amazónica ubicados en la superficie interandina corren casi perpendiculares a los anteriores y parecen tener un control estructural. Los depósitos glaciares son escasos.

4.9.6.2. LINEA DE BASE BIOLÓGICA (LBB):

Flora

La cobertura vegetal en el área de estudio se caracteriza por la presencia de diferentes variedades de arbustos, tal como el eucalipto muy adaptada al medio donde las condiciones climáticas son severas.

Además de contar con caña de azúcar que se cultiva en la zona del proyecto gracias al clima tropical.

Fauna

El área del proyecto presenta las siguientes especies:

Mamíferos: Perros, ganado vacuno, ganado ovino, ganado equino, ganado porcino

Los pájaros: Se tiene el parus mayor, el estornino, el gorrión y el hornero. Como ejemplo tenemos al gorrión, carbonero, petirrojo, pinzón y Paseriformes.

Galliformes: Se tienen gallinas (Criolla, Carioca, Araucana y fina), gallos (Berger cantador, fina), pavos (Meleagris gallopavo y Narragansett) y patos (anseriformes , Anas platyrhynchos domesticus y criollo).

4.9.7. LINEA DE BASE SOCIOECONÓMICA (LBS)

ASPECTOS SOCIALES:

Para el presente estudio, se ha tomado como base la población del centro poblado Saltur puesto que, al estar ubicado en la ciudad, la población directamente beneficiada con los impactos positivos del proyecto, es la ubicada en la zona donde se realizará el proyecto.

La población beneficiaria es de 6,890 habitantes, comprendida por la población del centro poblado de Saltur, quienes son mayormente habitantes calificados en pobreza, cuyas actividades están dedicadas a la agricultura, en la que destaca la siembra de arroz y caña de azúcar, al igual que el maíz.

Tabla:

Características demográficas del centro poblado de Saltur.

POBLACIÓN	Anexo	
	Cifras absolutas	%
1. Sexo	4.044	100
Hombres	2.025	50.07
Mujeres	2.019	49.93
2. Grupos de edad	4.044	100
Menores de 1	101	2.50
De 1 a 4 años	354	8.75
De 5 a 14 años	985	24.36
De 15 a 64	2393	59.17
De 65 y más	211	5.22

Fuente: INEI

Tabla:**Características educativas del centro poblado de Saltur**

EDUCACIÓN	Anexo	
	Cifras absolutas	%
1. Sin Nivel	369	9.15
2. Inicial Preescolar	107	2.65
3. Primaria	1567	38.85
4. Secundaria	1263	31.32
5. Superior	237	5.88
6. Población analfabeta	490	12.15
Hombre	199	4.93
Mujer	291	7.22

Fuente: INEI

SERVICIOS BÁSICOS

El centro poblado Saltur cuenta con servicio de agua potable, sistema de alcantarillado y con servicios de electricidad proveniente del servicio interconectado nacional. Posee redes de distribución primaria y conexiones domiciliarias de energía eléctrica. Asimismo, cuenta telefonía fija y móvil.

4.9.8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES:**

Consiste en cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de un proyecto.

La identificación, evaluación de los impactos ambientales, es la parte primordial del presente estudio, pues constituye la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, en el cual se plantearán las medidas que permitirán prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente. Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales tanto positivos como negativos, se utilizará la Matriz de Leopold.

TABLA
CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD

CALIFICACIÓN	INTENSIDAD	AFECCIÓN
1	BAJA	BAJA
2		MEDIA
3		ALTA
4	MEDIA	BAJA
5		MEDIA
6		ALTA
7	ALTA	BAJA
8		MEDIA
9		ALTA
10	MUYALTA	ALTA

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental

Según la **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**: Es un valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja su significado y relevancia del mismo y a la extensión o parte del entorno afectado, se califica del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

TABLA 4.66
CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA IMPORTANCIA

CALIFICACIÓN	INFLUENCIA	DURACION
1	PUNTUAL	TEMPORAL
2		MEDIA
3		PERMANENTE
4	LOCAL	TEMPORAL
5		MEDIA
6		PERMANENTE
7	REGIONAL	TEMPORAL
8		MEDIA
9		PERMANENTE
10	REGINAL	PERMANENTE

TABLA 4.67 MATRIZ DE LEOPOLD DEL PROYECTO

DRENAJE Y PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO SALTUR

<p>MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado. ¿que dimension tiene, que trascendencia y medida del efecto en si mismo?. (1 a 10 y -1 a -10)</p> <p>IMPORTANCIA Es un valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja su significado y relevancia del mismo. extensión o parte del entorno afectado (1 a 10).</p>			ACCIONES																IMPACTO TOTAL					
			OBRAS PROVISIONALES	OBRAS PRELIMINARES				CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN				MANTENIMIENTO		MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +/-	PONDERADO		
				Cartel de obra	Demolicion de veredas y losas con equipo	Eliminacion con transporte (carguio a mano)	movilizacion y desmovilizacion de equipos y herramientas	Trazo y replanteo inicial	ACCIONES GENERALES				VÍAS DE ACCESO		DRENAJE PLUVIA	Ocupación de espacios	Generación de residuos	Tráfico vehicular	Tráfico peatonal				Mantenimiento del sistema vial	Mantenimiento del sistema pluvial
									Excavacion masiva en terreno	Relleno compactado con material propio	Eliminacion de material excedente durante el proceso constructivo	Transporte de materiales	Preparación y colocación del concreto	Compacción y vibrado										
FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTE FISICO	AIRE	Calidad del Aire	-4	-3	-3	-3	4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-3			-23	-41				
			Polvo	-4	-3	-1	-2	-4	-3	-2	-2			-2	-1	-3			-29	-59				
			Ruido	-3	-2	-2	-1	-5	-3	-2	-3	-3	-3	-2	-2	-1			-36	-68				
	AGUA	Superficiales											4	3	-2			1	6					
		Subterráneas											5	3				4	21					
		Calidad																0	0					
	TIERRA	Contaminacion por Residuos de construcción											-1		-4			-9	-23					
		Erosion del Suelo											-2					-21	-33					
		Geomorfología											-2					-11	-13					

ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES:

De acuerdo a la matriz de Leopold se tiene, que la mayor parte de los impactos ambientales, se encuentra dentro de la escala de magnitud de baja a media, esto debido a que el área donde se desarrollará el proyecto constituye una zona urbana consolidada de la ciudad de Zaña

También se puede apreciar en la matriz de impactos, que el componente ambiental más afectado lo constituye el de la calidad del aire y ruido. Esto debido a las partidas de movimiento de tierras para los cuales son imprescindibles el uso de maquinaria para los trabajos de excavación de zanjas, compactación y eliminación de material excedente

4.9.9. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS POR ETAPAS DEL PROYECTO:

4.9.9.1. CONSTRUCCIONES PROVISIONALES

Cartel de obra:

En esta actividad se observa presenta impactos leves sobre el medio ambiente del área de influencia directa debido a que el impacto es muy poco significativo.

Limpieza del terreno

En esta partida se presenta impactos poco significativos en el factor aire, debido al uso de herramientas manuales que ocasionará emisión polvo en el ambiente.

4.9.9.2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En el Medio Físico:

- a) En la calidad del aire: En esta etapa se afectará la calidad del aire de forma negativa, ya que ocurren emisiones de polvo y humo debido al uso de maquinaria.
- b) En la calidad del agua: En el componente agua se ha considerado que el potencial impacto sería negativo “bajo” y “no significativo” en el caso de calidad de agua y aguas superficiales.
- c) En la calidad del suelo: Debido a las obras a ejecutarse se producirá alteración de la calidad del suelo por los desechos generados por los trabajos de la construcción, grasa y combustible en el patio de maquinarias y lugares de recorrido. Asimismo, se producirá asentamiento y compactación del suelo debido al acopio de materiales y patio de maquinarias.

En el Medio Biológico:

En general, las afecciones a la vegetación por la construcción de obras de infraestructura, Como en el caso del área de intervención, estarían asociadas a las acciones de limpieza. Asimismo, por desbroces de terreno y movimientos de tierra en los espacios a ser ocupados por la infraestructura proyectada y por las instalaciones provisionales (patio de maquinarias, acumulaciones de material, etc.[30]

En el Medio socioeconómico:

a) Impactos negativos: Generación de molestias a los vecinos que residen en las zonas próximas al proyecto.

b) Impactos positivos:

Entre los impactos positivos gracias a la ejecución del proyecto son:

- La generación directa de empleo, que en esta etapa es de carácter temporal, es un impacto positivo significativo del proyecto, debido a que se demandará mano de obra calificada y no calificada.
- La generación indirecta de ingresos económicos a la población cercana al proyecto, debido al movimiento del personal de obra, lo que originará aparición y/o mejora del comercio vecinal, restaurantes, pensiones, etc.

4.9.9.3. ETAPA DE OPERACIÓN:**• En el Medio Físico:****a) En la calidad del aire:****Impactos negativos:**

En la etapa de operación, este factor ambiental es afectado por las emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos que circulan por las avenidas principales cercanas al emplazamiento del proyecto, así como la aparición de comercio y actividades conexas (formales e informales) que elevarán también los niveles de ruido de la zona.

Impactos positivos:

Como impacto positivo, e la etapa final de la construcción se realizará la siembra de área verde en el proyecto, lo cual mejorará oxigenación y la calidad del aire de la zona.

• **En el Medio Biológico:**

Con la presencia de área verde se recuperará y mejorará la escasa vegetación afectada durante la etapa de construcción del proyecto.

• **En el Medio socioeconómico**

Al contar con sus calles pavimentadas y un adecuado drenaje pluvial, tendrán una mejor calidad de vida, ya que se evitará la acumulación de agua en las calles, y consigo los focos infecciosos que traen enfermedades a la población. Además, se revalorizarán sus propiedades de terreno.

4.9.10. MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El Plan de Manejo Ambiental utiliza como instrumentos de su estrategia, aquellas acciones que permiten el cumplimiento de los objetivos. Estas son:

- Plan de Acción Preventivo
- Correctivo - Plan de Seguimiento y Vigilancia
- Plan de Contingencias.

4.9.10.1. PLAN DE ACCIÓN PREVENTIVO – CORRECTIVO:

En este plan busca definir las precauciones o medidas a tomar antes de realizar las distintas partidas de construcción, con el fin de prevenir impactos negativos elevados.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En el Medio Físico:

a) En la calidad del aire:

Control y Prevención de la emisión de polvo y material particulado:

- Riego con agua en todas las superficies de trabajo
- Antes de transportar los agregados se debe humedecer y cubrirlos con toldo húmedo para disminuir la emisión de partículas de polvo en el medio ambiente.
- Utilizar maquinaria en buen estado de mantenimiento.

Control y Prevención de ruidos molestos:

- Elaborar una adecuada programación de las actividades de construcción, con el fin de evitar el uso simultáneo de varias maquinarias que emitan ruido.
- Utilizar maquinaria en buen estado de mantenimiento.

b) En la calidad del agua:

- Debe asegurarse un adecuado control de los vertimientos de efluentes generados por las actividades de mantenimiento y limpieza principalmente (no verterlos en la zona de obra).
- Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento (cambio de aceite, lavado de maquinaria y recarga de combustible).

c) En la calidad del suelo:

- Se deberán instalarse sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites.
- Luego de retirar la maquinaria de obra, se procederá al reacondicionamiento del área ocupada por el patio de maquinarias, en el que se incluye la remoción y eliminación de los suelos contaminados con residuos de combustible y lubricantes.
- Al finalizar los trabajos de construcción, las instalaciones de obra deberán ser desmanteladas y dispuestas adecuadamente en el botadero.

En el Medio Biológico:

Se realizarán plantaciones de áreas verdes en el emplazamiento directo del proyecto como a la ubicación y tratamiento del depósito de material excedente de la obra (botadero).

ETAPA DE OPERACIÓN:**En el Medio Físico:****a) En la calidad del aire:**

- La Normatividad Municipal relacionada con la localización de actividades comerciales (usos de suelo) formales e informales, así como concentraciones de parque automotor, deberá aplicarse estrictamente, a fin de evitar contaminación por ruidos excesivos y gases de combustión de motores.
- Se procederá a la selección según tipo de los residuos de construcción para su disposición final hacia zonas previamente destinadas para tal fin, asegurando que no existan agentes contaminantes junto a los residuos sólidos domésticos normales.

Las etapas establecidas en el manejo de los residuos sólidos, son las siguientes:

- Acondicionamiento
- Segregación y Almacenamiento Primario
- Almacenamiento Intermedio
- Transporte Interno
- Almacenamiento Final
- Tratamiento
- Recolección Externa
- Disposición final

Se aplicará el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, según lo estipulado en el D.S. N° 005-2012-TR, para asegurar el bienestar del personal operario. El Reglamento deberá contener:

- Identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- Señalización de áreas consideradas peligrosas.
- Señalización de uso de equipos de protección personal.
- Cronograma de capacitación

5.2. PRESUPUESTO DE OBRA

Presupuesto

Presupuesto	1101001	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACION DEL C.P SALTUR DISTRITO DE SAÑA, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE 2019		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RIGIDO Y DRENAJE PLUVIAL		
Cliente		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAÑA	Costo al	15/03/2021
Lugar		LAMBAYEQUE - CHICLAYO - SAÑA		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				21,957.70
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				15,057.70
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				5,704.76
01.01.01.01	CARTEL DE OBRA DE 3.6 X 2.4 m	und	1.00	1,504.76	1,504.76
01.01.01.02	SERVICIOS HIGIENICOS DE OBRA (CONTENEDORES)	mes	5.00	600.00	3,000.00
01.01.01.03	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	mes	2.00	600.00	1,200.00
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				2,500.00
01.01.02.01	CONSUMO DE AGUA Y LUZ	glb	5.00	500.00	2,500.00
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				5,800.00
01.01.03.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	est	1.00	5,800.00	5,800.00
01.01.04	DEMOLICIONES				698.46
01.01.04.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	m2	42.00	16.63	698.46
01.01.05	ELIMINACIÓN DE DEMOLICIONES				354.48
01.01.05.01	ELIMINACIÓN DE PAVIMENTO	m3	42.00	8.44	354.48
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				6,900.00
01.02.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD				6,900.00
01.02.01.01	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,000.00	1,000.00
01.02.01.03	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
01.02.01.04	PROTECCIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE OBRAS	glb	1.00	1,200.00	1,200.00
02	DRENAJE Y PAVIMENTACIÓN				9,543,924.88
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				651,040.83
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	101,725.13	4.02	408,935.02
02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	101,725.13	2.38	242,105.81
02.02	PAVIMENTACIÓN				418,495.93
02.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				418,495.93
02.02.01.01	CORTE DE MATERIAL CON EQUIPO	m3	13,032.30	5.73	74,675.08
02.02.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO DE CORTE	m3	2,386.51	9.89	23,602.58
02.02.01.03	PERFILADO, COMPACTADO Y CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE	m2	100,732.58	2.32	233,699.59
02.02.01.04	ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	m3	9,405.85	7.98	75,058.68

02.03	PAVIMENTO RIGIDO				5,821,813.69
02.03.01	SUB- BASE GRANULAR e=0.15	m3	39,666.74	19.14	759,221.40
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	25,958.80	29.88	775,648.94
02.03.03	LOSA DE CONCRETO F' C=210 kg/cm2	m3	10,124.03	402.16	4,071,479.90
02.03.04	JUNTAS ASFALTICAS e=1"	m	20,596.80	10.46	215,463.45
02.04	VEREDAS				1,447,976.45
02.04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				138,786.34
02.04.01.01	EXCAVACION PARA VEREDAS	m3	3,369.09	29.39	99,017.56
02.04.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	638.22	15.37	12,883.44
02.04.01.03	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	m3	3,369.09	7.98	26,885.34
02.04.02	CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS				1,309,190.11
02.04.02.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	2,484.96	327.31	813,352.26
02.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	1,796.70	31.46	56,524.18
02.04.02.03	JUNTAS ASFALTICAS	m	5,588.15	10.46	58,452.05
02.04.02.04	CURADO CON AGUA	m2	24,849.61	4.15	103,125.88
02.04.02.05	BRUÑAS DE 1 X 1 cm	m	29,143.31	9.53	277,735.74
02.05	RAMPAS				13,038.38
02.05.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	22.54	327.31	7,377.57
02.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VEREDAS	m2	150.21	31.46	4,725.61
02.05.03	CURADO CON AGUA	m2	225.35	4.15	935.20
02.06	DRENAJE PLUVIAL				1,191,559.60
02.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				14,102.31
02.06.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CANALETAS	m3	377.37	29.39	11,090.90
02.06.01.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	m3	377.37	7.98	3,011.41
02.06.02	CANALETAS				709,980.08
02.06.02.01	CONCRETO CANALETAS f'c=210 kg/cm2	m3	296.51	361.94	107,318.83
02.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,965.05	116.99	346,881.20
02.06.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3,814.83	13.14	50,126.87
02.06.02.04	CURADO DE CONCRETO CON AGUA	m2	2,965.05	4.15	12,304.96
02.06.02.05	REJILLA METALICA PARA CANALETAS	m	1,347.75	143.46	193,348.22
02.06.03	TUBERÍAS				348,355.10
02.06.03.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA TUBERIAS	m3	3,060.88	14.87	45,515.29
02.06.03.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	1,342.73	3.46	4,645.85
02.06.03.03	CAMA DE ARENA	m3	1,342.73	42.85	57,535.98
02.06.03.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1,491.92	6.38	9,518.45
02.06.03.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	1,882.74	7.97	15,005.44
02.06.03.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 10"	m	408.52	114.23	46,665.24
02.06.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 12"	m	68.20	109.18	7,446.08
02.06.03.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 14"	m	166.20	109.18	18,145.72
02.06.03.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 16"	m	87.20	108.44	9,455.97
02.06.03.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 18"	m	59.30	110.58	6,567.39
02.06.03.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 20"	m	550.20	109.01	59,977.30
02.06.03.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D= 24"	m	595.40	108.98	64,886.69
02.06.03.13	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO E=20 CM	m3	268.55	11.17	2,999.70
02.06.04	POZO DE INSPECCIÓN				91,064.34
02.06.04.01	EXCAVACIÓN PARA POZO	m3	79.23	1.27	100.62
02.06.04.02	CONCRETO f'c= 210 kg/cm2 BUZONES	m3	30.97	2,221.27	68,792.73
02.06.04.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	2,989.02	5.10	15,244.00
02.06.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BUZONES	m2	27.00	230.82	6,232.14
02.06.04.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE D=6.10 KM	m3	79.23	8.77	694.85

02.06.05	SUMIDEROS				28,057.77
02.06.05.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA SUMIDERO	m3	52.56	1.42	74.64
02.06.05.02	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² SUMIDEROS	m3	30.97	333.62	10,332.21
02.06.05.03	ACERO $F_y=4200$ KG/CM ²	kg	1,397.32	5.10	7,126.33
02.06.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SUMIDEROS	m ²	233.28	43.32	10,105.69
02.06.05.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE D=6.10 KM	m3	52.56	7.97	418.90
03	OBRAS COMPLEMENTARIAS				130,618.90
03.01	ALCANTARILLA 1 Y 2				106,018.90
03.01.01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	m ²	17.50	16.63	291.03
03.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN	m ²	57.86	3.34	193.25
03.01.03	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m ²	62.70	2.38	149.23
03.01.04	EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTADA	m3	42.10	54.90	2,311.29
03.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE D=6.10 KM	m3	83.20	3.53	293.70
03.01.06	ACERO $F_y=4200$ KG/CM ²	kg	1,461.00	5.10	7,451.10
03.01.07	CONCRETO PARA ALCANTARILLA $f_c=210$ kg/cm ²	m3	33.60	363.40	12,210.24
03.01.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	256.20	58.42	14,967.20
03.01.09	BASE DE ESTRUCTURA (CON ENTRADAS Y SALIDAS)				68,151.86
03.01.09.01	ACERO CORRUGADO $F_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	243.00	13.14	3,193.02
03.01.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	56.10	58.42	3,277.36
03.01.09.03	CONCRETO PARA ALCANTARILLA $f_c=210$ kg/cm ²	m3	123.50	363.40	44,879.90
03.01.09.04	CONCRETO SOLADO $e=20$ cm $f_c=80$ kg/cm ²	m ²	469.20	33.79	15,854.27
03.01.09.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CON CONCRETO $f_c=140$ kg/cm ²	m3	30.15	31.42	947.31
03.02	LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA				24,600.00
03.02.01	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m ²	10,000.00	2.46	24,600.00
04	SEÑALIZACIÓN				76,355.84
04.01	PINTURA EN EL PAVIMENTO	m	2,256.00	27.64	62,355.84
04.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	glb	56.00	250.00	14,000.00
05	OBRAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL				70,580.00
05.01	AREAS VERDES	und	1,000.00	45.58	45,580.00
05.02	ESTUDIO DE IMPACTO SOCIO- AMBIENTAL				25,000.00

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.02.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	25,000.00	25,000.00
	COSTO DIRECTO				9,843,437.32
	GASTOS GENERALES (10%)				984,343.73
	UTILIDAD				984,343.73
	SUBTOTAL				11,812,124.78
	IGV(18%)				2,126,182.46
	PRESUPUESTO TOTAL				13,938,307.24

SON : NUEVE MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTITRES MIL CUATROCIENTOS TRENTISIETE Y 32/100 NUEVOS SOLES

VI. CONCLUSIONES

- Mediante el estudio hidrológico se obtuvo un tiempo de concentración de 13.87 min, y posteriormente se identificó en la curva IDF (Intensidad – duración- Frecuencia), obteniendo la intensidad de 15.26 mm/hr con la que se realizó los cálculos de caudales.
- De acuerdo al estudio topográfico realizado en el área del proyecto se identificó tres puntos de descarga para el sistema de drenaje pluvial. Teniendo elevaciones en la parte norte de: 84.65 m.s.n.m en zonas altas y de 79 m.s.n.m, en el punto de descarga del dren de Saltur. Para la parte sur tenemos: 97.65 m.s.n.m de elevación máxima y mínima de 79 m.s.n.m, en el punto de descarga de la acequia del centro poblado.
- Para el diseño de pavimento rígido se utilizó el ESAL de diseño =194412, calculado mediante el estudio de tráfico en la Av. Pomalca, que es la más transitada.
- Según el estudio de tráfico en la zona del proyecto, se determinó que los vehículos con mayor incidencia son los vehículos livianos, ya que los pesados transitan por la vía principal aledaña a la zona de trabajo.
- De la elaboración del presupuesto de obra se tiene que el costo total para la ejecución del proyecto es de S/. 13,938,307.24.
- Mediante el estudio de suelos, se obtuvo como resultado que en su mayoría son suelos arcillosos.
- Según el estudio de impacto ambiental, se determina que los procesos constructivos en el área del proyecto si traerán impactos negativos, pero pueden ser mitigados si se sigue el plan de manejo ambiental correctamente.
- Los espesores del pavimento rígido son de 15 cm para la sub-base granular y 15 para la losa de concreto.
- Tras realizar el diseño del drenaje mediante el programa SEWER GEMS, se decide usar diámetros de 20” y 30” para las tuberías colectoras del sistema de drenaje pluvial.
- Mediante el modelamiento realizado en el programa Sewer Gems, tenemos que el sistema de evacuación de aguas pluviales constará de 27 pozos de visita pluvial, 54 sumideros, 2695.50 m de canaletas y 2131.32 m de tubería pvc.

- El diseño del sistema de drenaje pluvial tiene capacidad de evacuación para precipitaciones de 35.35 mm para un periodo de retorno de 10 años.
- Se comparó los caudales obtenidos en el programa de diseño SewerGems y los calculados en Excel mediante el método racional, dando como sumatoria en ambos casos un caudal igual a 1410.81 lt/s según el aporte de áreas tributarias de viviendas más vías en toda el área de estudio.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar constantemente el cumplimiento del plan de manejo ambiental durante la realización de la obra para así prevenir o mitigar los impactos negativos
- Se recomienda que luego de tener el modelamiento de drenaje pluvial en el software Sewer Gems se verifique los datos obtenidos con el fin de asegurarse que estén cumpliendo los requerimientos mínimos estipulados, de no ser así los datos obtenidos no serían del todo verídicos.

VIII. REFERENCIAS.

- [1] L. E. Hun Aguilar , «DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y DRENAJE PLUVIAL PARA UN SECTOR DE LA ALDEA SANTA MARÍA CAUQUE, DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ,» Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2003.
- [2] «Revista Ingeniería de Construcción,» vol. XXIV, pp. 271-284, Diciembre 2009.
- [3] Ministerio del Ambiente, «EL FENÓMENO EL NIÑO,» p. 36, 2014.
- [4] K. León Altuna, ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE LAS PRECIPITACIONES Y CAUDALES DURANTE LOS EVENTOS EL NIÑO (1982-83 Y 1997-98) EN LA COSTA NORTE PERUANA, Lima, 2014.
- [5] Banco Central de Reserva del Perú, «REPORTE DE INFLACIÓN,» p. 7, 2019.
- [6] M. López Tarabochia, «SEMANA SOSTENIBLE,» 23 Marzo 2017. [En línea]. A <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/peru-las-terribles-cifras-de-el-ni%C3%B1o-costero/37381>. [Último acceso: 2 Mayo 2019].
- [7] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Lima: El Peruano, 2011.
- [8] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano,» Lima, 2018.
- [9] ICG.INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA" MANUAL DE DISEÑO
- [16] R. R. Cardenas Fleires, Diseño de un sistema de drenaje pluvial óptimo y funcional para el sector "La Rotaria" de la parroquia Raúl Leoni De Maracaibo. EDO.- Zulia, 2006.
- [17] P. Mercado y Y. H. , Pavimentación y construcción de veredas de la zona industrial-AA-HH Villa Hermosa y de la asociación de vivienda La Esmeralda del Distrito de Marcona- Provincia de Nazca, Ica, 2011.
- [18] R. Quiroz y B. Saavedra , Drenaje pluvial de la ciudad de Tumán ante un eventual fenómeno del Niño .Chiclayo, Tumán, 2013.

- [19] T.-G. Equipo Técnico de Pre Inversión CTAR, Mejoramiento de la Infraestructura Vial Urbana Y de Drenaje Pluvial Del A.H. Miguel Grau, Urb. José Lishner Tudela I Etapa Y Urb. Andrés Araujo Morán - Tumbes, Tumbes, 2004.
- [20] J. C. Quispe Ccente y E. Rojas Poma , «DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA COMUNIDAD 3 DE MAYO DE PUCARUMI DEL DISTRITO DE ASCENSIÓN - HUANCVELICA,» Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2015.
- [21] ANA, Autoridad Nacional del Agua, «Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338),» Lima
- [23] INDECI, Plan de Contingencia para el Fenómeno "El Niño" 2016-2017, Chiclayo, 2016.
- [24] Ministerio del Ambiente y Senamhi, «EL FENÓMENO EL NIÑO,» 17 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02245SENA-1.pdf>. [Último acceso: 25 Abril 2019].
- [25] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA E.050 Suelos y Cimentaciones,» Lima.
- [26] RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA CE.0.10 Pavimentos Urbanos,» Lima
- [27] J. DELGADO, R. GONZALES, "DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017".
- [28] F. Viera, G. Ramírez, "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO, VEREDAS Y DRENAJE PLUVIAL DE LA URBANIZACIÓN PROGRESIVA LA TINA, DEL SECTOR SALIDA SUR ESTE DE LAMBAYEQUE DREN 2210, DISTRITO DE LAMBAYEQUE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE,," UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, CHICLAYO, 2017
- [29] A. MARRUFO, V. CHÁVEZ "DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
- [30] C. SILVA, F. RODRIGO, "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO DEPORTIVO DEL CENTRO POBLADO DE SALTUR, DISTRITO DE ZAÑA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE UTILIZANDO ESTRUCTURAS ESPECIALES, 2017"

IX. ANEXOS

ANEXOS N°01.01: DOCUMENTOS,

DOCUMENTO N°1.1: Solicitud a de acceso información y permisos correspondientes para realizar el proyecto en mención.

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Chiclayo, 29 de abril del 2019

Para: **ARQ. JORGE LUIS MEDINA MELENDEZ**
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO Y RURAL

Atte. : LEYDI PÉREZ SÁNCHEZ
 ESTUDIANTE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted y así mismo desearle éxitos en su importante labor que realiza en beneficio de los ciudadanos del distrito de Zaña.

Así mismo presentarme, soy estudiante de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y estoy realizando el proyecto de tesis denominado, **"ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA- PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"** es muy importante para mi realizar el proyecto mencionado, en beneficio de los habitantes de dicha Zona, ya que el desarrollo del proyecto mejorará el nivel de vida de las personas.

Por esta razón, le solicito me otorgue los permisos correspondientes, ya que es de mucha importancia para poder justificar mi proyecto ante el jurado de tesis.

Segura de contar con su apoyo, me suscribo de Usted.

Atentamente:



LEYDI PÉREZ SÁNCHEZ

	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA AREA: DT " "
RECEPCION	
Nº Registro:	086
Fecha:	29-04-2019
Hora:	
Firma:	

DOCUMENTO N°1.2: Autorización para desarrollo del proyecto y acceso a información, emitido por la Municipalidad Distrital de Zaña.

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Chiclayo, 29 de abril del 2019

CONSTANCIA

La Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Zaña.

HACE CONSTAR

Que la señorita, Leydi Pérez Sánchez con DNI: 73983240, estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, puede tener acceso a la información que obran en los archivos municipales previa autorización de la Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural; y así mismo se le autoriza que puede realizar sus estudios convenientes para el desarrollo de dicho proyecto, denominado: **"ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA- PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"**; por lo que se expide la presente constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

Atentamente:

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA

Arq. Jorge Luis Medina Melendez
JEFE DE D.I.U.R.

**DOCUMENTO N° 1.3: Autorización para desarrollo del proyecto, emitido por la
Municipalidad del C.P.Saltur.**



MUNICIPALIDAD DE CENTRO POBLADO DE SALTUR

Creada por Acuerdo Municipal N° 044/95- MPCH del 14-07-95
Ordenanza Municipal N° 001-2006 GPCH-04-02-08 Adecuada a la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972
Modificada por Ordenanza Municipal N° 005-2015-MPCHA y su fe de erratas del 23/03/2015

AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Chiclayo, 14 de Mayo del 2019

CONSTANCIA

MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO SALTUR

HACE CONSTAR

Que la señorita, Leydi Pérez Sánchez con DNI: 73983240, estudiante de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, que desarrolla el proyecto, denominado: **"ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA- PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"**; tiene permiso para realizar los estudios correspondientes necesarios para llevar a cabo el proyecto en mención, por lo que se expide la presente constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

ATENTAMENTE:

MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE SALTUR
ZAÑA
Flores de María Zepeda Ramos
Sra. Flores de María Zepeda Ramos
ALCALDE

**DOCUMENTO N° 1.4: Constancia de la no existencia del proyecto, emitido por la
Municipalidad Distrital de Zaña.**

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Chiclayo, 29 de abril del 2019

CONSTANCIA

La Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Zaña.

HACE CONSTAR

Que el proyecto de tesis denominado: **"ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA- PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019"** no se encuentra en el banco de proyectos de la entidad, ni tampoco se encuentra en desarrollo. Así mismo recalcar la alta prioridad y necesidad de este proyecto.

Se expide el presente a solicitud de parte interesado para los fines convenientes.

Atentamente:


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA
CHICLAYO
Ay. Jorge Luis Molina Melendez
JEFE DE D.D.U.R.

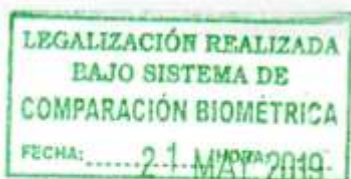
DOCUMENTO N° 1.5: Declaración Jurada



"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

DECLARACIÓN JURADA

Yo, LEYDI PÉREZ SÁNCHEZ, identificada con DNI N° 73983240, código universitario 121ad36043, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil Ambienta, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Y con domicilio actual en Luis Alberto Sánchez – Rio Grande Mz. C Lt. 15 , Distrito de Chiclayo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto denominado "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019.", no se encuentra dentro del banco de proyectos de la Municipalidad de Zaña, ni se viene desarrollando estudios por alguna institución o persona, por tal motivo se firma el presente documento en señal de veracidad.



Chiclayo, 21 de Mayo del 2019

Leydi Pérez Sánchez



Pérez Sánchez Leydi

DNI: 73983240



CERTIFICO: QUE LA FIRMA QUE CORRESPONDE A: Pérez Sánchez Leydi
IDENTIFICADO CON: DNI 73983240
EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. ART. 108 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1049
CHICLAYO

21 MAY 2019



DOCUMENTO N° 1.8: Disponibilidad de recursos para realizar el proyecto en mención, emitido por la Municipalidad Distrital de Zaña.

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

Chiclayo, 19 de Junio del 2019

CONSTANCIA

La Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Zaña.

HACE CONSTAR

Que, en caso que el proyecto denominado: "**ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN DEL C.P. SALTUR- DISTRITO DE ZAÑA- PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2019**" que está siendo desarrollado por la señorita Leydi Pérez Sánchez estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo; sea aprobado, la Municipalidad Distrital de Zaña cuenta con el presupuesto necesario para realizar el proyecto en mención.

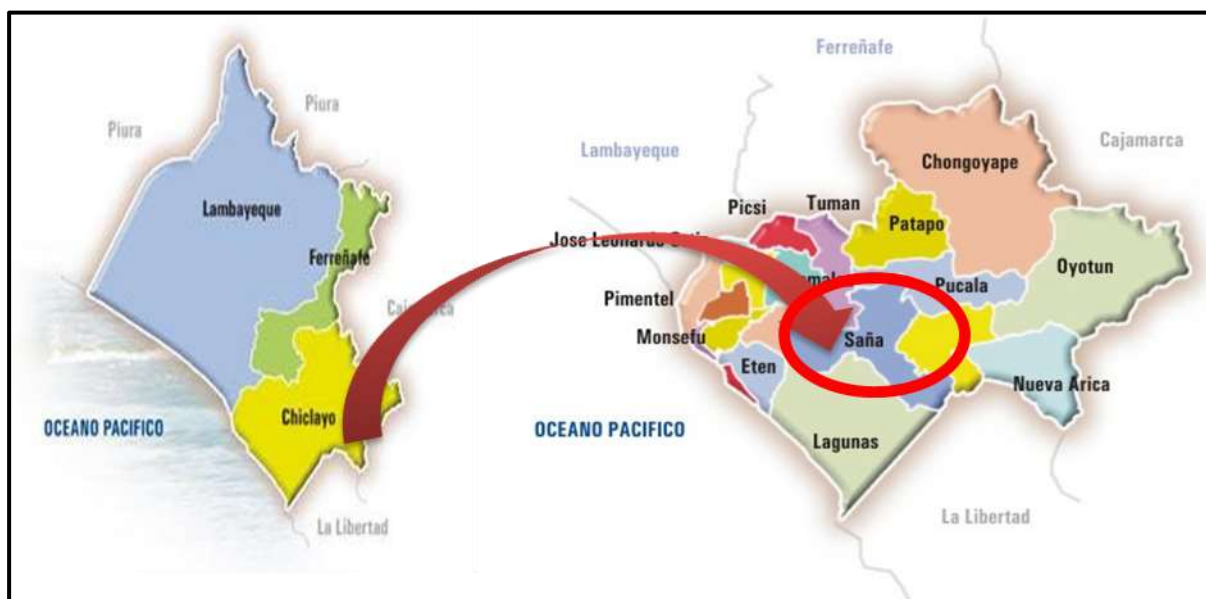
Por lo que se expide la presente constancia para los fines que el interesado crea conveniente.

Atentamente:


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZAÑA
Arq. Jorge Luis Medina Melendez
JEFE DE DIDUR

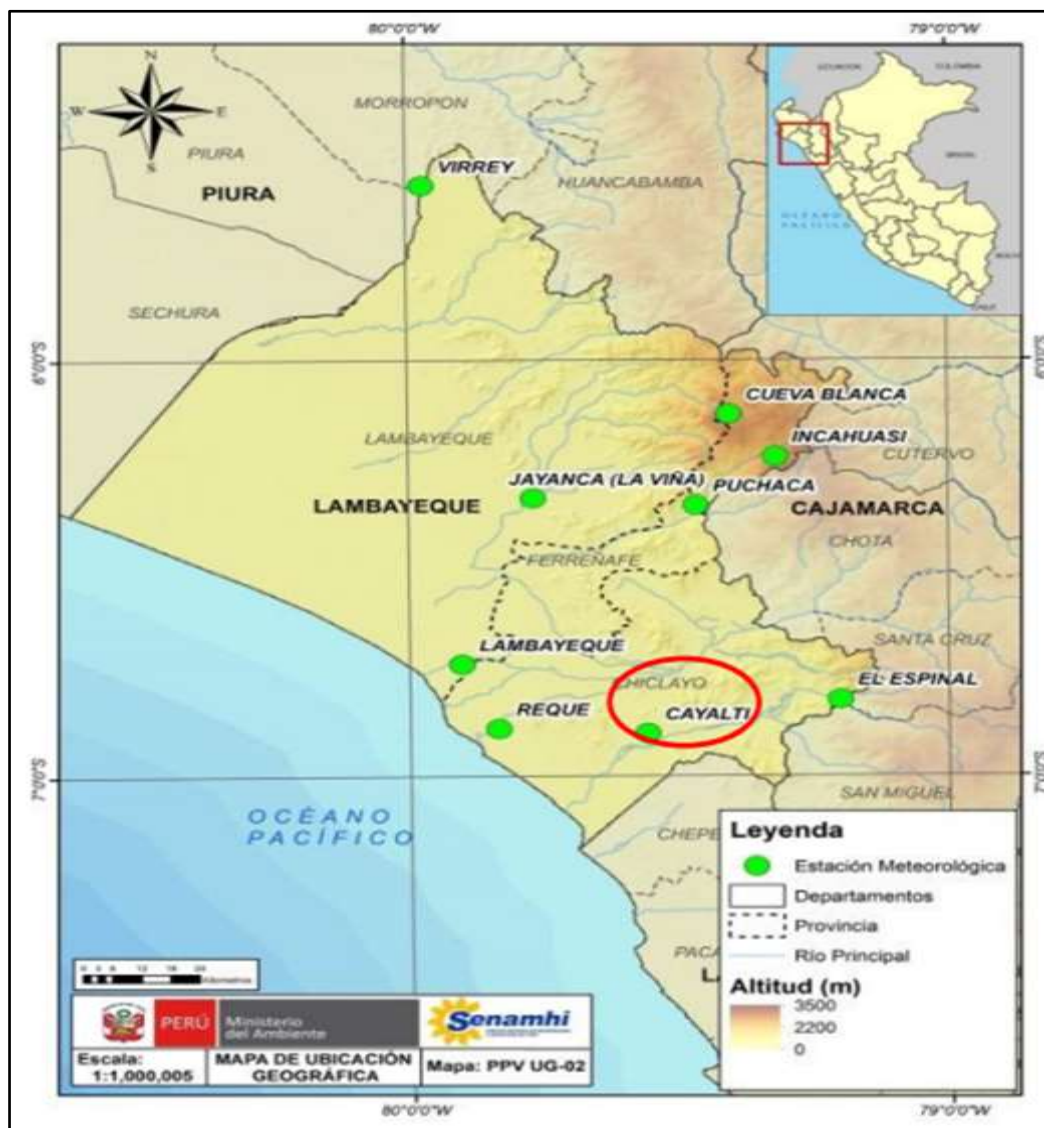
ANEXOS N°01.02: FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS N°2.1: Ubicación geográfica del proyecto



Fuente: Google

FOTOGRAFÍAS N°2.2: Mapa de estaciones meteorológicas en el Departamento de Lambayeque.



Fuente: Ministerio del Ambiente 2017

FOTOGRAFÍA N°2.3: Evacuación de las aguas pluviales en el C.P. Saltur.



Fuente: Defensa Civil - Municipalidad Distrital de Zaña.

FOTOGRAFÍA N°2.4: Inundación en las calles del C.P. Saltur.



Fuente: Defensa Civil - Municipalidad Distrital de Zaña.

FOTOGRAFÍA N°2.5: Vista de las calles del C.P. Saltur durante la lluvia.



Fuente: Defensa Civil - Municipalidad Distrital de Zaña.

FOTOGRAFÍA N°2.6: Conteo vehicular Av. Pomalca



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N°2.7: Conteo vehicular Av. 24 de Julio.



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.8: Excavación de la calicata 4



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.9: Excavación de la calicata 5



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.10: Excavación de la calicata 7



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.11: Excavación de la calicata 18.



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.12: Excavación de la calicata 8.



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.13: Obtención de muestras para ensayos de laboratorio



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.14: Muestras para el ensayo humedad y granometría



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.15: Muestras puestas al horno por 24 hrs.



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.14: Pasado de las muestras antes de colocar al horno



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.15: Ensayo de granulometría (Lavado de las muestras)



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.16: Ensayo de granulometría (Tamizado)



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.17: Ensayo de Límite Líquido y plástico



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA N° 2.18: Ensayo de PROCTOR y CBR



Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N° 2.19: Estudio topográfico en el dren de Saltur

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N° 2.20: Estudio topográfico en la acequia de Saltur

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N° 2.21: Estudio topográfico en las calles del C.P. de Saltur.

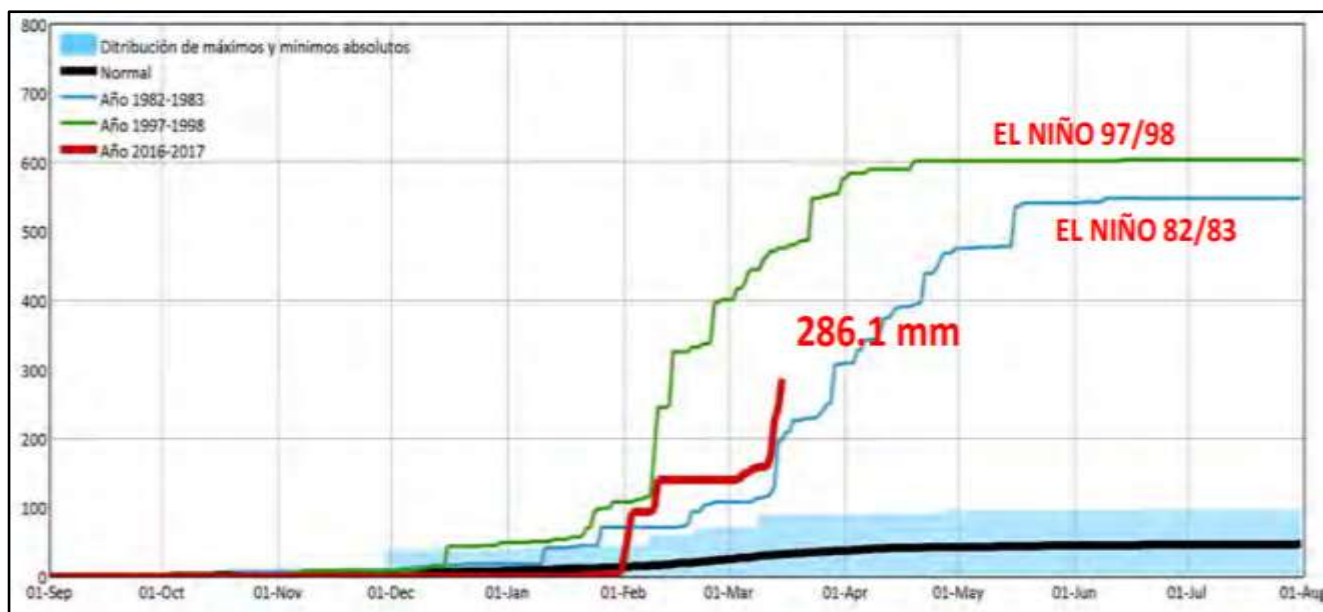
Fuente: Propia

FOTOGRAFÍAS N° 2.21: Descripción de BMs y puntos de cambio de estación

Fuente: Propia

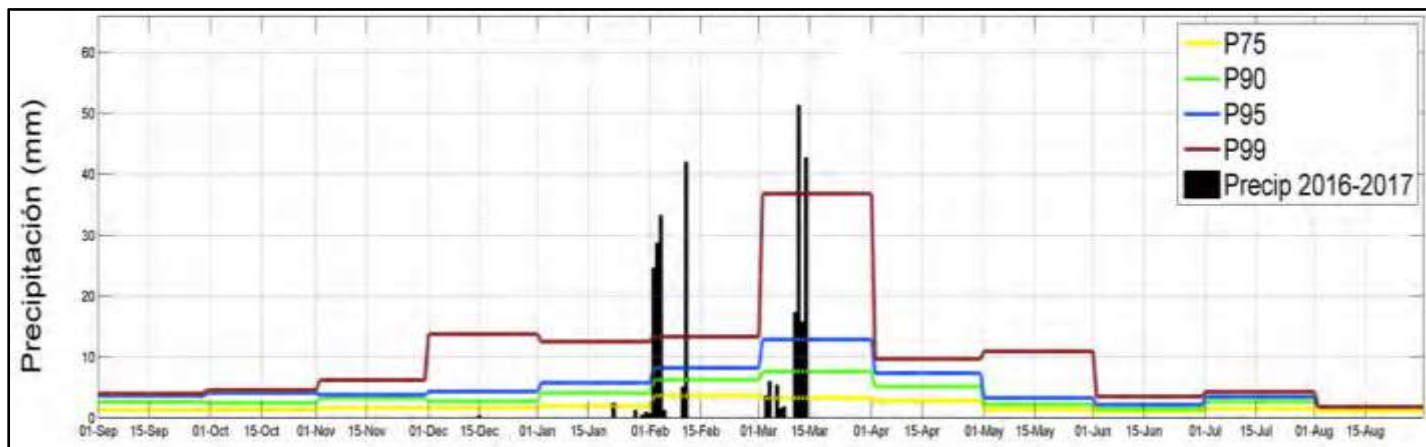
ANEXOS N 01. 03: GRÁFICOS

GRÁFICO N°3.1: Precipitación acumulada de Setiembre a Agosto – Estación Cayaltí



Fuente: SENAMHI.

GRÁFICO N°3.2: Precipitación diaria– estación Cayaltí.



Fuente: SENAMHI.

ANEXOS N°02: RESULTADOS DEL PROGRAMA SEWER GEMS

RESULTADOS DE DISEÑO DE TUBERÍAS SEGÚN SEWER GEMS

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0.00 min) (SEWER_SALTUR.stsw)										
	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (%)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)
296: T-58	79.07	78.91	31.9	0.500	Circle	475.0	0.010	1.81	302.76	62.9
297: T-62	78.88	78.64	48.5	0.500	Circle	475.0	0.010	1.89	302.73	79.1
298: T-66	78.61	78.14	85.5	0.554	Circle	599.2	0.010	2.02	592.24	43.3
299: T-68	78.11	77.63	104.6	0.456	Circle	599.2	0.010	1.97	536.88	57.9
300: T-70	77.60	77.38	43.6	0.500	Circle	599.2	0.010	2.07	562.42	57.9
301: T-72	77.35	76.90	103.5	0.436	Circle	599.2	0.010	1.97	524.95	63.7
302: T-75	76.90	76.60	106.5	0.282	Circle	599.2	0.010	1.23	422.12	82.1
303: T-79	76.60	76.30	126.3	0.238	Circle	599.2	0.010	1.47	387.70	106.9
341: T-51	79.60	79.37	45.5	0.500	Circle	475.0	0.010	1.42	302.73	25.0
347: T-49	79.85	79.63	45.3	0.500	Circle	475.0	0.010	1.23	302.73	14.8
349: T-46	80.09	79.88	40.5	0.500	Circle	475.0	0.010	1.06	302.73	8.9
381: T-11	85.63	85.23	79.8	0.500	Circle	475.0	0.010	1.93	302.73	89.9
382: T-8	85.20	84.75	59.1	0.761	Circle	475.0	0.010	2.34	373.43	79.9
396: T-21	86.70	86.48	44.5	0.500	Circle	475.0	0.010	1.88	302.73	76.4
397: T-16	86.45	86.24	41.9	0.500	Circle	475.0	0.010	1.92	302.73	84.9
398: T-14	86.21	85.66	71.6	0.763	Circle	475.0	0.010	2.28	373.87	69.5
400: T-29	86.33	84.13	70.0	3.140	Circle	475.0	0.010	1.49	758.63	1.3
401: T-32	84.10	83.53	63.2	0.893	Circle	475.0	0.010	1.90	404.66	25.3
402: T-35	83.50	83.23	54.1	0.500	Circle	475.0	0.010	1.79	302.73	61.0
411: T-41	82.82	82.71	20.4	0.500	Circle	475.0	0.010	1.88	302.73	77.0
422: T-24	86.98	86.73	50.6	0.500	Circle	475.0	0.010	1.79	302.73	60.0
429: T-82	77.80	77.20	9.6	6.234	Circle	380.4	0.010	2.94	591.22	6.6
432: T-74	77.93	76.90	11.0	9.392	Circle	337.6	0.010	2.61	527.85	2.9
436: T-69	78.63	77.60	13.2	7.777	Circle	237.6	0.010	3.01	188.23	14.2
438: T-67	78.73	78.11	15.8	3.912	Circle	237.6	0.010	2.30	133.51	18.7
442: T-65	79.03	78.61	14.2	2.937	Circle	237.6	0.010	1.78	115.68	12.4
447: T-55	79.45	79.10	11.1	3.164	Circle	237.6	0.010	2.71	120.08	50.2
450: T-53	79.83	79.34	10.3	4.747	Circle	237.6	0.010	2.93	147.06	31.1
472: T-44	80.80	80.60	9.6	2.073	Circle	152.0	0.010	1.44	29.53	31.3
496: T-36	83.41	83.23	6.3	2.788	Circle	237.6	0.010	1.62	112.70	9.9
497: T-33	83.65	83.53	8.0	1.401	Circle	237.6	0.010	1.56	79.89	86.5
545: T-6	85.28	84.75	11.4	4.586	Circle	237.6	0.010	2.52	144.55	19.3
549: T-15	86.55	86.24	4.2	7.386	Circle	237.6	0.010	1.94	183.45	3.5
550: T-28	86.42	86.36	11.8	0.583	Circle	237.6	0.010	0.90	51.55	19.4
552: T-31	84.28	84.13	4.0	3.841	Circle	237.6	0.010	2.21	132.30	16.7
553: T-30	84.31	84.13	6.5	2.749	Circle	237.6	0.010	2.70	111.91	66.1
556: T-19	86.60	86.48	4.9	2.444	Circle	237.6	0.010	1.71	105.53	15.0
568: T.9	85.66	85.23	4.4	9.709	Circle	237.6	0.010	3.09	210.32	10.7

570: T-12	85.88	85.66	4.6	4.699	Cirde	237.6	0.010	1.93	146.33	7.4
571: T-13	85.77	85.66	14.7	0.760	Cirde	237.6	0.010	0.90	58.83	12.2
583: T-38	83.20	82.85	71.7	0.500	Cirde	475.0	0.010	1.83	302.73	67.3
637: T-27	87.03	87.01	4.0	0.500	Cirde	337.6	0.010	1.53	121.79	87.2
683: T-37	83.50	83.23	6.1	4.330	Cirde	237.6	0.010	1.98	140.46	9.3
705: T-77	77.23	76.60	9.6	6.556	Cirde	380.4	0.010	3.44	606.28	10.3
750: T-57	79.55	79.10	13.5	3.341	Cirde	237.6	0.010	1.64	123.39	7.6
800: T-81	76.50	76.20	23.0	1.305	Cirde	599.2	0.010	3.31	908.73	55.5
817: T-61	79.39	78.91	30.8	1.538	Cirde	237.6	0.010	1.69	83.71	33.0
819: T-59	79.42	78.91	12.7	4.018	Cirde	237.6	0.010	2.41	135.31	20.9
837: T-47	80.09	79.88	10.5	1.984	Cirde	237.6	0.010	1.50	95.08	13.5
866: T-43	80.90	80.70	8.7	2.295	Cirde	152.0	0.010	1.36	31.07	21.1
869: T-45	80.85	80.65	11.2	1.789	Cirde	237.6	0.010	1.39	90.27	12.5
870: T-52	79.84	79.34	12.3	4.076	Cirde	237.6	0.010	1.90	136.27	8.9
872: T-48	80.00	79.88	10.2	1.161	Cirde	237.6	0.010	1.01	72.73	8.7
873: T-50	79.73	79.63	10.4	0.929	Cirde	237.6	0.010	1.48	65.05	51.5
879: T-5	85.06	84.75	3.9	7.947	Cirde	337.6	0.010	3.32	485.53	8.6
884: T-4	84.72	84.30	78.0	0.546	Cirde	599.2	0.010	2.23	587.65	66.0
886: T-1	84.27	83.88	12.2	3.201	Cirde	599.2	0.010	4.42	1,423.06	30.3
888: T-42	82.68	82.63	10.2	0.500	Cirde	475.0	0.010	1.88	302.73	76.6
889: T-26	87.39	87.01	4.2	9.030	Cirde	237.6	0.010	3.87	202.84	26.7
980: T-3	84.43	84.30	4.5	2.895	Cirde	428.0	0.010	1.86	551.77	3.9
981: T-2	84.80	84.50	4.2	7.160	Cirde	428.0	0.010	2.95	867.70	4.1
985: T-73	78.07	76.90	36.8	3.184	Cirde	337.6	0.010	1.53	307.31	3.0
1033: T-20	86.76	86.63	4.9	2.600	Cirde	237.6	0.010	0.85	108.84	1.3
1034: T-17	86.83	86.48	5.7	6.203	Cirde	237.6	0.010	1.99	168.12	5.1
1035: T-18	86.93	86.48	4.9	9.253	Cirde	237.6	0.010	2.04	205.33	2.9
1047: T-54	79.34	79.10	47.9	0.500	Cirde	475.0	0.010	1.64	302.70	42.4
1054: T-22	87.50	87.30	3.5	5.749	Cirde	237.6	0.010	1.82	161.85	4.3
1143: T-80	78.36	76.30	48.7	4.232	Cirde	475.0	0.010	3.61	880.77	15.5
1177: T-76	77.43	77.23	5.7	3.611	Cirde	380.4	0.010	1.66	449.96	2.4
1179: T-64	79.30	78.11	72.5	1.645	Cirde	237.6	0.010	1.95	86.59	49.8
1181: T-60	79.46	79.42	5.0	0.809	Cirde	299.6	0.010	0.92	112.68	7.0
1185: T-63	79.34	78.61	20.2	3.627	Cirde	380.4	0.010	1.55	450.95	1.9
1190: T-56	79.51	79.45	4.9	1.109	Cirde	237.6	0.010	0.91	71.09	6.7

RESULTADOS DE CÁLCULO DE AREAS TRIBUTARIAS SEGÚN SEWER GEMS

FlexTable: Catchment Table (Current Time: 0.00 min) (SEWER_SALTUR.stsw)

	Label	Outflow Element	Area (Unified) (ha)	Flow (Total Out) (L/s)	Runoff Method
594: AT2	AT2	S.4	0.282	9.91	Rational Method
599: AT5	AT5	S.6	0.298	10.49	Rational Method
602: AT6	AT6	S.3	0.516	18.17	Rational Method
606: AT10	AT10	S.19	0.683	24.01	Rational Method
607: AT11	AT11	S.3	0.578	20.33	Rational Method
608: AT12	AT12	S.3	0.278	9.78	Rational Method
612: AT16	AT16	S.3	0.528	18.58	Rational Method
613: AT17	AT17	S.1	0.284	9.98	Rational Method
614: AT18	AT18	S.18	0.380	13.36	Rational Method
617: AT19	AT19	S.5	1.232	43.34	Rational Method
618: AT20	AT20	S.4	0.350	12.31	Rational Method
619: AT21	AT21	S.6	0.352	12.37	Rational Method
620: AT22	AT22	S.6	0.314	11.05	Rational Method
621: AT23	AT23	S.7	0.325	11.44	Rational Method
622: AT24	AT24	S.18	0.954	33.58	Rational Method
626: AT26	AT26	S.12	0.331	11.65	Rational Method
627: AT27	AT27	S.19	0.211	7.43	Rational Method
628: AT28	AT28	S.13	0.107	3.77	Rational Method
629: AT29	AT29	S.13	0.018	0.63	Rational Method
630: AT30	AT30	S.9	0.164	5.77	Rational Method
631: AT31	AT31	S.20	0.418	14.69	Rational Method
632: AT32	AT32	S.22	0.495	17.43	Rational Method
633: AT33	AT33	S.25	0.316	11.10	Rational Method
634: AT34	AT34	S.23	0.272	9.56	Rational Method
638: AT37	AT37	S.11	0.177	6.21	Rational Method
639: AT38	AT38	S.16	0.122	4.28	Rational Method
640: AT39	AT39	S.18	1.161	40.84	Rational Method
641: AT40	AT40	S.18	0.525	18.47	Rational Method
648: AT41	AT41	S.17	0.383	13.47	Rational Method
649: AT42	AT42	S.16	0.819	28.80	Rational Method
650: AT43	AT43	S.16	1.043	36.70	Rational Method
651: AT44	AT44	S.21	0.297	10.44	Rational Method
652: AT45	AT45	S.23	0.388	13.64	Rational Method

653: AT46	AT46	S.16	0.359	12.63	Rational Method
654: AT47	AT47	S.21	0.070	2.46	Rational Method
655: AT48	AT48	S.21	0.047	1.65	Rational Method
656: AT49	AT49	S.21	0.641	22.55	Rational Method
662: AT50	AT50	S.23	0.348	12.25	Rational Method
663: AT51	AT51	S.23	0.239	8.40	Rational Method
665: AT53	AT53	S.11	0.012	0.43	Rational Method
666: AT54	AT54	S.21	0.175	6.16	Rational Method
667: AT55	AT55	S.21	0.372	13.10	Rational Method
668: AT56	AT56	S.15	0.237	8.32	Rational Method
669: AT57	AT57	S.23	0.416	14.64	Rational Method
670: AT58	AT58	S.21	0.471	16.57	Rational Method
671: AT59	AT59	S.23	0.302	10.61	Rational Method
672: AT60	AT60	S.24	0.252	8.85	Rational Method
673: AT61	AT61	S.24	0.323	11.37	Rational Method
674: AT62	AT62	S.27	0.364	12.80	Rational Method
675: AT63	AT63	S.28	0.317	11.15	Rational Method
676: AT64	AT64	S.28	0.376	13.21	Rational Method
684: AT65	AT65	S.26	0.075	2.62	Rational Method
686: AT66	AT66	S.26	0.049	1.73	Rational Method
687: AT67	AT67	S.26	0.246	8.66	Rational Method
688: AT68	AT68	S.42	0.502	17.65	Rational Method
689: AT69	AT69	S.40	0.279	9.82	Rational Method
690: AT70	AT70	S.38	0.207	7.30	Rational Method
691: AT71	AT71	S.35	0.087	3.04	Rational Method
694: AT72	AT72	S.36	0.317	11.15	Rational Method
695: AT73	AT73	S.38	0.125	4.40	Rational Method
696: AT74	AT74	S.38	0.111	3.91	Rational Method
697: AT75	AT75	S.40	0.283	9.94	Rational Method
698: AT76	AT76	S.42	0.118	4.15	Rational Method

699: AT77	AT77	S.42	0.181	6.36	Rational Method
700: AT78	AT78	S.42	0.171	6.02	Rational Method
701: AT79	AT79	S.41	0.169	5.95	Rational Method
709: AT80	AT80	S.42	0.162	5.70	Rational Method
710: AT81	AT81	S.41	0.157	5.53	Rational Method
712: AT83	AT83	S.39	0.008	0.28	Rational Method
713: AT84	AT84	S.39	0.129	4.53	Rational Method
714: AT85	AT85	S.39	0.150	5.27	Rational Method
715: AT86	AT86	S.37	0.014	0.48	Rational Method
716: AT87	AT87	S.38	0.131	4.59	Rational Method
717: AT88	AT88	S.37	0.131	4.60	Rational Method
718: AT89	AT89	S.36	0.257	9.05	Rational Method
719: AT90	AT90	S.36	0.616	21.69	Rational Method
720: AT91	AT91	S.35	0.092	3.25	Rational Method
721: AT92	AT92	S.34	0.127	4.47	Rational Method
722: AT93	AT93	S.35	0.403	14.18	Rational Method
723: AT94	AT94	S.34	0.178	6.25	Rational Method
724: AT95	AT95	S.33	0.150	5.29	Rational Method
725: AT96	AT96	S.33	0.058	2.03	Rational Method
726: AT97	AT97	S.31	0.302	10.61	Rational Method
727: AT98	AT98	S.34	0.406	14.27	Rational Method
728: AT99	AT99	S.32	0.176	6.19	Rational Method
729: AT100	AT100	S.31	0.209	7.34	Rational Method
730: AT101	AT101	S.30	0.263	9.25	Rational Method
731: AT102	AT102	S.34	0.213	7.50	Rational Method
734: AT103	AT103	S.43	0.109	3.83	Rational Method
735: AT104	AT104	S.36	0.156	5.49	Rational Method
742: AT107	AT107	S.55	0.531	18.67	Rational Method
747: AT110	AT110	S.43	1.189	41.84	Rational Method
751: AT112	AT112	S.44	0.050	1.77	Rational Method
752: AT113	AT113	S.45	0.666	23.43	Rational Method
753: AT114	AT114	S.44	0.326	11.47	Rational Method
757: AT118	AT118	S.55	1.179	41.47	Rational Method

758: AT119	AT119	S.46	0.582	20.47	Rational Method
763: AT120	AT120	S.55	0.567	19.95	Rational Method
764: AT121	AT121	S.47	0.374	13.17	Rational Method
765: AT122	AT122	S.40	0.161	5.65	Rational Method
766: AT123	AT123	S.48	0.203	7.15	Rational Method
767: AT124	AT124	S.48	0.008	0.28	Rational Method
768: AT125	AT125	S.46	0.201	7.09	Rational Method
769: AT126	AT126	S.55	0.653	22.99	Rational Method
770: AT127	AT127	S.49	0.519	18.26	Rational Method
771: AT128	AT128	S.47	0.291	10.25	Rational Method
772: AT129	AT129	S.50	0.366	12.88	Rational Method
773: AT130	AT130	S.54	0.263	9.27	Rational Method
774: AT131	AT131	S.52	0.546	19.22	Rational Method
779: AT134	AT134	S.10	0.139	4.90	Rational Method
781: AT136	AT136	S.55	0.945	33.24	Rational Method
782: AT137	AT137	S.54	0.132	4.66	Rational Method
783: AT138	AT138	S.54	0.271	9.54	Rational Method
790: AT139	AT139	S.17	0.148	5.21	Rational Method
805: AT140	AT140	S.42	0.009	0.33	Rational Method
813: AT141	AT141	S.51	0.208	7.32	Rational Method
1052: AT143	AT143	S.29	0.187	6.57	Rational Method
1053: AT144	AT144	S.10	0.054	1.89	Rational Method
1153: AT146	AT146	S.52	0.925	32.53	Rational Method
1156: AT147	AT147	S.8	0.482	16.94	Rational Method
1158: AT148	AT148	S.47	0.195	6.88	Rational Method

RESULTADOS DE CÁLCULO DE SUMIDEOS SEGÚN SEWER GEMS

FlexTable: Catch Basin Table (Current Time: 0.00 min) (SEWER_SALTUR.stsw)							
	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Length (m)	Width (m)	Flow (Captured) (L/s)
50: S.44	S.44	80.79	80.79	79.55	0.76	0.81	9.37
51: S.43	S.43	80.83	80.83	79.83	0.76	0.81	45.68
52: S.45	S.45	80.26	80.26	79.03	0.76	0.81	14.33
53: S.46	S.46	79.97	79.97	78.73	0.76	0.81	24.91
54: S.47	S.47	79.87	79.87	78.63	0.76	0.81	26.75
56: S.48	S.48	79.82	79.82	78.43	0.76	0.81	14.12
57: S.49	S.49	79.42	79.42	77.93	0.76	0.81	15.30
58: S.54	S.54	79.02	79.02	77.80	0.76	0.81	38.87
59: S.29	S.29	81.49	81.49	80.90	0.76	0.81	6.57
60: S.30	S.30	81.40	81.40	80.80	0.76	0.81	9.25
69: S.34	S.34	80.96	80.96	79.73	0.76	0.81	33.48
71: S.36	S.36	80.75	80.75	79.45	0.76	0.81	55.67
73: S.42	S.42	80.54	80.54	79.30	0.76	0.81	43.12
74: S.40	S.40	80.62	80.62	79.39	0.76	0.81	27.62
75: S.38	S.38	80.66	80.66	79.42	0.76	0.81	20.48
79: S.39	S.39	80.70	80.70	79.46	0.76	0.81	7.87
116: S.4	S.4	86.37	86.37	85.04	0.76	0.81	33.67
117: S.7	S.7	87.10	87.10	85.55	0.76	0.81	13.05
118: S.6	S.6	86.90	86.90	85.66	0.76	0.81	22.45
119: S.5	S.5	86.52	86.52	85.28	0.76	0.81	27.88
120: S.9	S.9	87.01	87.01	85.77	0.76	0.81	7.17
121: S.8	S.8	87.12	87.12	85.88	0.76	0.81	10.89
123: S.10	S.10	87.79	87.79	86.55	0.76	0.81	6.45
125: S.20	S.20	87.66	87.66	86.42	0.76	0.81	10.00
126: S.22	S.22	85.52	85.52	84.28	0.76	0.81	22.12
127: S.21	S.21	85.55	85.55	84.31	0.76	0.81	74.00
129: S.16	S.16	88.70	88.70	87.08	0.76	0.81	46.96
131: S.19	S.19	88.53	88.53	87.30	0.76	0.81	21.46
134: S.27	S.27	84.42	84.42	83.18	0.76	0.81	12.80
135: S.28	S.28	84.38	84.38	83.14	0.76	0.81	24.36

144: S.23	S.23	84.95	84.95	83.65	0.76	0.81	69.10
145: S.24	S.24	84.87	84.87	83.63	0.76	0.81	20.22
148: S.25	S.25	84.65	84.65	83.41	0.76	0.81	11.10
164: S.13	S.13	88.10	88.10	86.60	0.76	0.81	14.38
177: S.37	S.37	80.75	80.75	79.51	0.76	0.81	4.80
180: S.41	S.41	80.58	80.58	79.34	0.76	0.81	8.56
185: S.52	S.52	78.77	78.77	77.23	0.76	0.81	51.76
624: S.18	S.18	88.37	88.37	87.03	0.76	0.81	106.25
682: S.26	S.26	84.74	84.74	83.50	0.76	0.81	13.01
788: S.17	S.17	88.63	88.63	87.39	0.76	0.81	54.13
820: S.35	S.35	80.84	80.84	79.84	0.76	0.81	12.18
829: S.33	S.33	81.24	81.24	80.00	0.76	0.81	6.32
830: S.32	S.32	81.33	81.33	80.09	0.76	0.81	12.87
831: S.31	S.31	81.47	81.47	80.85	0.76	0.81	11.27
874: S.2	S.2	85.67	85.67	84.43	0.76	0.81	21.51
875: S.3	S.3	86.30	86.30	85.06	0.76	0.81	41.69
876: S.1	S.1	85.86	85.86	84.80	0.76	0.81	35.15
930: S.51	S.51	79.04	79.04	77.43	0.76	0.81	10.98
931: S.50	S.50	79.31	79.31	78.07	0.76	0.81	9.22
999: S.12	S.12	88.07	88.07	86.83	0.76	0.81	8.65
1000: S.11	S.11	88.17	88.17	86.93	0.76	0.81	5.89
1004: S.14	S.14	87.99	87.99	86.76	0.76	0.81	1.41
1027: S.15	S.15	88.77	88.77	87.50	0.76	0.81	6.92
1142: S.55	S.55	79.36	79.36	78.36	0.76	0.81	136.32

Fuente: Propia (Programa Sewer Gems)

RESULTADOS DE CÁLCULO DE BUZONES SEGÚN SEWER GEMS

FlexTable: Manhole Table (Current Time: 0.00 min) (SEWER_SALTUR.stsw)

	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total In) (L/s)	Flow (Total Out) (L/s)
218: PVP19	PVP19	80.71	79.07	197.89	190.26
219: PVP20	PVP20	80.67	78.88	246.12	239.27
220: PVP21	PVP21	80.44	78.61	262.16	256.54
221: PVP22	PVP22	80.11	78.11	324.57	310.65
222: PVP23	PVP23	80.03	77.60	337.40	325.48
223: PVP24	PVP24	79.82	77.35	339.60	331.55
224: PVP25	PVP25	79.53	76.90	356.06	338.47
225: PVP26	PVP26	79.01	76.60	436.66	405.10
232: PVP15	PVP15	81.42	80.09	27.09	26.94
234: PVP17	PVP17	80.98	79.60	78.41	75.74
250: PVP14	PVP14	84.63	82.68	233.09	231.74
252: PVP13	PVP13	84.46	82.82	240.84	233.09
254: PVP11	PVP11	84.93	83.50	191.46	184.46
256: PVP12	PVP12	84.67	83.20	208.57	203.68
258: PVP10	PVP10	85.40	84.10	106.02	102.14
259: PVP9	PVP9	87.75	86.33	10.00	9.91
260: PVP5	PVP5	87.87	86.21	263.56	259.92
262: PVP3	PVP3	87.20	85.20	307.64	298.41
263: PVP2	PVP2	86.32	84.72	401.66	387.58
276: PVP8	PVP8	88.51	86.98	181.84	181.54
277: PVP7	PVP7	88.70	86.70	235.41	231.14
280: PVP6	PVP6	87.98	86.45	261.46	257.11
294: PVP27	PVP27	79.10	76.30	541.42	493.79
309: PVP18	PVP18	80.91	79.34	133.59	128.28
345: PVP16	PVP16	81.28	79.85	46.13	44.93
883: PVP1	PVP1	85.90	84.27	444.23	430.73