



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida
Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq –
Cusco 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Dueñas Caballero, Yordy Jelvis (ORCID: 0000-0002-2719-0970)

ASESOR:

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los más anhelados sueños.

Agradecer a mi madre Susana Caballero Saravia y a mi padre Daniel Dueñas Fernández y a mi esposa, Rosa Jacqueline Escobar Muñoz, por su apoyo incondicional, amor, trabajo y sacrificio en todos estos años y a mis adoradas hijas Luciana y Daniela por su paciencia y por su tiempo. Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Gracias por ser mi familia, la que nunca me puso ningún obstáculo, todo lo contrario, fueron parte de este sueño.

Yordy J. Dueñas Caballero

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Susana Caballero Saravia y Daniel Dueñas Fernández, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradecemos a mi asesor al Ing. Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi tesis, por su paciencia, su rectitud como docente, y por su valioso aporte para mi investigación.

Yordy J. Dueñas Caballero

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I: INTRODUCCIÓN	1
II: MARCO TEÓRICO.....	5
III: METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipos y diseño de Investigación	23
3.2 Variables y operacionalización:.....	24
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	24
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	25
3.5 Procedimientos:	25
3.6 Métodos de Análisis de Datos:.....	26
3.7 Aspectos Éticos	26
VI. RESULTADOS	27
VI: CONCLUSIONES.....	51
VII: RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1 Preciitación maxima en 24h (mm)	31
Tabla 2 Distribución Gumbel de las precipitaciones	32
Tabla 3 Precipitaciones diarias máximas para distintos periodos de retorno	34
Tabla 4 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias	34
Tabla 5 Intensidad de la lluvia (mm/hr) segun periodo de retorno.....	35
Tabla 6 Regresión potencial	36
Tabla 7 Tabla de intensidad - duración – frecuencia.	37
Tabla 8 Coeficiente de esorrentía, de la Norma OS.060	40
Tabla 9 Caudales circundantes por las vias de la av. cultura	41
Tabla 10 Capacidad máxima del cauda	39
Tabla 11 Altitudes maximas y minimas	42
Tabla 12 Tabla de mantenimiento rutinario	43

Índice de figuras

Figura 1 Coeficiente de rugosidad de acuerdo con la superficie. Fuente Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)	18
Figura 2 Tipos de cunetas.	19
Figura 3 tipos de sumideros.	20
Figura 4 Mapa político del Perú	28
Figura 5 Mapa político del departamento de Cusco	28
Figura 6 Mapa de la provincia de Cusco	29
Figura 7 Mapa del distrito de Cusco	29
Figura 8 Pistas y veredas inguradas en la av. Cultura	30
Figura 9 Inmediato de libre transporte en la Av. la Cultura.....	30
Figura 10 Gráfico de regression potencial.....	36
Figura 11 Gráfico de intensidad – duración - frecuencia	38
Figura 12 Cálculo hidráulico de cuneta rectangular - para la av. Cultura realizada por el programa Hcanales	40
Figura 13 Cálculo hidráulico de cuneta rectangular av. Cultura	40
Figura 14 tramo en estudio.....	41
Figura 15 imagen de drenaje sin mantenimiento.....	42
Figura 16 Limpieza de drenajes.....	42
Figura 17 Gráfico con los meses lluviosos segun SENAMHI	44

Resumen

El presente trabajo de investigación denominada “Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021”, tuvo como finalidad realizar un diseño de red de drenaje para evacuación de aguas pluviales así de esta manera dar solución a la acumulación de aguas pluviales para mejorar a los habitantes la calidad de vida; a la vez reducir la contaminación y afecciones a la propiedad pública y privada.

El presente proyecto de investigación metodológicamente tiene un enfoque cuantitativo ya que recolecta datos de informaciones existentes de las precipitaciones pluviales, los analiza con métodos estadísticos aplicables para el diseño del sistema de drenaje pluvial, el nivel de investigación es correlacional ya que tiene como finalidad conocer la relación que existe entre la variable independiente: precipitación pluvial y la variable dependiente: diseño del sistema de drenaje para evacuación de aguas pluviales en la av. Cultura.

Es indispensable señalar que la presente investigación se desarrolla en 7 capítulos, todos fueron desarrollados con información confiable y verificable.

Palabras clave: Evacuación, Sistema de drenaje pluvial.

Abstract

The present research work called "Rainfall and evacuation drainage network on Cultura Avenue between Manuel Prado and Marcavalle, Wánchaq district - Cusco 2021", had the purpose of designing a drainage network to evacuate rainwater and thus provide a solution to the accumulation of rainwater to improve the quality of life of the inhabitants; at the same time reduce pollution and damage to public and private property.

The present research project methodologically has a quantitative approach since it collects data from existing information on rainfall, analyzes them with statistical methods applicable to the design of the rainwater drainage system, the level of research is correlational since its purpose is to know the relationship between the independent variable: rainfall and the dependent variable: design of the drainage system for rainwater drainage in Cultura Avenue.

It is essential to point out that this research is developed in 7 chapters, all of them were developed with reliable and verifiable information.

Keywords: Evacuation, Rainwater drainage system.

I: INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado son una parte muy importante de una infraestructura hidráulica residencial, ya que estos sistemas son los encargados de transportar las aguas residuales y/o escorrentías domiciliarias a un lugar de disposición o tratamiento. En las últimas décadas las grandes ciudades se han visto afectadas por el acelerado y desordenado asentamiento urbano-marginal y por un crecimiento industrial carentes de mecanismos apropiados de prevención y control de la contaminación ambiental en los ríos, y en el mar. (Juncosa Rivera, 2016)

Problemas pluviales en áreas urbanas, especialmente en áreas urbanas recientes y de rápido crecimiento, como es el caso de la costa mediterránea española. Se ha estudiado que tiene consecuencias que un proceso de urbanización no respete la hidrología de las cuencas naturales preexistentes para el drenaje. Asimismo, se analizan conceptualmente los problemas que plantea la modelización numérica de diversos procesos que intervienen en el drenaje urbano, en especial el comportamiento hidráulico de las redes colectoras. (Juncosa Rivera, 2016)

En el Perú el sistema de drenaje, es un tema históricamente conocido por todos, siendo clara muestra las obras de arte que nos dejaron nuestros ancestros, así como canales, acueductos, drenes y otras obras hidráulicas que sorprenden en la actualidad por la magnitud y vida útil, retando así el tiempo y las condiciones climáticas existentes en nuestro país, a todo esto, se suma, la deficiente aplicación de la gestión de infraestructura de drenaje pluvial a coadyubado que haya ocurrido inundaciones a nivel nacional, deslizamientos y derrumbes, con pérdidas humanas y materiales.

En cusco los problemas que afrontan los habitantes de la ciudad imperial en la temporada de lluvias es la rápida acumulación de agua en las calles, que se convierten en riachuelos que inundan las calles y viviendas. Eso se debe la inexistencia de un sistema adecuado de evacuación de aguas pluviales en la ciudad una de las principales causas de este problema, según algunos estudios, es el deficiente sistema de alcantarillado y desagüe y crecimiento poblacional y, por ende, de viviendas en las tres últimas décadas.

Después de todo lo expuesto, el presente proyecto que se desarrolla, es dar una alternativa a una necesidad de solucionar el drenaje de aguas pluviales, que se acumulan en las zonas de depresión, la ciudad de Cusco, se encuentra a una altura de 3,399 msnm. Con precipitaciones pluviales irregulares a lo largo del año y una etapa de lluvias bien marcada, entre diciembre y abril, llegando a 40.8 mm de precipitación total promedio anual (según datos de SENAMHI).

En la av. Cultura la situación es crítica ya que no existe un sistema adecuado de evacuación de agua pluviales, en las que, se acumulan las precipitaciones es importante mencionar que las constantes lluvias colapsan el sistema de alcantarillado de aguas servidas, ocasionando malos olores en dicha zona en ese sentido, considerando la necesidad en la av. Cultura se desarrolla el trabajo de investigación: “Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021”, **cuyo interrogante del problema general es:** ¿Cómo influye la precipitación pluvial en el diseño de la red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021 **y los problemas específicos son:** ¿Cómo influye el caudal en el diseño del sistema de drenaje en la av. cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021? ¿Cómo influye las características topográficas en el diseño del sistema de red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021? ¿Cómo influye la frecuencia de mantenimiento del sistema de drenaje en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021?

La justificación técnica consiste en tomar en cuenta los parámetros y/o características topográficas, hidrología urbanística para diseñar adecuadamente de una red de drenaje de aguas pluviales que dé solución a los problemas descritos arriba.

El presente trabajo de investigación se desarrolla para dar solución la inundación de las aguas pluviales mediante un diseño adecuado de evacuación de aguas pluviales por lo cual, la justificación practica consiste en diseñar un sistema de evacuación de drenaje pluvial para mejorar el flujo de las aguas por precipitaciones pluviales. Muchas veces, no se toman en cuenta en implementar planes de gestión

de infraestructura tanto vial como saneamiento, los cuales conllevan a consecuencias negativas y catastróficas y en la propiedad pública y privada razón por el cual, la **justificación económica**, es que al desarrollar el diseño de red de drenaje de aguas pluviales en la av. de la cultura y tener un control de la precipitación pluvial, garantizando la vida útil de los proyectos ejecutados en la zona así de esta manera las inversiones realizadas por el estado y las entidades privadas sean sostenibles en el tiempo.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general: Analizar la influencia de la precipitación pluvial en el diseño de drenaje de evacuación en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021. **Y los objetivos específicos desarrollados son:** determinar la influencia del caudal en el diseño de la red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021; determinar la influencia de las características topográficas en el diseño del sistema de red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021; y determinar la influencia de la frecuencia de mantenimiento del sistema de drenaje en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021

La hipótesis general del trabajo de investigación se tiene: La precipitación pluvial influye significativamente en el diseño de la red de drenaje en la av. cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021, **Y las hipótesis específicas son:** El caudal influye en el diseño del sistema de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021; las características topográficas influye en el diseño de la red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021; el mantenimiento frecuente del sistema de drenaje influye en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito Wánchaq - Cusco 2021.

Finalmente, para culminar esta introducción es necesario desarrollar proyectos que contribuyan a la solución de inundaciones a causa de la mala evacuación de aguas pluviales que son problemas en todos los pueblos y ciudades en zonas lluviosas, y de esta manera brindar un adecuado nivel de vida y salud.

II: MARCO TEÓRICO.

Como parte de los estudios previos recolectados en esta investigación se procedió analizar los siguientes antecedentes. En el ámbito nacional se tiene.

Delgado y Gonzales (2019). De acuerdo al objetivo de la investigación, se considera implementar un diseño que cumpla con los requisitos mínimos de funcionamiento, base técnica y eficiencia económica para la construcción de andenes y sistemas de drenaje pluvial de la ciudad CP Pampa Grande, Municipio de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. El método de estudio es descriptivo, su población es Chongoyape y la muestra es C. P. en Pampa Grande. En consecuencia, se consideró un diseño de estructuras de drenaje pluvial, teniendo en cuenta un tiempo de concentración de 66,85 min y una intensidad máxima horaria de lluvia de 22,55 mm/h, y finalmente se concluyó que el proceso constructivo utilizado provocaría efectos negativos moderados. La conclusión del autor es que la ausencia de instalaciones sanitarias en diferentes calles del área de estudio ha resultado en la acumulación de agua de lluvia en algunas calles de la ciudad. Asimismo, se determinó que la topografía del área de estudio es ondulada, con diversos grados; sin embargo, pueden reducirse o mitigarse con el plan de manejo ambiental completado por el investigador.

Dávila (2018). El objetivo fue Diseñar el sistema de drenaje pluvial para mejorar la accesibilidad del asentamiento humano Macambo, Banda de Shilcayo - San Martín. Su metodología es una investigación no experimental y tiene un diseño descriptiva-aplicada, población Asentamiento Humano Macambo y su muestra 3 calles del asentamiento humano. Conclusiones: Se ha podido comprobar que el terreno es plano ligeramente ondulado. De acuerdo al EMS se determinó que es un suelo CL-ML. El proyecto tiene un impacto nulo en el ambiente, ya que su riesgo es menor al momento de la ejecución. Las avenidas máximas de escorrentía en 24 horas durante diez años obtenidos de SENAMHI y a través de la aplicación de matemática básica nos permite conocer los datos con mayor exactitud el tiempo de concentración.

En el plano Internacional, el trabajo Carner (2021), El objetivo no era solo analizar el funcionamiento de la red pluvial, el flujo de agua de lluvia en las tuberías y calles

(y su desempeño hasta 2013), sino que su método analítico les permitió investigar herramientas para crear bases de datos que permitan la comparación. alternativas de medidas estructurales por un lado agravando las medidas no estructurales (alarmas y ordenación territorial y urbanística) y por otro lado evitaría daños en caso de convertir estas medidas en edificación. población de estudio de la cuenca urbana de la ciudad de cat de la plata, se utilizó un muestreo por conveniencia, los resultados obtenidos en los criterios analíticos para la gestión de riesgos relacionados con el drenaje pluvial, entendidos son las situaciones que se pueden presentar en la cuenca cuando se producen tormentas de mayor magnitud que las esperadas en proyectos de huracanes. Finalmente, se concluye que desde la gestión del riesgo se pueden desarrollar planes de contingencia donde la ingeniería de riego hará un aporte destacado en la evaluación del riesgo hídrico asociado a las cuencas urbanas.

Otalora (2018,) en su objetivo propone la “Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para escorrentía superficial - Barrio San Vicente Suroriental, localidad San Cristóbal - Bogotá D.C.” menciona que su metodología es de tipo descriptivo, la población que se considero fue el barrio de san Vicente de la ciudad de Bogotá y El diseño se ha instruido de acuerdo con las instrucciones registradas en sus reglas como NS085 del NS085 de la bolsa, la herramienta utilizada para modelar es con el programa GEM que ha verificado la simulación de comportamiento creada en realidad, en lo que se refiere a los resultados obtenidos, el El autor cree que es muy práctico para las redes de soporte de proyectos para un período de rendimiento de 5 años, con el objetivo de diseñar un sistema de drenaje en su sector de investigación y no resolver las desventajas de que los residentes deben soportar, se ha hecho la conclusión de acuerdo con las regulaciones de los EE. UU. , el diseño regional con los parámetros establecidos y son expertos en autores en el terreno, se propuso, se le debía complementarse con empleos como pozos, sardinas temidas, debido a la precipitación. El área donde son muy intensos.

En la propuesta de artículos de ciencias internacionales, tiene un artículo científico en el Partido y Vanegas (2018). Este trabajo tiene como objetivo resolver la

propuesta de aumentar las inundaciones en las doce razas de la ciudad de Chía, el departamento de Cundinamarca. Para la construcción de la propuesta, una metodología indicada en cinco etapas que se desarrollarán los objetivos propuestos, incluidas las visitas al área de estudio, para lograr hidrología, implementación de diseño de aguas residuales. Tanques de agua de lluvia y tormenta, correlaciones del terreno proporcionadas. Se entiende que este proyecto apunta a resolver este problema en las zonas urbanas de Chía, pero principalmente en la PLAZA. Las herramientas utilizadas fueron datos de las estaciones hidrometeorológicas de Guanatá y Santo Tomás, quienes realizaron los diseños finales con la estación de Guanatá, esta información fue proporcionada por IDEAM y LA CAR. Hay aportes de resultados realizados en base al diseño optimizado de sistemas de drenaje pluvial y tanques de agua de lluvia, realizados de acuerdo a una metodología académica para alcanzar los objetivos planteados. Así mismo, se concluye que el desarrollo de este documento inició con una descripción de la zona de estudio y su respectiva problemática antes, además de tener acceso, cabe señalar que los resultados obtenidos no son solo referencias a este ente territorial. pero para cualquier municipio del país con las mismas o similares condiciones.

Ojeda y Álvarez (2020) el artículo científico tiene como objetivo analizar el recurrente problema de inundación que se presenta en la zona urbana de Hermosillo en la temporada de lluvias, y en el campus principal de la Universidad de Sonora. La metodología de estudio consistió en la evaluación del sistema de drenaje pluvial teniendo como población la ciudad de Hermosillo y como muestra el campus universitario los instrumentos fueron los estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y sociales para determinar los caudales que genera el escurrimiento del agua pluvial en las doce microcuencas identificadas. Se obtuvieron las curvas de precipitación-duración-de retorno (Pd-Tr) eligiendo una tormenta de diseño para un periodo de retorno de 10 años. . En conclusión, este artículo presenta un estudio que se desarrolló debido al problema recurrente de inundaciones que se presenta en el área urbana de Hermosillo durante la época de lluvias, y en el campus principal de la Universidad de Sonora.

Aparicio, Graell, Aguilar (2018), Este artículo científico Se llevó a cabo con el objetivo de diseñar un sistema que utilice agua de lluvia y aguas grises para evacuar los baños públicos del Edificio N° 1 de la Universidad Tecnológica de

Panamá (UTP). Para ello se realizó un análisis de los sistemas de abastecimiento de agua potable y evacuación (saneamiento) existentes en el mencionado edificio. Este estudio se realizó leyendo planos, examinando estructuras sanitarias, luces a través de drones y entrevistando a expertos familiarizados con la configuración del edificio. Algunas de las variables medidas para lograr el diseño son: el consumo del fregadero (que da como resultado las aguas grises disponibles), la cantidad de agua de lluvia que se puede recolectar, el consumo de agua potable en el edificio y la tasa de ahorro de agua. Con la aplicación del diseño se espera ahorrar significativamente el costo del agua potable en el edificio.

En la propuesta de artículos científicos en otros idiomas, se encuentra Méndez, Rodríguez y López (2018), artículo científico: “Mejora de reemplazo inminente en drenaje pluvial para mitigación de inundaciones”. Mencionan que para vivir en armonía con la naturaleza es necesario utilizar estrategias creativas para mejorar el funcionamiento de nuestro sistema de drenaje. Considerando esto, se realizó una propuesta innovadora para implementar un drenaje pluvial prefabricado capaz de retener residuos sólidos y finos como una alternativa para reducir los daños severos ocasionados por las lluvias.

Cely Calixto (2020). The research was developed based on the design and optimization of the stormwater drainage network, with the goal of finding solutions for possible flooding situations. Finally, three study areas with different topographical conditions were identified in the city of San Jose de Cucuta, Colombia, with an extension of 16.82 ha (high-slope area), 12, 85 ha (middle slope area) and 12.10 ha (low slope area). slope area); subsequently, a stormwater drainage network was designed for each study area based on the current specifications of Colombian standards; The stormwater drainage network was modeled using U.S. Environmental Protection Agency stormwater management modeling software, a cost-benefit comparison was developed for the two alternatives. At the end of the survey, it was found that by determining the cost structure for different conditions of the initial design and the optimized design, 17.8% was saved at the steep slope, 22 % at medium slopes and 2 .6% at low slopes, mainly in activities such as excavation and pipe diameter.

Lee, JG, Nietch, CT y Panguluri, (2018) The quantity and quality of urban stormwater runoff is highly dependent on catchment characteristics. Models are used to simulate runoff characteristics, but the results of the stormwater management model depend on how the watershed is subdivided and are represented as spatial factors. To model green infrastructures, we propose a customized method that distinguishes directly connected septum (DCIA) from total septum (TIA). Infiltration buffer zones, which receive runoff from upstream impermeable zones, should also be defined as a distinct subset of the overall permeable zone (PA). This separation provides an improved model representing the flow process. With these criteria in mind, the spatially customized approach for projects using the US Environmental Protection Agency's Rainwater Management Model (SWMM) is demonstrated for Shayler Crossing Watershed (CHS), a well-controlled suburban residential area, occupying 100 hectares, east of Cincinnati, Ohio. The model is based on a highly-resolved spatial database of urban land cover, stormwater drainage characteristics, and topography. To verify the spatial customization method, a hypothetical analysis was carried out. Six different representations of the common urban landscape draining into a single storm inlet were evaluated with eight 2-hour composite storms. This analysis allows us to choose a custom scheme that balances the complexity of the model setup with the assumed accuracy of the output for the most complex customization option considered

Definición de los conceptos que sustentan la investigación del marco teórico: variable independiente, las variables dependientes y sus dimensiones.

Respecto a la precipitación pluvial, la Norma OS. O60 (2018), lo define como el agua aportada a la superficie Terrestre como lluvia (granizo, nieves o lloving). La unidad de medida de las precipitaciones es en altura de agua (expresadas en mm), estas medidas están tomadas en una superficie horizontal en forma vertical y perpendicular a esta.

Ricardo Juncosa Rivera (2016) explica los conceptos de los aparatos de medición de la precipitación pluvial:

a) Pluviómetros no registradores: son aparatos que consiste de un receptáculo que almacena la lluvia mediante un embudo. Este aparato permite atenuar la pérdida de agua debido a la evaporación. Este receptáculo es instalado generalmente a

150 cm. del nivel de terreno natural. Cabe señalar que son los más utilizados en las Estaciones Meteorológicas instaladas a nivel nacional por SENAMHI.

b) Pluviómetros totalizadores: Su uso es frecuente en lugares de difícil acceso, se hacen necesarias la instalación, dichos datos son importantes en los estudios y cálculos realizados. Deben tener mayor capacidad y emplear sustancias que atenúen la evaporación, ya que por el difícil acceso los datos se recogen una vez al año.

c) Pluviómetros registradores o pluviógrafos: Es un instrumento que registra a tiempo real las alturas de la precipitación de una determinada área. El resultado que se obtiene de estos instrumentos son los pluviograma, que son registros de la variación de altura de precipitación (en mm) respecto al tiempo transcurrido.

Según Ricardo Juncosa Rivera (2016), la precipitación es la suma de lluvias producidas por una perturbación meteorológica común, en otras palabras, es un tiempo de lluvia fuerte.

Según Ricardo Juncosa Rivera (2016), la intensidad de lluvia lo define como la cantidad de lluvia precipitada por unidad de tiempo en un intervalo de tiempo. La intensidad de lluvia es un parámetro muy importante en el dimensionamiento de las estructuras de drenaje.

Según Juncosa (2016,19), Pluviograma e hietograma, se define Pluviograma al gráfico de alturas de lluvia acumuladas vs. Tiempo, el Hietograma es la representación de las intensidades de lluvia vs. tiempo. Al producirse las lluvias es un hecho que las intensidades varían durante el tiempo en el que ésta se produce, estas intensidades nos dan como resultado del pluviograma, dibujando las pendientes de las tangentes intensidades medias durante un intervalo de tiempo, el resultado que toma el hietograma será escalonada. La unidad de medida de la intensidad es en mm/h, se ha observado que en el estudio de tormentas de poca duración la unidad de medida de la intensidad se da en mm/min.

Temiz (1978), curva Intensidad-Duración-frecuencia (curva IDF) son como puntos representados en un plano cartesiano teniendo como abscisas la intensidad media

y en el eje de las ordenadas intervalos de duración variado; es necesario señalar que dichos puntos pertenecen a un mismo periodo de retorno conocido también como frecuencia. Así mismo, Juncosa (2016) recomienda que para dibujar estas curvas primero hay que determinar las intensidades medias máximas para un determinado intervalo de tiempo y, posteriormente, los cálculos se realizan para cada intervalo según las intensidades correspondientes para distintos periodos de retorno. La fórmula está dada de la siguiente manera:

$$I = \frac{a}{b+t}$$

Donde I = intensidad media máxima, t = intervalo de tiempo a y b = parámetros de ajuste que varían de acuerdo al periodo de retorno y las estaciones. En anexos se puede apreciar la representación de la curva IDF.

Según Musy, André (2001), el caudal es la unidad generalmente está dada en m³/s esta se define como el volumen de agua que pasa por una sección transversal determinada, en una unidad de tiempo. También se puede definir como el resultado del producto del área de la sección transversal y la velocidad.

Retención superficial, según Juncosa (2016), es la retención de la lluvia que queda en el suelo y en la vegetación, tales como se forman los lagos y lagunas en las zonas de depresión. Es importante mencionar los 2 componentes fundamentales expresiones del ciclo hidrológico: Interceptación superficial y detención superficial.

Evaporación, Según SENAMHI, es el cambio del estado líquido al estado gaseoso del agua. Para este proceso es importante la presencia de la radiación solar directa, y de la temperatura del aire.

Infiltración, según Juncosa (2016), es el paso del agua a través del suelo en forma vertical a la parte interna de la tierra. Proceso de vital importancia para llenar los acuíferos.

Escorrentía Superficial, Según Musy (2001), es la parte de la lluvia que no se intercepta, que no se filtra y no se evapora y que escurre por las laderas y/o calles de una ciudad. En la mayoría de las veces se toma en cuenta este parámetro para el diseño de obras hidráulicas, pero, es recomendable considerar que ese parámetro interactúa con la infiltración y la humedad del suelo.

Escorrentía subsuperficial, Según Musy, André (2001), es el agua que no sea infiltrado al suelo, pero, no llega a almacenarse en acuífero alguno, y escurre por las corrientes subterráneas existentes.

Con respecto a la Variable ***Diseño de la Red de drenaje de Aguas Pluviales***, las teorías a desarrollar son las siguientes:

Sistema de red de drenaje, según Palacios (2008), es la suma de estructuras como: colectores, sumideros, cunetas, canaletas, entre otros, todo con el propósito de reunir las aguas pluviales y evacuarlos hacia un lugar adecuado, ríos, lagunas y/o zonas bajas; así de esta manera no se generen problemas de inundación de las zonas urbanas. Es necesario tener toda la información básica para realizar un proyecto hidráulico para que el ingeniero proyectista plantee un sistema de drenaje.

Sistema de alcantarillado pluvial, según CNA (2007), este sistema de alcantarillado pluvial está dividida en varias partes, reunidas de acuerdo a la función que cumplen cada uno de ellos, las estructuras son de:

- a) Captación.
- b) Conducción.
- c) Conexión y mantenimiento.
- d) Vertido.
- e) Instalaciones complementarias.
- f) Disposición final

La estructura de captación, Según CNA (2007,11), es un tipo de estructuras que reúnen las aguas de lluvia que discurre sobre el terreno natural y las lleva al sistema de conducción. Tiene que tener una ubicación estratégica, siendo lo recomendable ubicarlos cada cierta distancia, así como también ubicarlas en las partes bajas de las calles, siendo necesaria el estudio topográfico.

Son determinantes las pendientes de las calles para elegir una de estas estructuras en algunos casos sus combinaciones de estructuras. En nuestro País, generalmente se acostumbran a utilizar sumideros como estructuras de captación los cuales llevan rejilla para evitar el ingreso de objetos que obstaculicen los conductos, En la Figura N° 4 (Anexos) se muestran imágenes de tipos de sumideros pluviales que están consideradas en la Norma OS.060, empleados generalmente en las diferentes obras de drenaje.

Estructuras de conducción, Según CNA (2007,11), son las que conducen las aguas pluviales desde los sumideros hasta el punto final de descarga. Su clasificación obedece a la importancia del conducto dentro del sistema del dren. Son de vital importancia dentro del sistema de drenaje pluvial y pueden ser cerrados o abiertos y de diferentes secciones, tal como se puede apreciar en la Figura N.º 5 y Figura N.º 6 de Anexos. En dichas imágenes se observa que en los conductos cerrados tenemos como sección: la semi elíptica, herradura, circular, rectangular y bóveda, y en los conductos abiertos tenemos como sección: rectangular, Trapecial, triangular y la combinada.

Las estructuras de conexión y mantenimiento, Según CNA (2007,14) son aquellas estructuras que se construyen con la finalidad de facilitar la inspección y la limpieza de los conductos de la red de drenaje, también permiten su ventilación. Este tipo de estructuras hacen que la reparación y limpieza de los conductos sea más económicas. Su diseño obedece también a la configuración topográfica del área a intervenir.

Estructuras de Vertido, según CNA (2007,15), se considera a la estructura final de todo el sistema de drenaje pluvial, es el lugar donde se descarga todo el caudal acumulado. Estas estructuras pueden verter el agua acumulada en conductos cerrados, y abiertos, lagunas, etc. Por lo cual se considera dos tipos de estructuras de descarga, son:

- En el vertido en conducto cerrado el caudal es acumulado mediante tubería y necesita descargar las aguas a una corriente de recepción que tenga velocidad y dirección. (CNA 2007)
- El vertido en canal a cielo abierto son estructuras de descarga como canales, siendo necesario incrementar el ancho hasta llegar a la corriente de recepción. Se debe diseñar la estructura con la finalidad de evitar la socavación del terreno natural y/o del canal receptor. (CNA 2007)

Instalaciones Complementarias, según CNA (2007,16), son aquellas que llegan a complementar al sistema de drenaje y puedan llegar a cumplir su propósito, podemos mencionar entre ellas a las plantas de bombeo, cruces, puentes, vertedores y alcantarillas pluviales.

La disposición Final, Según CNA (2007,16), es un lugar donde se descargará todo el sistema de drenaje. Se busca con frecuencia que el lugar de descarga más recurrente en los sistemas de red de drenaje sean canales de corriente natural por tanto se debe tener en cuenta los agentes contaminantes del agua. Otras opciones a utilizar son lagos artificiales que son construidos en parques, con fines ornamentales.

La Norma OS.060, para proyectos de red de alcantarillado pluvial recomienda desarrollar los siguientes estudios básicos:

- Estudio Topográfico.
- Estudio de hidrología.
- Estudio de Suelos.
- Hidráulica.
- Impacto Ambiental.
- Compatibilidad de Uso
- Evaluación económica de mantenimiento y operación.

El estudio topográfico, es un tipo de estudio importante, ya que, nos permite obtener las características del terreno e iniciar con los cálculos correspondientes a los caudales, pendientes, este estudio nos permitirá ubicar las diferentes estructuras del sistema de alcantarillado pluvial. El estudio topográfico será realizado de acuerdo a la norma OS.060 drenaje pluvial. Es recomendable tener una topografía precisa, para que los datos procesados sea los más reales posibles.

Según MTC (2013), el estudio de la hidrología es una ciencia que se dedica a estudiar el agua en todas sus dimensiones. En el diseño de una red de alcantarillado para aguas pluviales es fundamental conocer este estudio, el cual nos llevara a comprender el comportamiento de las precipitaciones durante un periodo de tiempo futuro.

Según la Norma OS.060 se realiza el estudio de suelos para conocer el tipo de suelo en el que se va a desarrollar el sistema de drenaje. El informe de mecánica de suelos debe contener: Información Previa, Exploración de campo, Ensayo de laboratorio, Perfil del Suelo, nivel freático, análisis físico y químico del suelo a estudiar.

Según CNA (2007), la hidráulica estudia el comportamiento y también el movimiento de los fluidos, en este caso las aguas producidas por las precipitaciones. De acuerdo al cálculo hidráulico se obtienen parámetros que hacen posible que el ingeniero proyectista realice diseño de las estructuras del sistema de drenaje pluvial, sumideros, cunetas, buzones de inspección, entre otros.

El impacto Ambiental, Es necesario respetar los parámetros ambientales obtenidos en un estudio de impacto ambiental, los cuales deben contar con planes de mitigación de los agentes de impacto negativo, que produce la ejecución de las obras de drenaje pluvial. (Pilar González Molina. Año 2021)

Compatibilidad de uso, Se refiere a la necesidad de tener permiso de las entidades públicas y privadas antes de dar inicio a un proyecto de drenaje pluvial, empresas que prestan servicios de telefonía, cable, servicio eléctrico, agua potable y desagüe, gas, entre otros, así de esta manera tener un inventario general de estos servicios. También se debe solicitar a la Municipalidad la información de parámetros urbanísticos, tipo de vía, anchos, espesores y los retiros municipales. Todas estas informaciones serán tomadas en cuenta para no generar paralizaciones y/o sobre costos al momento de su ejecución.

Según la Norma OS.060: Se deberá cuenta las siguientes recomendaciones para el diseño de caudal:

- Método Racional siempre en cuando el área de cuenca $\leq 13\text{km}^2$.
- Método de Hidrograma Unitario o Modelos de simulación siempre en cuando el área de cuenca $\geq 13\text{km}^2$.

Es considera de 2 a 10 años como periodo de retorno, para el cálculo del tiempo de concentración e intensidad máxima.

Según la Norma OS.060, recomienda que para captar aguas en edificaciones se debe realizar la descarga de las aguas pluviales acumuladas en la parte alta de las edificaciones (techos) se deben realizar mediante conductos que tienen como punto de descarga las áreas verdes de las edificaciones o en todo caso suelos sin revestir,

Las recomendaciones para captar aguas en las vías, según la Norma OS.060, contempla:

- i. Orientación del Flujo en las Vías, en este tipo de proyectos de redes de drenaje pluvial es necesario tener en cuenta las pendientes transversales del pavimento sean hacia los extremos de la calzada, dicha pendiente transversal será entre 2% a 4%, de la misma forma se busca que la pendiente longitudinal sea mayor a 0.5%. La orientación del flujo es importante esto ayudara a optimizar el diseño, teniendo en cuenta que el caudal varía de acuerdo al área de incidencia, generándose así el caudal circundante que definiremos más adelante.
- ii. Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras, la evacuación de las aguas empozadas se realizará mediante cunetas la evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas.

Las cunetas son estructuras que nos ayudan a conducir las aguas pluviales desde la captación hasta la disposición final, según la norma existen varios tipos de cunetas de acuerdo a su sección, así tenemos las circulares, sección en V, triangulares, rectangulares, trapezoidales y las secciones compuestas.

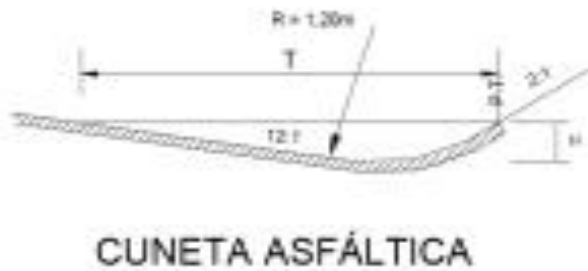
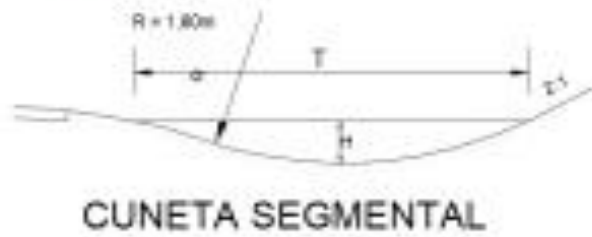
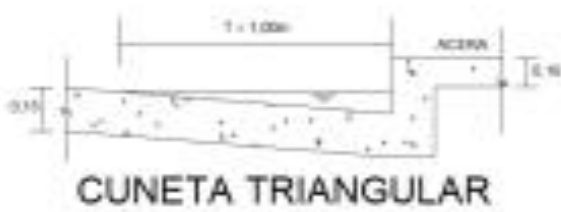
Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano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

Figura 1 Coeficiente de rugosidad de acuerdo con la superficie. Fuente Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

Los materiales, serán determinados por el coeficiente de rugosidad de Manning debido a la condición de la superficie donde se instalará el sistema de drenaje pluvial.

La sección sirve para determinar la conductividad que se utilizan en las ecuaciones de Manning, las cuales pueden tener las siguientes partes: círculo, triángulo, trapezoide, compuesto y forma de V.

Sección transversal de cunetas*



CUNETA	Pendiente del talud	H (cm)	T (m)
SEGMENTAL	2:1	16,5	1,50
ASFÁLTICA	12:1 & 2:1	12,5	2,10

Figura 2 Tipos de cunetas.

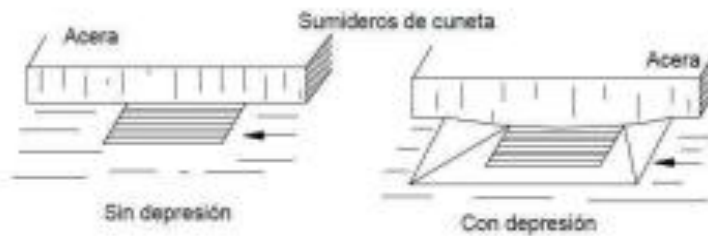
Fuente. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

La elección del tipo de sumidero se basa en las condiciones hidráulicas, y dependiendo del criterio técnico y económico, pueden dividirse en los siguientes:

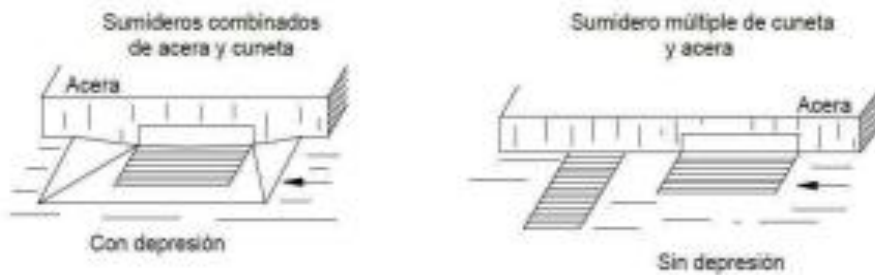
SUMIDERO LATERAL DE SARDINEL O SOLERA



SUMIDERO DE FONDO



SUMIDERO MIXTO O COMBINADO



UBICACIÓN DE LOS SUMIDEROS EN INTERSECCIÓN DE LAS CALLES

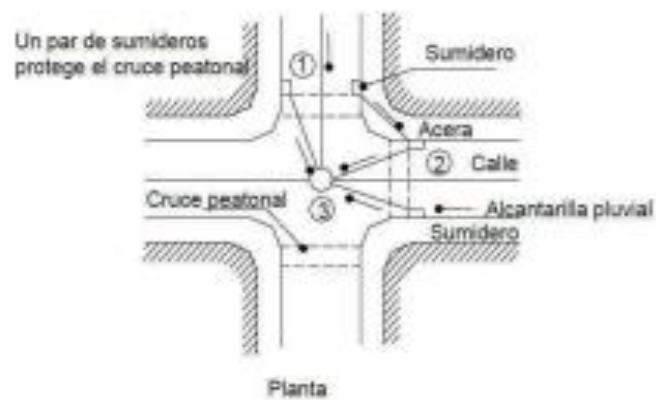


Figura 3 tipos de sumideros.
Fuente Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

- Los sumideros Laterales. – se utilizan cuando la pendiente longitudinal de la vía no exceda el 3%, consiste en una abertura en la vereda o sardinel de ser el caso, mediante el cual va a pasar el flujo de las cunetas.
- Sumideros de Fondo. – se utilizan siempre y cuando se cumpla que la pendiente longitudinal sea mayor a 3%. En este caso la abertura se realiza en la cuneta, el cual es cubierto por 1 o más sumideros. Al momento del diseño se puede considerar una ligera depresión para poder incrementar la capacidad recolección de aguas de lluvia. Debe ser ubicado en forma estratégica para optimizar su funcionamiento.
- Sumideros Mixtos o Combinados. – Estructuras utilizadas tanto de los sumideros laterales y sumidero de fondo, ambos actuando como una sola unidad. Se recomienda su construcción generalmente en zonas donde la precipitación media anual es alta.
- Sumideros de Rejilla en Calzada. – es la canalización a lo largo de toda la calzada y de forma transversal, ocupando todo el ancho de la vía, generalmente está cubierta por rejillas de fierro fundido o laminado.

Los colectores conducen toda el agua pluvial captada, los cuales son recolectados mediante colectores subterráneos cerrado y canales.

El mantenimiento y operación de este tipo de prácticas son pocas veces empleadas, contar con políticas de implementación de planes de mantenimiento y operación del sistema de drenaje pluvial. Esta práctica asegura el periodo de vida útil y el funcionamiento correcto del sistema. También se debe realizar inspecciones periódicas, y mantenimientos de emergencias.

III: METODOLOGÍA

3.1 Tipos y diseño de Investigación

Enfoque de investigación:

Hernández, Fernández y Baptista (2014) explica que el enfoque cuantitativo se debe basar en trabajos ya realizados o publicados, ya que es un antecedente para nuestro proyecto de investigación. Esta investigación tiene un enfoque **Cuantitativo**, ésta recolecta datos e informaciones existentes de las precipitaciones pluviales del área de estudio, el cual utiliza métodos estadísticos para luego aplicar en el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial.

Tipo investigación:

La investigación realizada corresponde al tipo de investigación **aplicada**, el cual busca evaluar y conocer el problema para lo cual el conocimiento y los resultados obtenidos en la investigación están ordenadas de forma sistemática, donde el objetivo principal es conocer la realidad investigada (Borja Suarez,2012)

Diseño de Investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el proyecto trata de una investigación **No Experimental**, en el cual se observan situaciones o hechos existentes. Cabe mencionar que la variable independiente (precipitaciones pluviales) suceden y no es posible manejarlas, es decir, no se tiene control directo sobre dicha variable ni se puede influir en ellas. es por eso que, la variable independiente precipitaciones pluviales será analizado como se encuentra en la realidad.

Nivel de Investigación:

La investigación realizada es de nivel **correlacional** ya que tiene como propósito conocer la relación que existe entre dos o más variables en una muestra o contexto particular. Hernández, Fernández y Baptista (2014). En el caso de esta investigación lo que se busca es conocer el grado de relación que tiene la variable independiente (precipitación pluvial) en la variable dependiente (diseño del sistema de drenaje pluvial).

3.2 Variables y operacionalización:

En términos generales, una variable representa un atributo medible que cambia a lo largo de un experimento comprobando los resultados.

Variables:

La investigación tiene como variables, las siguientes:

Variable Independiente (X): Precipitación Pluvial

Variable Dependiente (Y₁): Diseño de la red de drenaje

Operacionalización:

Se puede observar en los anexos la matriz de operacionalización de variable de la investigación.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

La población: Borja Suárez (2016,) lo describe como un conjunto de elementos o temas que serán objeto de un estudio; la siguiente investigación considera como población de estudio a la provincia de Cusco.

La muestra: según Borja Suarez (2016,) es un subgrupo representativo de la población sobre la que se recogerán los datos, en este caso se consideró como muestra: la av. Cultura desde la urbanización Manuel Prado Hasta la urbanización Marcavalle.

Muestreo: según Johnson, 2014, Hernández-Sampieri et al., 2013 y Battaglia en muestras no probabilísticas, la selección de ítems no depende de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características de la encuesta o las recomendaciones del investigador. Aquí la muestra no es mecánica ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones del investigador o de un grupo de investigadores y por supuesto, las muestras se seleccionan de acuerdo con los criterios de investigación estudio
Unidad de análisis: como entidad primaria analizado en un estudio, la unidad de análisis del siguiente proyecto de investigación examinó la sección av. Cultura entre Manuel Prado en Marcavalle.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos, según Gil (2016), es un registro de observaciones identificadas, existen procedimientos técnicos utilizados para el registro de observaciones.

Para dicha investigación se ha empleado la técnica de observación directa y datos obtenidos de los estudios topográficos en esta investigación, así como la información recopilada de precipitación máxima en 24 horas y de proyectos realizados en el área de estudio.

El instrumento de recolección de datos, Arias (2016), lo define como la acción de recopilar data e información mediante un formato para su análisis y estudio por el investigador.

El instrumento de recolección de datos de esta investigación serán los equipos topográficos y Fichas de Registro.

validez de los instrumentos, Hernández, Fernández y Baptista (2014), lo describe como un proceso de cálculo de la variable para cumplir con los requisitos de calibración de este estudio.

La validez de los instrumentos tiene base en la primera evidencia fotográfica de la av. cultura, entre Manuel prado hasta Marcavalle, así mismo se contó con la aprobación del técnico o ingeniero para la confirmación de los resultados de las pruebas realizadas.

Confiabilidad de los instrumentos Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos hablan de confiabilidad cuando se define como un valor que cuando se utiliza en un dispositivo, produce resultados moderados y razonables.

La confiabilidad de las mediciones se establecerá en los certificados de calibración de los instrumentos utilizados para los respectivos análisis en esta investigación.

3.5 Procedimientos:

Se ha realizado un procedimiento de investigación y son los siguiente:

- Recopilación de información hidrológica y otros datos acerca del área de estudio (Av. Cultura Manuel Prado y urb. Marcavalle cusco).

- Trabajo de campo, básicamente para realizar los estudios topográficos para conocer las características del relieve y el tipo de suelo.
- Trabajos en el gabinete, consistente en el descargo de datos topográficos, mecánica de suelos, hidrología y diseño hidráulico.
- Análisis e interpretación de la información resultante del Gabinete.
- Elaboración del informe.
- Presentación del informe.
- Sustentación del informe.

3.6 Métodos de Análisis de Datos:

Estudio Topográfico: Mediante los estudios topográficos se obtendrá curvas de nivel y perfil longitudinal.

Estudio Hidrológico: Datos obtenidos mediante el método racional y métodos estadísticos, como por ejemplo Gumbel, regresión potencial, entre otros.

Para el diseño hidráulico: Se revisará la Norma OS.060 Drenaje Pluvial.

3.7 Aspectos Éticos

Están considerados los siguientes principios éticos:

Con respecto a la beneficencia, el trabajo de investigación asegurará beneficios económicos, sociales y de cobertura ante posibles inundaciones y daños a la propiedad pública y privada.

Con respecto a la no maleficencia, los trabajos y obtención de datos no afectan negativamente a la sociedad.

En cuanto a la autenticidad, los trabajos se rigen por las normas de estilo ISO 690 y 6902 en cuanto a citas y referencias a tesis, libros, artículos científicos y artículos de revistas.

Para el tema de la autonomía, el autor utilizará su propia opinión, criterio e interpretación de los datos según el contexto mencionado en el marco teórico.

En cuanto al compromiso y responsabilidad, el autor asume toda la responsabilidad de esta investigación y se compromete a cumplir con todo lo dispuesto en el procedimiento investigativo.

VI. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación Política

La presente investigación se realizó en la avenida cultura entre de urb. Manuel Prado y Marcavalle del Distrito de Wánchaq provincia de Cusco en el departamento de Cusco.



Figura 4 Mapa político del Perú
Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_\(locator_map\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_(locator_map).svg) (2010)

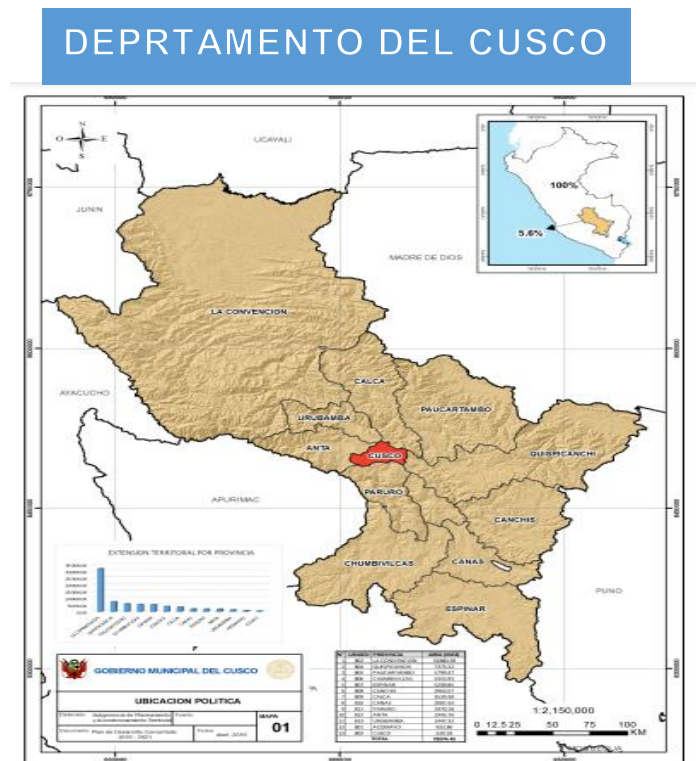


Figura 5 Mapa político del departamento de Cusco
Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_\(locator_map\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_(locator_map).svg) (2010)

Ubicación del proyecto



Figura 6 Mapa de la provincia de Cusco

Fuente: <https://travel.syjic.com/es/poi/cusco-poi:27983145> (2017)

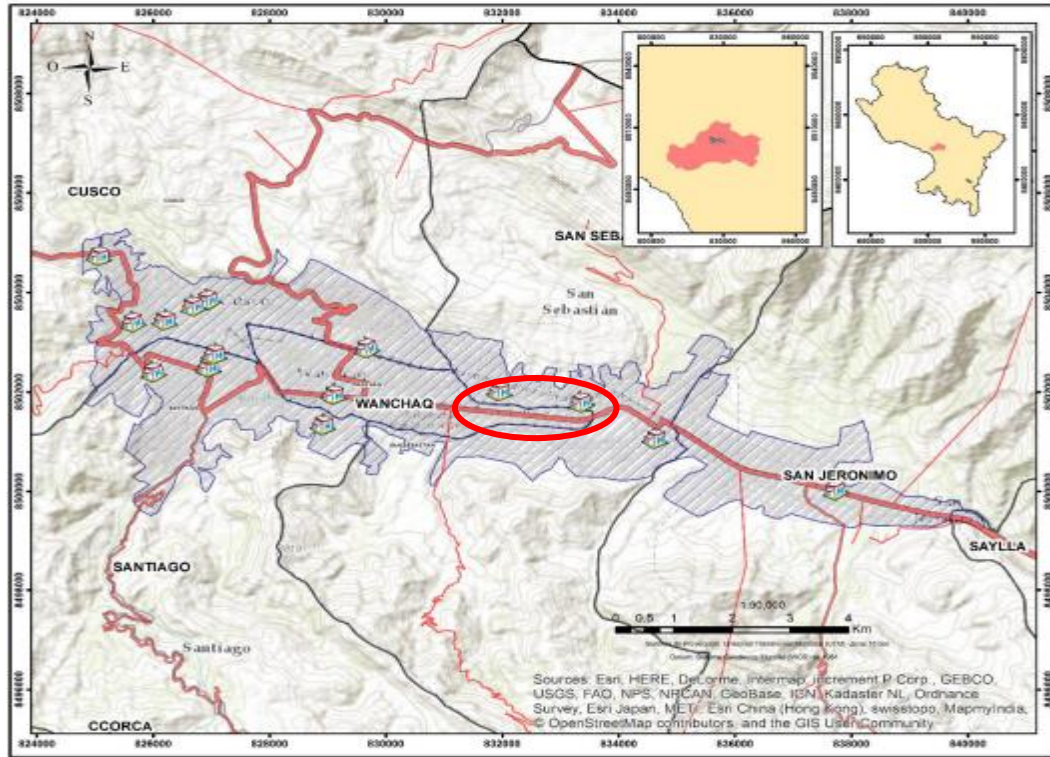


Figura 7 Mapa del distrito de Cusco

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_\(locator_map\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peru_-_Cuzco_Department_(locator_map).svg) (2010)

Limites

Norte : Cusco
Sur : San Sebastián
Este : San Sebastián
Oeste : Cusco

Ubicación Geográfica

El distrito de Wanchaq presenta las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 13°, 31', 31" y -13.5253 y oeste 71°, 57', 57" y -71.9658, contando con un área de 5.00 km² aproximadamente con una altitud entre los 3, 363 m.s.n.m. hasta los 3,399, según INEI hasta el 2021 contaba con una población de 63, 778 habitantes.

Clima

El clima que posee el distrito de Wanchaq El clima es relativamente templado, con noches frías y días soleados. El clima es muy cambiante: puede pasar de un sol abrasador a una lluvia torrencial en cuestión de minutos. La temperatura fluctúa entre 13°C. (55.4°F) y 15 °C. (59°F), y es lo mismo en la mayoría de las regiones del sur del Perú. En general, la región del Cuzco se beneficia de un clima que varía según dos estaciones del año: la estación seca (abril a octubre) y la estación lluviosa (noviembre a marzo).

Objetivo específico1: Determinar la influencia del caudal en el diseño de la red de evacuación.



Figura 8 Pistas inundadas en la av. Cultura
Fuente: Yordy Dueñas C. (2022)



Figura 9 Inundación de la pista en la Av. la Cultura.
Fuente: Yordy Dueñas C. (2022)

Información Hidrológica:

La información hidrológica recabada para esta investigación fue realizada en:

- Estación meteorológica: Granja kayra
- Código: 100044
- Latitud: 13°33'24.29"
- Longitud: 71°52'30.61"
- Altitud: 3214 msnm.
- Distrito: San Jerónimo.
- Provincia: Cusco.
- Departamento: Cusco.

Tabla 1 Precipitación máxima en 24h (mm)

AÑO	P(máx.) 24h (mm)
1962	8.60
1963	60.11
1964	12.90
1965	19.40
1966	19.90
1967	35.60
1968	33.20
1969	26.80
1970	22.50
1971	21.30
1972	27.90
1973	22.20
1974	25.40
1975	12.10
1976	22.00
1977	31.20
1978	23.50
1979	24.50
1980	13.50
1981	41.40
1982	23.40

AÑO	P(máx.) 24h (mm)
1983	22.50
1984	15.10
1985	32.40
1986	36.40
1987	21.30
1988	26.30
1989	19.10
1990	20.40
1991	32.50
1992	20.30
1993	32.30
1994	22.10
1995	31.50
1996	20.10
1997	18.90
1998	26.30
1999	20.10
2000	21.20
2001	21.10
2002	16.80
2003	17.30

AÑO	P(máx.) 24h (mm)
2004	33.40
2005	27.90
2006	28.20
2007	28.40
2008	23.40
2009	22.50
2010	32.80
2011	26.80
2012	31.20
2013	27.90
2014	23.60
2015	28.90
2016	28.90
2017	40.30
2018	27.80
2019	33.80
2020	36.10
2021	37.80

Fuente: SENAMHI

b. Periodo de Retorno: De acuerdo con la norma OS.060 drenaje pluvial, considera para sistemas de drenaje de menor captación de aguas pluviales en zonas urbanas el periodo de retorno se considera de 2 a 10 años. Con

base en la importancia económica del área urbana, se considera 2 años para pueblos pequeños. Para la presente investigación se describe un periodo de retorno de T=10años, y los cálculos realizados giraran en torno a este dato.

c. Análisis Estadístico: En la presente investigación se realizó el Análisis estadístico para las estimaciones de precipitaciones e intensidades, para diferentes periodos de retorno, en base a los datos hidrológicos, obtenidos de SENAMHI.

Precipitación Máxima:

Tabla 2 *Distribución Gumbel de las precipitaciones*

N°	AÑO	Precipitación (mm)	
		Xi	(Xi- \bar{x}) ^2
1	1962	8.6	303.40
2	1963	60.11	1162.23
3	1964	12.9	172.10
4	1965	19.4	43.80
5	1966	19.9	37.44
6	1967	35.6	91.81
7	1968	33.2	51.57
8	1969	26.8	0.61
9	1970	22.5	12.38
10	1971	21.3	22.26
11	1972	27.9	3.54
12	1973	22.2	14.58
13	1974	25.4	0.38
14	1975	12.1	193.72
15	1976	22	16.15
16	1977	31.2	26.85
17	1978	23.5	6.34
18	1979	24.5	2.31
19	1980	13.5	156.71
20	1981	41.4	236.59
21	1982	23.4	6.86
22	1983	22.5	12.38
23	1984	15.1	119.21
24	1985	32.4	40.72
25	1986	36.4	107.78
26	1987	21.3	22.26
27	1988	26.3	0.08

28	1989	19.1	47.87
29	1990	20.4	31.57
30	1991	32.5	42.01
31	1992	20.3	32.70
32	1993	32.3	39.46
33	1994	22.1	15.35
34	1995	31.5	30.05
35	1996	20.1	35.03
36	1997	18.9	50.67
37	1998	26.3	0.08
38	1999	20.1	35.03
39	2000	21.2	23.22
40	2001	21.1	24.19
41	2002	16.8	84.98
42	2003	17.3	76.01
43	2004	33.4	54.49
44	2005	27.9	3.54
45	2006	28.2	4.76
46	2007	28.4	5.67
47	2008	23.4	6.86
48	2009	22.5	12.38
49	2010	32.8	45.99
50	2011	26.8	0.61
51	2012	31.2	26.85
52	2013	27.9	3.54
53	2014	23.6	5.85
54	2015	28.9	8.30
55	2016	28.9	8.30
56	2017	40.3	203.96
57	2018	27.8	3.17
58	2019	33.8	60.55
59	2020	36.1	101.64
60	2021	37.8	138.80
	Suma =	1561.11	4127.55

Fuente: Elaboración propia según datos de SENAMHI

Tabla 3 Precipitaciones diarias máximas para distintos periodos de retorno

Periodo de retorno	Var. Reducida	Precipitación (mm)	Prob. de ocurrencia	Precip. Corregido
Años	Yt	Xt	F(x)	Xt corregido
2	0.3665	24.52	0.50	27.71
5	1.4999	32.06	0.80	36.23
10	2.2504	37.05	0.90	41.86
25	3.1985	43.35	0.96	48.99
50	3.9019	48.03	0.98	54.27
75	4.3108	50.75	0.99	57.34
100	4.6001	52.67	0.99	59.52
500	6.2136	63.4	1.00	71.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Duración (hr)	factor de Reducción	P.M.P (mm/24 hr) para diferentes tiempos de duración según periodo de Retorno							
		2	5	10	25	50	75	100	500
24	1	27.71	36.23	41.86	48.99	54.27	57.34	59.52	71.64
1	0.91	52.22	32.97	38.1	44.58	49.39	52.18	54.16	65.19
12	0.8	22.17	28.98	33.49	39.19	43.42	45.87	47.61	57.31
8	0.68	18.84	24.63	28.47	33.31	36.9	38.99	40.47	48.71
6	0.61	16.9	22.1	25.54	29.88	33.11	34.98	36.31	43.7
5	0.57	15.8	20.65	23.86	27.92	30.93	32.69	33.92	40.83
4	0.52	14.41	18.84	21.77	25.47	28.22	29.82	30.95	37.25
3	0.46	12.75	16.66	19.26	22.53	24.97	26.38	27.38	32.95
2	0.39	10.81	14.13	16.33	19.11	21.17	22.36	23.21	27.94
1	0.3	8.31	10.87	12.56	14.7	16.28	17.2	17.86	21.49

Fuente: Elaboración propia.

Intensidad de lluvia:

Dada por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P(mm)}{T_{duración(hr)}}$$

Donde: P=Precipitación de lluvia (mm)

T= Tiempo de duración (hr)

Tabla 5 Intensidad de la lluvia (mm/hr) según periodo de retorno

Tiempo de Duración		Intensidad de lluvia (mm/hr) según periodo de retorno							
hr	min	2	5	10	25	50	75	100	500
24	1440	1.15	1.51	1.74	2.04	2.26	2.39	2.48	2.98
1	1080	1.40	1.83	2.12	2.48	2.74	2.9	3.01	3.62
12	720	1.85	2.42	2.79	3.27	3.62	3.82	3.97	4.78
8	480	2.36	3.08	3.56	4.16	4.61	4.87	5.06	6.09
6	360	2.82	3.68	4.26	4.98	5.52	5.83	6.05	7.28
5	300	3.16	4.13	4.77	5.58	6.19	6.54	6.78	8.17
4	240	3.60	4.71	5.44	6.37	7.06	7.45	7.74	9.31
3	180	4.25	5.55	6.42	7.51	8.32	8.79	9.13	10.98
2	120	5.40	7.06	8.16	9.55	10.58	11.18	11.61	13.97
1	60	8.31	10.87	12.56	14.7	16.28	17.2	17.86	21.49

Fuente: elaboración propia.

Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia (Curva IDF):

Cálculo de la Ecuación de la Intensidad Máxima

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

Donde: I= Intensidad (mm/hr), t=Duración de la lluvia (min), T= Periodo de retorno (años) y K, m, n= Parámetros de Ajuste.

Tabla 6 Regresión potencial

Resumen de aplicación de Regresión Potencial		
promedio de retorno	Coef. De regresión	Exp. de regresión
2	104.76	-0.616
5	136.96	-0.616
10	158.27	-0.616
25	185.2	-0.616
50	205.18	-0.616
75	216.79	-0.616
100	225.01	-0.616
500	270.83	-0.616
promedio=	187.875	-0.616

Fuente: 1 elaboración propia.

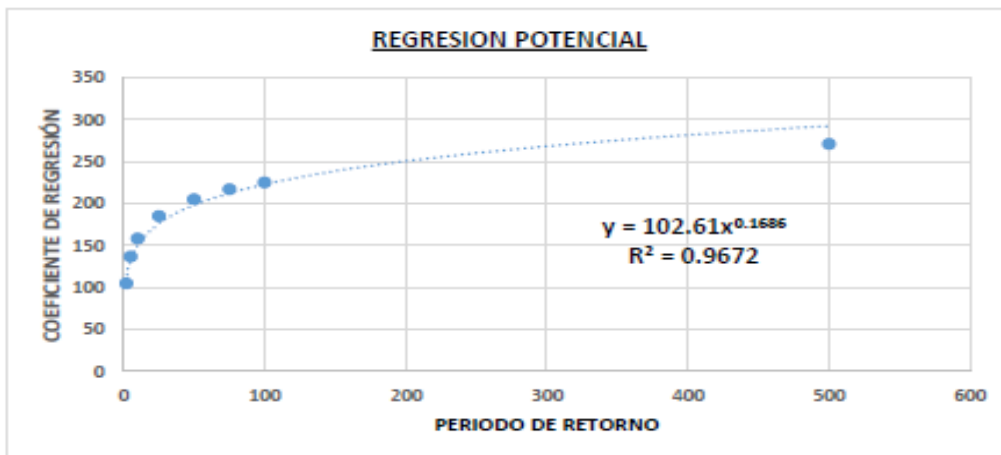


Figura 10 Gráfico de regression potencial

Fuente: elaboración propia Yordy Dueñas C. (2021)

Finalmente, la Ecuación de la Intensidad Máxima, es:

$$I = \frac{102.61 \cdot T^{0.1686}}{t^{0.616}}$$

Tabla 7 Tabla de intensidad - duración – frecuencia.

Tabla de Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de Retorno								
Duración t (min)	Frecuencia T(años)							
	2	5	10	25	50	75	100	500
10.00	27.92	32.59	36.63	42.74	48.04	51.44	54.00	70.83
20.00	18.22	21.26	23.9	27.89	31.35	33.57	35.23	46.22
30.00	14.19	16.56	18.62	21.73	24.42	26.15	27.45	36.00
40.00	11.89	13.87	15.59	18.20	20.45	21.90	22.99	30.16
50.00	10.36	12.09	13.59	15.86	17.83	19.09	20.04	26.28
60.00	9.26	10.81	12.15	14.18	15.93	17.06	17.91	23.49
70.00	8.42	9.83	11.05	12.89	14.49	15.51	16.29	21.36
80.00	7.76	9.05	10.17	11.87	13.35	14.29	15.00	19.68
90.00	7.21	8.42	9.46	11.04	12.41	13.29	13.95	18.30
100.00	6.76	7.89	8.87	10.35	11.60	12.45	13.07	17.50
110.00	7.21	7.44	8.36	9.76	10.97	11.74	12.33	16.17
120.00	6.76	7.05	7.93	9.25	10.40	11.13	11.68	15.33
130.00	5.49	6.71	7.54	8.80	9.90	10.60	11.12	14.59
140.00	5.27	6.41	7.21	8.41	9.45	10.12	10.63	13.94
150.00	5.06	6.15	6.91	8.06	9.06	9.70	10.18	13.36
160.00	4.88	5.91	6.64	7.75	8.71	9.32	9.79	12.84
170.00	4.71	5.69	6.39	7.46	8.39	8.98	9.43	12.37
180.00	4.55	5.49	6.17	7.21	8.10	8.67	9.10	11.94
190.00	4.41	5.31	5.97	6.97	7.83	8.39	8.80	11.55
200.00	4.28	5.15	5.79	6.75	7.59	8.13	8.53	11.19
210.00	4.16	5	5.61	6.55	7.36	7.89	8.28	10.86
220.00	4.05	4.85	5.46	6.37	7.16	7.66	8.04	10.55
230.00	4.05	4.72	5.31	6.20	6.96	7.46	7.83	10.27
240.00	3.94	4.6	5.17	6.03	6.78	7.26	7.26	10.00

Fuente: elaboración propia.

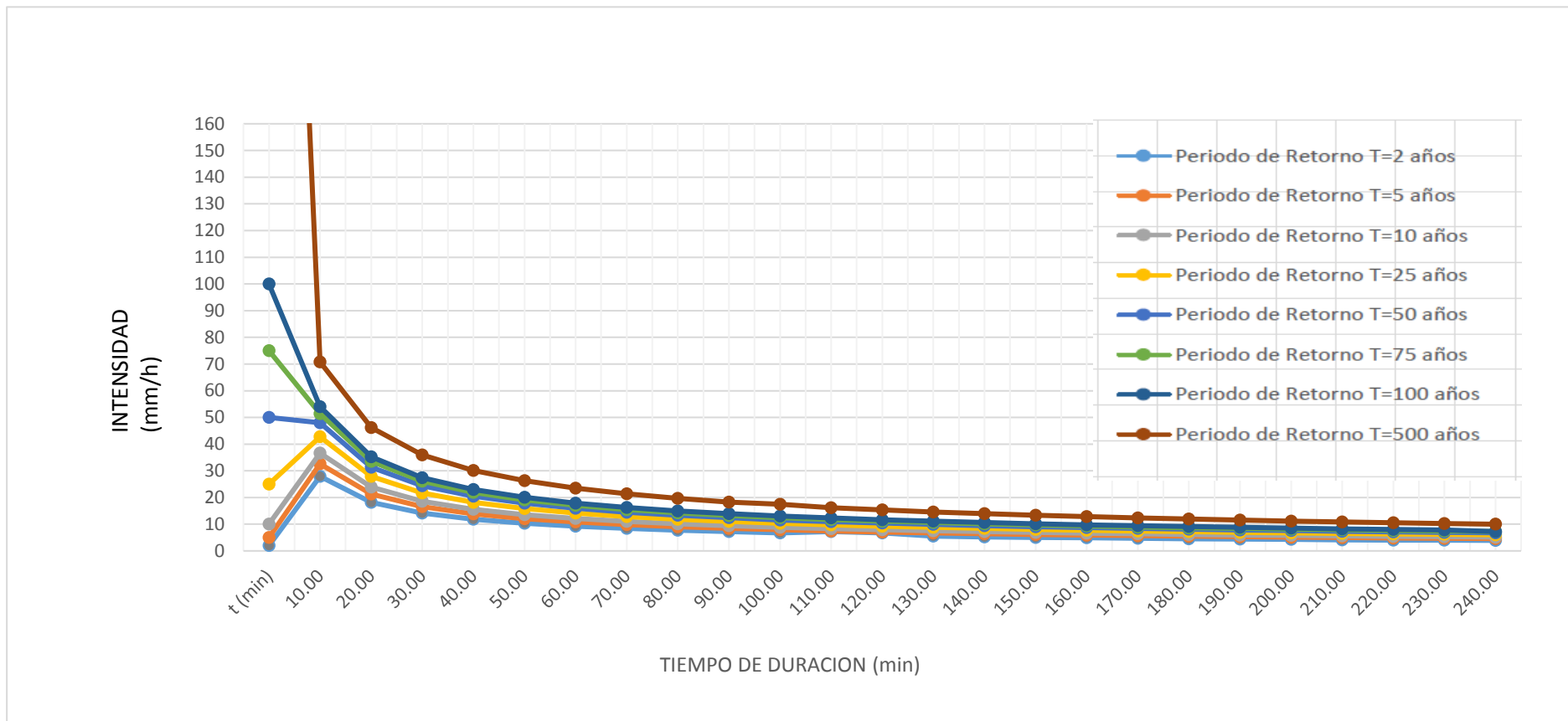


Figura 11 Gráfico de intensidad – duración – frecuencia
 Fuente: elaboración propia Yordy Dueñas C. (2021)

Tiempo de concentración (T_c): Teniendo en cuenta el tiempo que pasa al caer una gotita de agua de lluvia cae en la parte más alejada de una determinada área hasta llegar a la salida del área (conocido también como estación de aforo). Señala Kirpich, la fórmula para el cálculo, es:

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

T_c =Tiempo de Concentración, en min.

L= Longitud máxima del recorrido, en m.

H= variación de altura, en

Para la presente investigación el recorrido más largo, se da en la Av. Cultura. L=235.10 m. con una diferencia de altura entre la Prog. 0+000 km (3193.932 m.s.n.m.) y la Prog. 1+350.00 km (3175.655 m.s.n.m.) de H=14.45 m; obteniendo como resultado del Tiempo de concentración, lo siguiente:

$$T_c = 28.77 \text{ min}$$

Para un periodo de retorno de 10 años, reemplazando en la Ecuación de la Intensidad Máxima, se tiene:

$$I_{max} = 19,10 \text{ mm/h.}$$

Caudal de Diseño: Según la Norma OS.060 Recomienda aplicar el Método Racional, cuya fórmula para calcular el Caudal Máximo es:

$$Q = 0.278 CIA$$

Q= Caudal máximo, en m³/s.

C= Coeficiente de Escorrentía

I= Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración y para un periodo de retorno dado, en mm/h.

A= Área de la cuenca (Km²)

Tabla 8 Coeficiente de escorrentía, de la Norma OS.060

Características de la Superficie	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Área Urbana							
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

Fuente: Norma OS.060. drenaje pluvial

Considerando el área de la zona donde se desarrolla la investigación

A=0.072 km², se tiene:

$$Q. \text{ diseño} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudales Circundantes: Se tiene en cuenta los caudales circundantes en tramo de la Av. Cultura, teniendo en cuenta los aportes de áreas de las viviendas, veredas y las pistas, como señala la norma OS.060. Drenaje pluvial, al emplear la ecuación para el caudal el método racional. Nos da a conocer el caudal circundante de la av. Esta es comparada con los caudales máximos que puede soportar la sección de vía. Cabe mencionar, que los caudales circundantes calculados se realizan en relación a la dirección del flujo, teniendo el tramo de la Av. Cultura que más caudal va a soportar.

Tabla 9 Caudales circundantes por las vías de la av. cultura

Caudales Circundantes de la Av. Cultura														
N°	Tramos	Cálculo de Pendiente				Aporte de Área				Coef. (C)	Imáx. (mm/h)	Q=0.278*C*I*A+%q		
		cota1 (m.s.n.m)	cota 2 (m.s.n.m)	Longitud (m)	S(%)	Viviendas (m2)	Vías (m2)	Veredas (m2)	total (km2)			0.278*C*I*A (m3/s)	%q (m3/s)	Total (m3/s)
q1	tramo 1	3331	3328	179.69	1.67	2989.43	2654.33	657.87	0.0063	0.81	19.10	0.03		0.03
q2	tramo 2	3329	3327	57.34	3.49	2342.63	2123.45	543.76	0.0050	0.81	19.10	0.02		0.02
q3	tramo 3	3329	3326	43.11	6.96	2678.99	1898.4	754.43	0.0053	0.81	19.10	0.02		0.02
q4	tramo 4	3329	3328	110.45	0.91	2345.65	3982.11	512.66	0.0068	0.81	19.10	0.03		0.03
q5	tramo 5	3329	3328	52.32	1.91	2897.43	2890.44	432.77	0.0062	0.81	19.10	0.03		0.03
q6	tramo 6	3328	3327	72.96	1.37	3654.76	3124.09	612.88	0.0074	0.81	19.10	0.03		0.03
q7	tramo 7	3327	3323	143.56	2.79	3452.65	2987.55	435.65	0.0069	0.81	19.10	0.03		0.03
q8	tramo 8	3323	3321	149.3	1.34	2987.45	4259.43	612.54	0.0079	0.81	19.10	0.03		0.03
q9	tramo 9	3321	3320	40.72	2.46	2895.11	3652.12	456.77	0.0070	0.81	19.10	0.03		0.03
q10	tramo 10	3320	3314	30.27	19.82	2633.88	2898.44	432.43	0.0060	0.81	19.10	0.03		0.03
q11	tramo 11	3314	3306	181.74	4.40	2895.44	3987.65	678.89	0.0076	0.81	19.10	0.03	0.02+0.02+0.02+0.02+0.01+0.01	0.20
									0.072			0.31		

q1+q2+q3+q4+q5+q6

Fuente: elaboración propia

- g. Diseño del sistema de drenaje pluvial:** Para la presente investigación los datos fueron considerados de la norma técnica. Se calculó la capacidad máxima del caudal por secciones de vías, empleando fórmulas básicas de hidráulica, así tenemos:

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

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad ; \quad Q = V \cdot A$$

Donde: Q= Caudal (m³/s)

Z= Pendiente Transversal

n= Coeficiente de rugosidad Manning Para pavimento de concreto n=0.016 (según Tabla N.º 1 de la norma OS.060)

S= Pendiente longitudinal (m/m)

Y= Tirante (m)

V= Velocidad en m/s

R= Radio Hidráulica (Área / Perímetro) mojado en m.

A= Área de la sección hidráulica (m²)

Por otro lado, en la Tabla N.º 9, se muestra una comparación entre el caudal máximo que soporta la vía y el caudal circundante generado por las lluvias en áreas de aporte.

Si $Q_{max} > Q_{circ}$. No hace falta realizar alguna estructura en especial, dicha sección de vía propuesta es suficiente para evacuar las aguas pluviales.

Si $Q_{max} < Q_{circ}$. Si hace falta una estructura para evacuar las aguas pluviales ya que dicha sección de vía propuesto no es suficiente.

Tabla 10. Capacidad máxima del caudal

Capacidad Máxima del Caudal por Sección de Vía											
N°	Pend. (S)	Ancho de Vía (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perimet. (m)	Radio hidráulico	Coef. De rugosidad (N)	V (m ³ /s)	Qmáx.= VxA (m ³ /s)	Qcirc. (m ³ /s)	Verificación
q1	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0183	0.03	D. cunet
q2	0.03	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.05	0.0195	0.02	D. cuneta
q3	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0185	0.02	D. cuneta
q4	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0165	0.03	D. cuneta
q5	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0164	0.03	D. cuneta
q6	0.063	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.52	0.0284	0.03	D. cuneta
q7	0.049	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.33	0.0178	0.03	D. cuneta
q8	0.022	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.91	0.0266	0.03	D. cuneta
q9	0.004	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.4	0.0198	0.03	D. cuneta
q10	0.008	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.53	0.0123	0.03	D. cuneta
q11	0.012	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.66	0.0229	0.03	D. cuneta

Fuente: elaboración propia

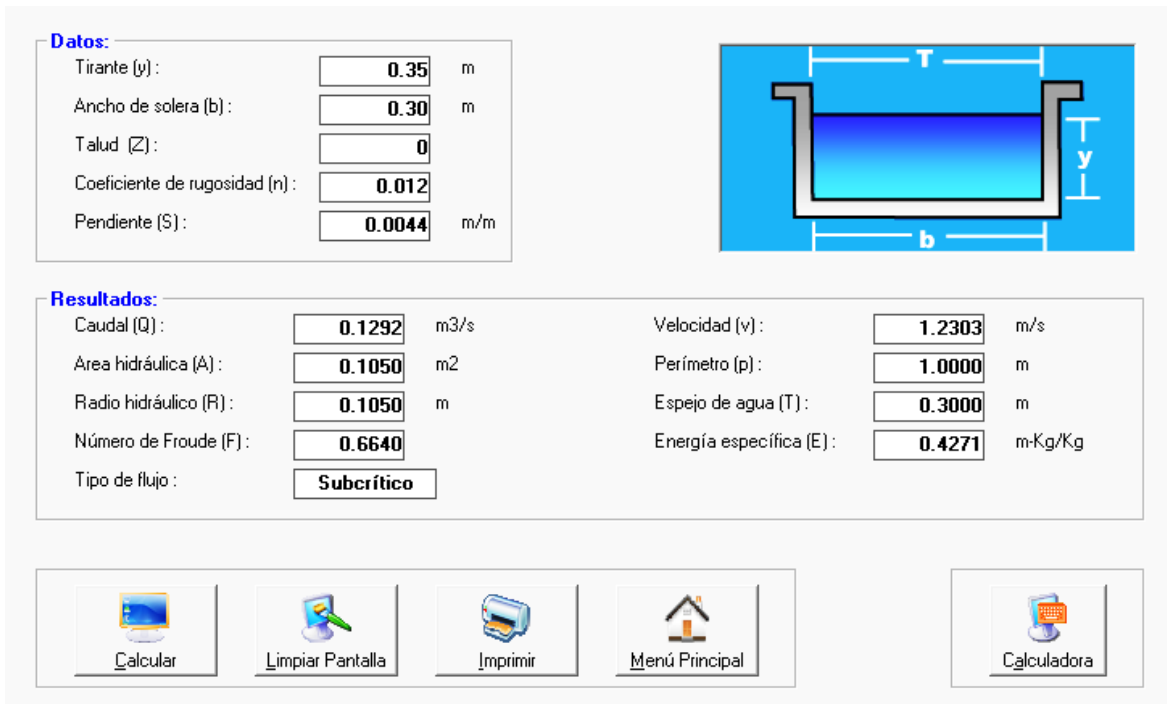


Figura 12 Cálculo hidráulico de cuneta rectangular - para la av. Cultura realizada por el programa Hcanales

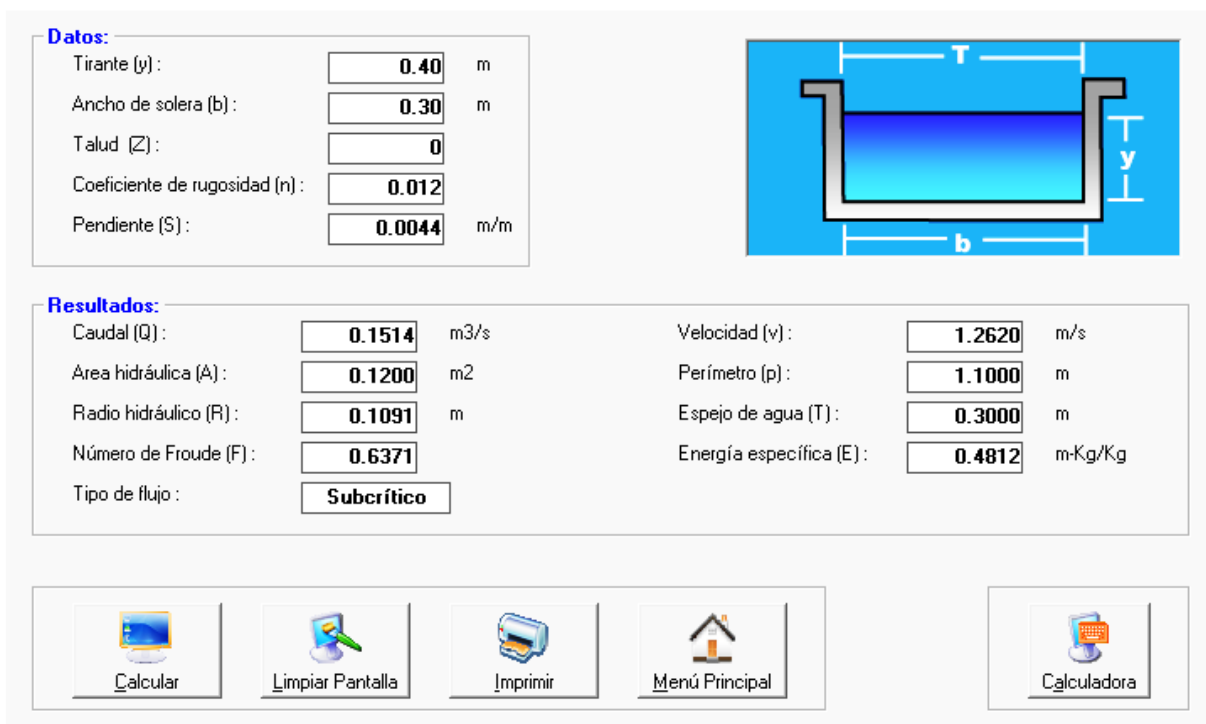


Figura 13. Cálculo hidráulico de cuneta rectangular av. Cultura

Resultado del Estudio hidrológico:

El estudio hidrológico se estableció básicamente en las recomendaciones dadas en la Norma OS.060. Drenaje Pluvial, por lo cual: De la tabla N.º 10 se observa que en todo el tramo de la av. Cultura hace falta un diseño de cunetas ya que el caudal circundante es mayor al caudal máximo y por ende son áreas más inundables. Según los estudios básicos realizados (estudios topográficos e hidráulicos) en la Av. Cultura teniendo en cuenta varios aspectos ameritan realizar cunetas rectangulares en forma longitudinal y transversal de la vía, estratégicamente ubicadas. Es necesario recalcar que las cunetas rectangulares llevan rejilla superficial estos facilitarían el mantenimiento y operación, se diseñan las cunetas rectangulares, tomando como caudal de diseño el caudal circundante:

Es necesario mencionar que en la av. Cultura se iniciará con el diseño de una cuneta rectangular a partir de la Prog. 0+000.00 hasta la prog. 1+350.00, siendo la pendiente longitudinal = 0.46%, y como resultado de la capacidad máxima del caudal por sección de vía.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las características topográficas en el sistema de red de drenaje.



Figura 14: tramo en estudio

Fuente: elaboración propia Yordy Dueñas C. (2022)

Tabla 11. Altitudes máximas y mínimas

Altitude Máximas y Mínimas			
Calle	Norte (m)	Este (m)	Cota (m.s.n.m.)
Av. Cultura Manuel Prado (km 0+000.00)	8502838.0976	180300.1229	3331.00
Av. Manantiales (km 1+350.00)	8502600.6692	181443.3483	3306.00

Fuente: elaboración propia en función al software civil 3d.

Resultados del estudio topográfico:

La presente investigación se realizó en la av. Cultura del distrito de Wánchaq, provincia y departamento de Cuco en dichos tramos existen BM de proyectos anterior que nos ayudaron en la recolección de datos para generar curvas de nivel, se tomó como punto de inicio en la intersección de la av. Diagonal Angamos y se culmina en la intersección de la av. Manantiales y la av. Cultura donde desembocara el sistema de drenaje pluvial. Se obtuvo la siguiente Información:

Objetivo específico 3: determinar la influencia de mantenimiento en el sistema de drenaje en la adecuada evacuación pluvial.



Figura 16. Limpieza de drenajes
Fuente: elaboración propia Yordy Dueñas C. (2021)

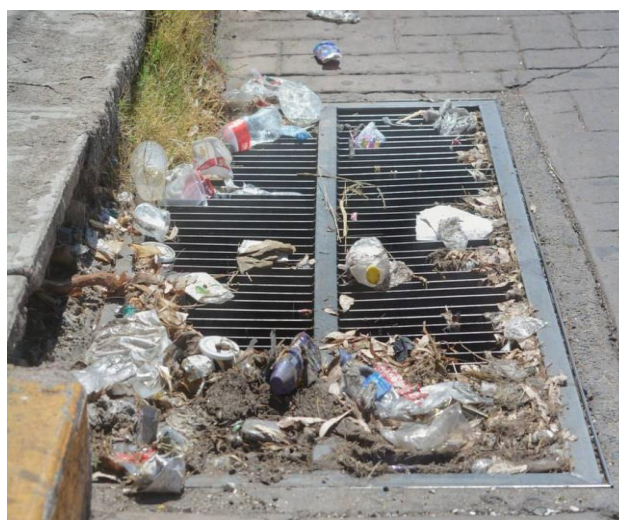


Figura 15. imagen de drenaje sin mantenimiento
Fuente: elaboración propia Yordy Dueñas C. (2022)

Tabla 12 Tabla de mantenimiento rutinario

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Eliminación de desechos	X	X	X	X		X		X		X	X	X
Eliminación de raíces	X	X	X	X		X		X		X	X	X
limpieza del área del drenaje	X	X	X	X		X		X		X	X	X

Fuente: elaboración propia Yordy Dureñas C. (2022)

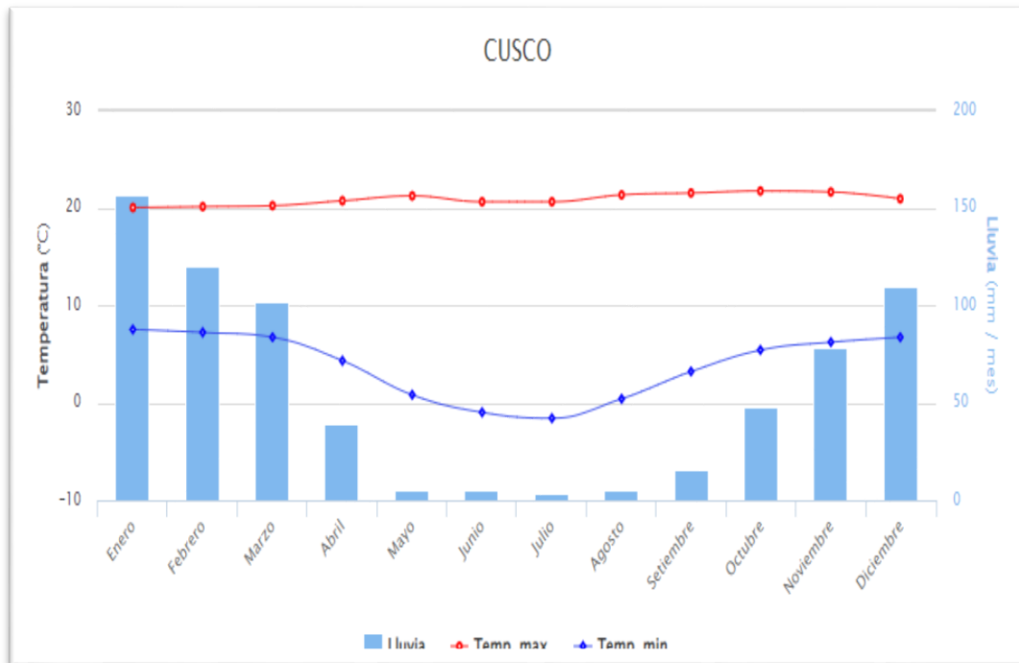


Figura 17 Gráfico con los meses lluviosos según SENAMHI

Todo sistema de saneamiento para su correcto funcionamiento debe contar con una política de operación, la cual debe ser consecuente con el diseño del sistema para que su operación sea adecuada, evitando daños a la red y al medio ambiente, reduciendo las molestias a los usuarios. Como parte de la política de operación de la red, se deben considerar programas de mantenimiento preventivo y correctivo, en ciertos lugares y en ciertos momentos, para asegurar la operación óptima del sistema. Los programas apuntan a mantener en buen estado todas las estructuras que componen el sistema de drenaje. En todo momento se comprobará si el sistema de drenaje funciona o no; sin embargo, cuando hay una precipitación superior a la correspondiente al período de diseño, se espera que trabaje bajo presión y, por lo tanto, se inunde el área, por lo que se deben tomar las medidas necesarias para reducir los daños y las molestias que puedan ocurrir.

V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente proyecto de investigación indican que la av. cultura en un terreno con pendientes de hasta 4.47% como máximo y 0.64% como mínimo, en la parte más baja se encuentra un río que divide la provincia de Cusco con el Distrito de San Sebastián; dicho río se tomó como punto de descarga al final del sistema de drenaje planteado.

Discusión 1: la presente investigación pretende analizar la influencia de la precipitación pluvial en el diseño de drenaje de evacuación en la av. Cultura, de acuerdo al estado de la vía esta se encuentra pavimentada y en pleno funcionamiento, de acuerdo a los estudios topográficos se evidencia que el terreno es plano en la mayoría de los tramos lo que ocasiona la acumulación de las aguas de lluvia, provocando constantes inundaciones en épocas pluviales. Así Dávila (2018) en su tesis plantea diseñar el sistema de drenaje pluvial para mejorar la accesibilidad del asentamiento humano Macambo, Banda de Shilcayo - San Martín. Ha podido comprobar que el terreno es plano ligeramente ondulado. De acuerdo al EMS se determinó que es un suelo CL-ML. El proyecto tiene un impacto nulo en el ambiente, ya que su riesgo es menor al momento de la ejecución. Las avenidas máximas de escorrentía en 24 horas durante diez años obtenidos de SENAMHI y a través de la aplicación de matemática básica nos permite conocer los datos con mayor exactitud el tiempo de concentración. La conclusión que se tiene con esta investigación es que en ambos estudios se encontró que el terreno en estudio es ligeramente plano para lo que se utilizó la norma drenaje pluvias los que se adaptan a los tramos en estudio.

Discusión 2: Con Delgado y Gonzales (2019). De acuerdo al objetivo de la investigación, se considera implementar un diseño que cumpla con los requisitos mínimos de funcionamiento, base técnica y eficiencia económica para la construcción de andenes y sistemas de drenaje pluvial de la ciudad CP Pampa Grande, Municipio de Chongoyape, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. El método del estudio fue descriptivo, por lo que se discrepó porque en este estudio el método utilizado fue científico, su población y muestra de Chongoyape fueron C. P. en Pampa Grande. En consecuencia, se consideró un diseño de estructuras de drenaje pluvial, teniendo en cuenta un tiempo de concentración de 66,85 min y una intensidad máxima horaria de lluvia de 22,55

mm/h, y finalmente se concluyó que el proceso constructivo utilizado provocaría efectos negativos moderados. La conclusión del autor es que la ausencia de instalaciones sanitarias en diferentes calles del área de estudio ha resultado en la acumulación de agua de lluvia en algunas calles de la ciudad. Asimismo, se determinó que la topografía del área de estudio es ondulada, con diversos grados; sin embargo, pueden reducirse o mitigarse con el plan de manejo ambiental que ha implementado el investigador. Las conclusiones obtenidas con esta investigación son similares puesto que la ausencia de obras de drenaje en las calles de la zona de estudio conducen al almacenamiento de agua de lluvia, afectando a los peatones y vehículos.

Discusión 3: con Carner (2021), en nuestro estudio no concuerda con el objetivo que aplica Carner cuyo objetivo no es solo analizar el funcionamiento de la red pluvial, escorrentía pluvial en conducciones y calles (y su desempeño hasta 2013), el método analítico ha permitido estudiar herramientas para crear una base de información para que se planteen alternativas de se pueden comparar medidas, por un lado, con un gran peso en las medidas no estructurales (alarmas y ordenación del territorio y urbanismo) y, por otro, se evitarán daños en el caso de convertir estas medidas en estructuras. población de estudio de la cuenca urbana de la ciudad de la plata, se utilizó un muestreo por conveniencia, los resultados obtenidos en los criterios analíticos para la gestión de riesgos relacionados con el drenaje pluvial, entendidos son las situaciones que se pueden presentar en la cuenca cuando se producen tormentas de mayor magnitud que las esperadas en proyectos de huracanes. Finalmente, se concluye que desde la gestión del riesgo se pueden desarrollar planes de contingencia donde la ingeniería de riego hará un aporte destacado en la evaluación del riesgo hídrico asociado a las cuencas urbanas. Carter llegó a una conclusión de dirección hidráulica debe contribuir de manera preponderante para evaluar las peligrosidades hídricas asociadas a las cuencas urbanas. Carner llega a la conclusión de gestión de riesgos los cuales no concuerdan con las conclusiones del presente proyecto basándose en la ausencia de obras de drenaje en un determinado sector de una ciudad.

Discusión 4: Con Otalora (2018,) en su objetivo propone la “Propuesta de alcantarillado pluvial para garantizar el drenaje para escorrentía superficial - Barrio

San Vicente Suroriental, localidad San Cristóbal - Bogotá D.C.” en este caso se concuerda con el objetivo que se aplica en el presente proyecto y también menciona que su metodología es de tipo descriptivo, la población que se consideró fue el barrio de San Vicente de la ciudad de Bogotá y el diseño se guía de acuerdo a los lineamientos reconocidos en su normativa, es NS085 de la EAB, adicionalmente, la herramienta utilizada para la creación del modelo es con el programa Sewer Gems, el cual verificó el comportamiento que se genera en la simulación, relativo a los resultados obtenidos. , el autor considera que es adecuado proyectar redes de apoyo en los últimos 5 años, con el propósito de diseñar sistemas de drenaje en su zona de estudio, y por lo tanto no puede solucionar el problema de los inconvenientes que sufre la población, la conclusión es trabajar en de acuerdo con la normatividad requerida, diseñar el área con los parámetros establecidos y recomendados por los autores expertos en la materia, a su vez se deben realizar obras como piletas, tapones de desagüe, esto debido a las intensas precipitaciones en la zona, Otárola llegó a una conclusión sobre la ejecución de obras de drenaje, lo cual es congruente con la conclusión a la que se llegó en actual, que es el diseño de drenaje pluvial

Discusión 5: Con Baquero y Vanegas (2018) artículo científico. En este caso se concuerda con el objetivo del presente artículo cuyo El presente trabajo tuvo como objetivo buscar atender la propuesta de mitigación de inundaciones en la Carretera Doce de la Ciudad de Chi, Provincia de Cundinamarca. Para la formulación de la propuesta se planteó una metodología en cinco fases en las que se desarrollarían los objetivos propuestos, incluyendo visitas a la zona de estudio, implementación hidrológica, diseño de implementación de drenajes pluviales y cuencas de drenaje, se proporciona topografía correlacionada. Se entiende que este proyecto pretende solucionar este problema en la ciudad de Chi, pero principalmente en la ruta número doce. Las herramientas utilizadas fueron datos de las estaciones hidrometeorológicas de Guanatá y Santo Tomás, quienes realizaron los diseños finales con la estación de Guanatá, esta información fue proporcionada por IDEAM y LA CAR. Hay aportes de resultados realizados en base al diseño optimizado de sistemas de drenaje pluvial y tanques de agua de lluvia, realizados de acuerdo a una metodología académica para alcanzar los objetivos planteados. Así mismo, se concluye que el desarrollo de este documento inició con una descripción de la zona

de estudio y su respectiva problemática antes, además de tener acceso, cabe señalar que los resultados obtenidos no son solo referencias a este ente territorial. pero para cualquier municipio del país con condiciones similares o parecidas, se concluye que está parcialmente de acuerdo con la conclusión presentada en dicho artículo, ambos están de acuerdo en los temas de inundaciones.

Discusión 6: Con Ojeda y Álvarez (2020) en este caso, se alinea con el objetivo planteado en el artículo científico, que pretende analizar el problema recurrente de las inundaciones que se presentan en el área metropolitana de Hermosillo durante la temporada de lluvias y en el campus principal de la Universidad. de Sonido. La metodología del estudio contempló una evaluación de un sistema de drenaje pluvial habitado por la ciudad de Hermosillo, y como muestra del campus universitario, las herramientas fueron estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y sociales para determinar el escurrimiento por escorrentía pluvial en doce identificadas microcuencas. Las curvas de tiempo de retorno de precipitación (PdTr) se obtuvieron eligiendo una tormenta de diseño para un período de retorno de 10 años. En conclusión, este trabajo presenta un estudio desarrollado a raíz de las repetidas inundaciones en el área metropolitana de Hermosillo durante la temporada de lluvias y en el campus principal de la Universidad de Sonora, en conclusión, co., señalar que el problema de las inundaciones recurrentes por falta de drenaje instalaciones también se describe en este proyecto.

Discisión 7: Con Aparicio, Graell, Aguilar (2018), en este caso, se ajusta al uso previsto de este artículo científico, el cual se realizó con el objetivo de diseñar un sistema que utilice agua de lluvia y aguas grises para evacuar los baños públicos en el Edificio número de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP). Para ello se realizó un análisis de los sistemas de abastecimiento de agua potable y evacuación (saneamiento) existentes en el mencionado edificio. Este estudio se realizó leyendo planos, examinando estructuras sanitarias, luces a través de drones y entrevistando a expertos familiarizados con la configuración del edificio. Algunas de las variables medidas para lograr el diseño son: el consumo del fregadero (que da como resultado las aguas grises disponibles), la cantidad de agua de lluvia que se puede recolectar, el consumo de agua potable en el edificio y la tasa de ahorro de agua. Con la aplicación del diseño se espera ahorrar significativamente el costo

del agua potable en el edificio, de acuerdo con este artículo, no estoy de acuerdo con la conclusión a la que se llega debido a que su papel está orientado a recolectar agua de lluvia para el consumo lavamanos, y en la actualidad El proyecto consiste en la construcción de obras de drenaje para evitar inundaciones provocadas por las lluvias.

VI: CONCLUSIONES

Después de haber concluido el proyecto de Investigación se logra las siguientes conclusiones:

Conclusión 1: Con respecto a la influencia de la precipitación pluvial en el diseño del sistema de drenaje pluvial en la av. cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito de Wanchaq - Cusco, se ha considerado un tiempo de retorno de 10 años, se espera una precipitación máxima diaria de 41.86 mm., con una intensidad máxima de 19.10 mm/hr.

Conclusión 2: Se determinó la influencia del caudal en el diseño del sistema de drenaje pluvial en la av. Cultura, por lo que, de acuerdo a los cálculos realizados, se llegó a la conclusión que en todo el tramo es necesario considerar estructuras de drenaje, ya que la configuración de la sección de vía no permite evacuar las aguas pluviales.

Conclusión 3: Se precisó la influencia de las características topográficas del terreno en el diseño del sistema de drenaje en la av. Cultura del distrito de Wanchaq - Cusco, llegando a la conclusión que el tramo en estudio por ser un terreno ligeramente plano, es necesario que cuente con un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua en épocas de lluvia en dicho tramo.

Conclusión 4: Con respecto a la influencia de la frecuencia de mantenimiento del sistema de drenaje en la av cultura, se llega a la conclusión que es imprescindible realizar el mantenimiento de forma periódica durante todo el año y en épocas de lluvia con mayor frecuencia, para tener el funcionamiento en óptimas condiciones.

VII: RECOMENDACIONES

En zonas con precipitaciones pluviales tiende a tener influencia en el diseño de un sistema de drenaje pluvial, se recomienda realizar un proyecto integral de toda la cuidada del Cusco tomado en cuenta el presente proyecto para realizar un estudio general donde se pueda realizar un sistema conjunto de sistema de drenaje pluvial, ya que se cuenta con ríos que cruzan la ciudad para poder desembocarlos en ellos y así poder disminuir las inundaciones y con ellas la contaminación en la diferentes avenidas de la ciudad del Cusco.

Recomendación 1: Se recomienda se debe realizar un mantenimiento periódico a todos los sistemas de drenaje para evitar la colmatación de residuos en ellos y estos no puedan cumplir al 100% su función de evacuación de aguas pluviales.

Recomendación 2: La topografía influyen en el diseño del sistema de drenaje, gracias a los datos se define el flujo, los cálculos de caudales de diseño y se determina el punto de descarga óptimo, por lo expuesto, se recomienda realizar los estudios en la av. Cultura, se tome en cuenta todos los detalles del área de estudio, así mismo de las áreas adyacentes.

Recomendación 3: se recomienda realizar campañas de sensibilización con la población, para su compromiso con el cuidado y conservación de todas las estructuras de ingeniería construidas con la finalidad de garantizar la calidad de vida y prevenir las afectaciones producidas por la naturaleza.

Recomendación 4: se recomienda conocer las características topográficas del tramo intervenido, el caudal máximo en épocas lluvia, periodos de retorno de la precipitación pluvial y la escorrentía superficial y la norma técnica OS 060 drenaje pluvial urbano para realizar el diseño adecuado de una red de drenaje pluvial.

REFERENCIAS

DAVILA Jorge. (2018): Diseño del Sistema drenaje pluvial para mejorar la accesibilidad del asentamiento humano Macambo, Banda de Shilcayo – San Martin 2018 (Tesis de pregrado) Universidad César Vallejo.

CARDENAS Ronnie. (2006): Diseño de un sistema de drenaje pluvial optimo y funcional para el sector “la Rotaria” de la parroquia Raúl Leoni de Maracaibo (Tesis de Pregrado) Universidad Rafael Urdaneta Bolivia.

GRANDA, Rudy. Análisis numérico de la red de drenaje pluvial de la urb. Angamos, en línea). Piura: Universidad de Piura, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. [Fecha de consulta: 16 Febrero 2021]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1751/ICI_194.pdf?sequence=1.

GIL, Juan. Técnicas e Instrumentos para la recogida de Información [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=ANrkDAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. [Fecha de consulta: 09 de enero de 2021].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

HERNANDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2014. [Fecha de consulta: 11 de diciembre de 2020]. Disponible en:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaedicion.compressed.pdf>

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, «Captación y aprovechamiento de agua de lluvia en América Latina,» Santiago, 2016. • RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones, «Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano,» Perú.

ANA, Autoridad Nacional del Agua, «Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial,» Lima, 2016.

LERMA, Hector. Metodología de la Investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto [en línea]. 5.ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. [Fecha de consulta: 12 de Enero de 2021]. Disponible en la página web siguiente:

<https://books.google.com.pe/books?id=COzDDQAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,» Lima, 2014.

Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, «Langleruben,» 10 enero 2021. [En línea]. Available: <https://langleruben.wordpress.com>.

Máximo Villón Béjar. 2006. Drenaje. 1 ed. Cartago. CR. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 544 p.

Marvin Villalobos Araya. 2005. Diseño de drenaje superficial. 1 ed. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 96 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Drenaje Pluvial Urbano, [en línea]. México: Coyoacán. [Fecha de Consulta: 17 de enero 2021]. Disponible en:

http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/erh_piura_tomos_ii_r

CHEREQUE, Wendor. Hidrología. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. [Fecha de Consulta: 05 de febrero 2021]. Lima: CONCYTEC. Disponible en:

<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/>

[hidrologia.pdf](#).

DOMINGOS, Divaldo. Estrategia para el diseño de redes de drenaje pluvial, empleando la modelación matemática, para su aplicación en la ciudad de Luanda, [en línea]. Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Técnicas. [Fecha de consulta: 18 de enero del 2021]. Disponible en:

<http://blogdelagua.com/wp-content/uploads/2015/05/Tesis-Completa->

[Ultima.pdf](#).

ICG, Instituto de la Construcción y Gerencial, «Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas,» Lima, 2005.

ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica [en línea]. 6.a ed. Caracas: Editorial Episteme, C.A., 2016. [Fecha de consulta: 10 de enero de 2021]. Disponible en:

<https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/ELPROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDAS-G.-ARIAS.pdf>

SAAVEDRA, Carlos, JIMENO, Wesley. (2010) Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del AA.HH. La Molina. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Trujillo – Perú.

AMOROCHO, Henry. Estructuras SUDS para países tropicales con intensidades de lluvia altas: ¿Cuáles son las más apropiadas? Colombia (Tesis de obtención de Título). Bogotá: Universidad de los Andes, 2016.

ARREGUÍN, Felipe, LOPEZ, Mario y MARENGO, Humberto. 2016. Las

inundaciones en un marco de incertidumbre climática. *Tecnología y Ciencias del Agua*. [En línea] 2016. [Citado el: 01 de Octubre de 2019.]

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007->

24222016000500005&script=sci_arttext. ISSN: 20072422.

ARQHYS, Revista. 2012. *Sistema de drenaje*. [En línea] Diciembre de 2012.

[Citado el: 01 de Octubre de 2019.]

[https://www.arqhys.com/arquitectura/drenajesistemas.](https://www.arqhys.com/arquitectura/drenajesistemas.html)

html..

BARRETO, Miguel, BENÍTEZ, María y PUNTEL, María. 2015. Social housing and survival skills. Appropriate solutions provided by a case study (Resistencia, Argentina, 2013).

Revista INVI. [En línea] 2015. [Citado el: 6 de Octubre de 2019.] <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718->

83582015000200002&script=sci_arttext. ISSN: 07188358.

BARRIGAS, Zoila. 2017. Velocidad de infiltración del agua en el sub-suelo de las comunidades tiquibuzo y San José de la comuna, Pertenecientes a la parroquia chillanes, cantón chillanes Provincia de bolívar, asociado a la granulometría y a la Textura de sus componentes, Ecuador (Tesis de obtención de Título). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2017.

BURGOS, Víctor, y otros. 2017. Propuestas de drenaje pluvial urbano no convencional en Mendoza. 1er. Congreso Latinoamericano de Ingeniería.

Mendoza: Setiembre de 2017.

BUSTAMANTE, Laura, HINOJOSA, Cesar y LLAGUDO, Oscar. 2018.

Twodimensional model for the study and analysis of flood in the city of Durango. *Revista de Ingeniería Mecánica*. [En línea] Diciembre de 2018. [Citado el: 7 de Octubre de 2019.]

[http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ingenieria_Mecanica/vol2num8/Revista%20de%20Ingenier%C3%ADa_Mec%C3%A1nica_V2_N8.pdf#page=32.ISN:25312189.](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ingenieria_Mecanica/vol2num8/Revista%20de%20Ingenier%C3%ADa_Mec%C3%A1nica_V2_N8.pdf#page=32.ISN:25312189)

ÁLVAREZ, Martha et al. *Hidraulica Aplicada para Ingenieros Civiles*. Alicante : 3 Ciencias, 2018. ISBN: 9788494869044.60

CARDENAS, Katerine. 2018. Analisis General de la Gestión del Riesgo por Inundaciones en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y*

Sostenibilidad CAS. [En línea] Julio de 2018. [Citado el: 06 de Octubre de 2019.]

<https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/CAA>. ISSN: 23824514.

CARPIO, Pablo y VASQUEZ, Juan. 2016. Características físicas y mecánicas del bambú para fines estructurales. (Tesis de obtención de Título). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.2016.

CATERIANO, Fiorela y MENACHO, Luis. 2019. Diseño de drenaje pluvial de la cuenca Ignacio Merino de Piura usando el programa SWMM. (Tesis de obtención de Título). Piura: Universidad de Piura, 2019.

CHINCHILLA, Jorge. 2016. Análisis y soluciones de inundaciones en el Cantón de Oreamuno, Cartago. (Tesis de Licenciatura). Cartago: Universidad de Costa Rica, 2016.

COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE (2016). *UK Climate Change Risk Assessment 2017*. Londres: UK Government. Recuperado de www.theccc.org.uk/uk-climate-change-risk-assessment-2017

CORRALES, Jhonatan. 2018. Evaluación y diseño del sistema de alcantarillado para mejorar la evacuación de aguas pluviales en el sector San Blas del distrito de Cusco. (Tesis de obtención de Título). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2018.

CRUZ, Alexa; CORREA, Verónica. 2017. *Construir con bambú: Una alternativa sustentable para atender el déficit de vivienda en México*. worldbamboo.net. [En línea] 2017. [Citado el: 19 de octubre de 2019.] <https://worldbamboo.net/3cmb2016/Alexa%20Cruz.docx.pdf>.

CUBIDES, Eikin. 2016. Control de escorrentías urbanas mediante pozos de infiltración. (Tesis de Maestría). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2016.

ESTRELLA, Pedro. 2017. Análisis comparativo entre un Sistema convencional de drenaje de AALL y un Sistema sostenible para la evacuación de los caudales generados por la precipitación pluvial. (Tesis de obtención de Título). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017.

GUTIERREZ, Omar, CASTRO, David y BARCIA, Sinaí. 2019. *Zanjas de infiltración: opción para mitigar la erosión hídrica en la playa Rancho Luna*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. [En línea] Enero de 2019. [Citado el: 08 de Octubre de 2019.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000100058&lng=es&nrm=iso. ISSN: 16800338.61

HERNÁNDEZ, Carlos y MAIDA, Carmen. 2015. Sistema de drenaje urbano sostenible. *Revistas Bolivianas*. [En línea] Noviembre de 2015. [Citado el: 22 de Octubre de 2019.] http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtc/n13/n13_a02.pdf.

ISSN: 19916469.

HERNANDEZ, Rubén, BARRIOS, Héctor y RAMIREZ, Aldo. 2017. Flood risk analysis: Methodology and application to the Atemajac basin. *Tecnología y ciencias del agua*. [En línea] 2017. [Citado el: 6 de Octubre de 2019.]

<http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007->

[24222017000300005&script=sci_arttext&tIing=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222017000300005&script=sci_arttext&tIing=pt). ISSN: 20072422.

HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014.

Metodología de la investigación. Sexta Edición. Mexico D.F : McGraw-Hill, 2014.

pág. 600. ISBN:

9781456223960.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL. Autora: Pilar González Molina. **Año 2021**

ANEXOS

Anexo N° 01 Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE DE ESTUDIOS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. INDEPENDIENTE Precipitación Pluvial	Ricardo Juncosa R. (2019) define: Precipitación Pluvial es el agua aportada a la superficie Terrestre como lluvia (granizo, nieves o vapor). (expresadas en mm),	La precipitación pluvial también es medida por el periodo de retorno, intensidad y coeficiente de escorrentía norma os.060	Escorrentía superficial	Coficiente de escorrentía	Razón
			precipitación	periodo de retorno	Razón
				tiempo de concentración	Razón
				intensidad	Razón
curva IDF	Razón				
V. DEPENDIENTE Diseño de una Red de drenaje	Álvaro Palacio Ruiz (2008) establece que la red de drenaje pluvial al conjunto de obras que tiene como finalidad interceptar y conducir a un lugar de disposición evitando así problemas de inundación en una urbanización.	La red de drenaje pluvial es medida también por las características topográficas, condiciones hidráulicas y de mantenimiento.	Diseño Hidráulico	Caudal	Razón
				área y perímetro mojado	Razón
				Coef. De Rugosidad	Razón
				Radio Hidráulico	Razón
			Estudio Topográfico	Velocidad	Razón
					Razón
				Curvas de Nivel	Razón
				Pendiente	Razón
			Mantenimiento	Longitud de Vía	Razón
				Sección de Vía	Razón
Frecuente	Razón				
Poco frecuente	Razón				
Nulo	Razón				

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2. Matriz de Consistencia

Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021.						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPOTESIS GENERAL:				
¿Cómo influye la precipitación pluvial en el diseño de la red de drenaje en la av. cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021?	Analizar la influencia de la precipitación pluvial en el diseño de drenaje de evacuación en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq - Cusco 2021	La precipitación pluvial influye significativamente en el diseño de la red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq - Cusco 2021	V. INDEPENDIENTE Precipitación Pluvial	Escorrentía superficial	Coeficiente de escorrentía periodo de retorno	Método de investigación Método Científico
				precipitación	tiempo de concentración intensidad curva IDF	Diseño de Investigación Diseño no Experimental
PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPOTESIS ESPECÍFICOS:	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cómo influye el caudal en el diseño del sistema de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021?	Determinar la influencia del caudal en el diseño de la red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021	El caudal influye en el diseño del sistema de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq - Cusco 2021		Diseño Hidráulico	Caudal Área y perímetro mojado Coef. De Rugosidad	Tipo de Investigación Tipo Aplicada
¿Cómo influye las características topográficas en el diseño del sistema de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq - Cusco 2021?	Determinar la influencia de las características topográficas en el diseño del sistema de red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021	Las características topográficas influye en el diseño del sistema de red de drenaje en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq - Cusco 2021	V. DEPENDIENTE Diseño de una Red de drenaje	Estudio Topográfico	Radio Hidráulico Velocidad	Nivel de Investigación Tipo Correlacional
¿Cómo influye la frecuencia de mantenimiento del sistema de drenaje en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021?	Determinar la influencia de la frecuencia de mantenimiento del sistema de drenaje en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021	El mantenimiento frecuente del sistema de drenaje influye en la adecuada evacuación pluvial en la av. Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle distrito wanchaq – Cusco 2021		Mantenimiento	Curvas de Nivel Pendiente Longitud de Vía Sección de Vía	Poblacion Provincia de Cusco
					Frecuente poco frecuente Nulo	Muestra: Av. Cultura entre la urb. Manuel Prado hasta la urb. Marcavalle

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos.

Ficha de registro de datos para precipitación pluvial


Tabla de Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de Retorno								
Duración t (min)	Frecuencia T(años)							
	2	5	10	25	50	75	100	500
10.00	27.92	32.59	36.63	42.74	48.04	51.44	54.00	70.83
20.00	18.22	21.26	23.9	27.89	31.35	33.57	35.23	46.22
30.00	14.19	16.56	18.62	21.73	24.42	26.15	27.45	36.00
40.00	11.89	13.87	15.59	18.20	20.45	21.90	22.99	30.16
50.00	10.36	12.09	13.59	15.86	17.83	19.09	20.04	26.28
60.00	9.26	10.81	12.15	14.18	15.93	17.06	17.91	23.49
70.00	8.42	9.83	11.05	12.89	14.49	15.51	16.29	21.36
80.00	7.76	9.05	10.17	11.87	13.35	14.29	15.00	19.68
90.00	7.21	8.42	9.46	11.04	12.41	13.29	13.95	18.30
100.00	6.76	7.89	8.87	10.35	11.60	12.45	13.07	17.50
110.00	7.21	7.44	8.36	9.76	10.97	11.74	12.33	16.17
120.00	6.76	7.05	7.93	9.25	10.40	11.13	11.68	15.33
130.00	5.49	6.71	7.54	8.80	9.90	10.60	11.12	14.59
140.00	5.27	6.41	7.21	8.41	9.45	10.12	10.63	13.94
150.00	5.06	6.15	6.91	8.06	9.06	9.70	10.18	13.36
160.00	4.88	5.91	6.64	7.75	8.71	9.32	9.79	12.84
170.00	4.71	5.69	6.39	7.46	8.39	8.98	9.43	12.37
180.00	4.55	5.49	6.17	7.21	8.10	8.67	9.10	11.94
190.00	4.41	5.31	5.97	6.97	7.83	8.39	8.80	11.55
200.00	4.28	5.15	5.79	6.75	7.59	8.13	8.53	11.19
210.00	4.16	5	5.61	6.55	7.36	7.89	8.28	10.86
220.00	4.05	4.85	5.46	6.37	7.16	7.66	8.04	10.55
230.00	4.05	4.72	5.31	6.20	6.96	7.46	7.83	10.27
240.00	3.94	4.6	5.17	6.03	6.78	7.26	7.26	10.00


Ficha de registro para elaborar el diseño de una red de drenaje


Capacidad Máxima del Caudal por Sección de Vía											
N°	Pend. (S)	Ancho de Vía (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perimet. (m)	Radio hidráulico	Coef. De rugosidad (N)	V (m ³ /s)	Q _{máx.} =	Q _{circ.}	Verificación
									VxA (m ³ /s)	(m ³ /s)	
q1	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0183	0.03	D. cuneta
q2	0.03	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.05	0.0195	0.02	D. cuneta
q3	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0185	0.02	D. cuneta
q4	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0165	0.03	D. cuneta
q5	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0164	0.03	D. cuneta
q6	0.063	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.52	0.0284	0.03	D. cuneta
q7	0.049	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.33	0.0178	0.03	D. cuneta
q8	0.022	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.91	0.0266	0.03	D. cuneta
q9	0.004	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.4	0.0198	0.03	D. cuneta
q10	0.008	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.53	0.0123	0.03	D. cuneta
q11	0.012	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.66	0.0229	0.03	D. cuneta

Anexo 4. Validez


Anexo 4.1 Validez de la variable precipitación pluvial



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Gerson Javier Salls Luna					
Título y/o Grado académico	: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)					
Institución	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro de datos para precipitación pluvial					
Autor del instrumento	: Weibull y Gumbel					
Título de la investigación	: "Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Maravilla, distrito Wánchag – Cusco 2021."					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Buena 51-70%	Muy Buena 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				X	
ACTUALIDAD	Es adecuada al avance de la ciencia y tecnología.				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.			X		
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y científicos acordes a la tecnología educativa.				X	
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				X	
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.			X		
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.80						
Cusco, diciembre 2021	65161				951100728	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	


A. DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Emerson Joel Quispe Rossello					
Título y/o Grado académico	: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del instrumento	: Ficha de registro de datos para precipitación pluvial					
Autor del instrumento	: Weibull y Gumbel					
Título de la investigación	: " Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcarville, distrito Wánchaq – Cusco 2021. "					
II. APECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21- 50%	Buena 51- 70%	Muy Buena 71-80%	Excelente 81- 100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					X
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					X
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				X	
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X	
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.90						
Cusco diciembre 2021	152080				921726725	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	

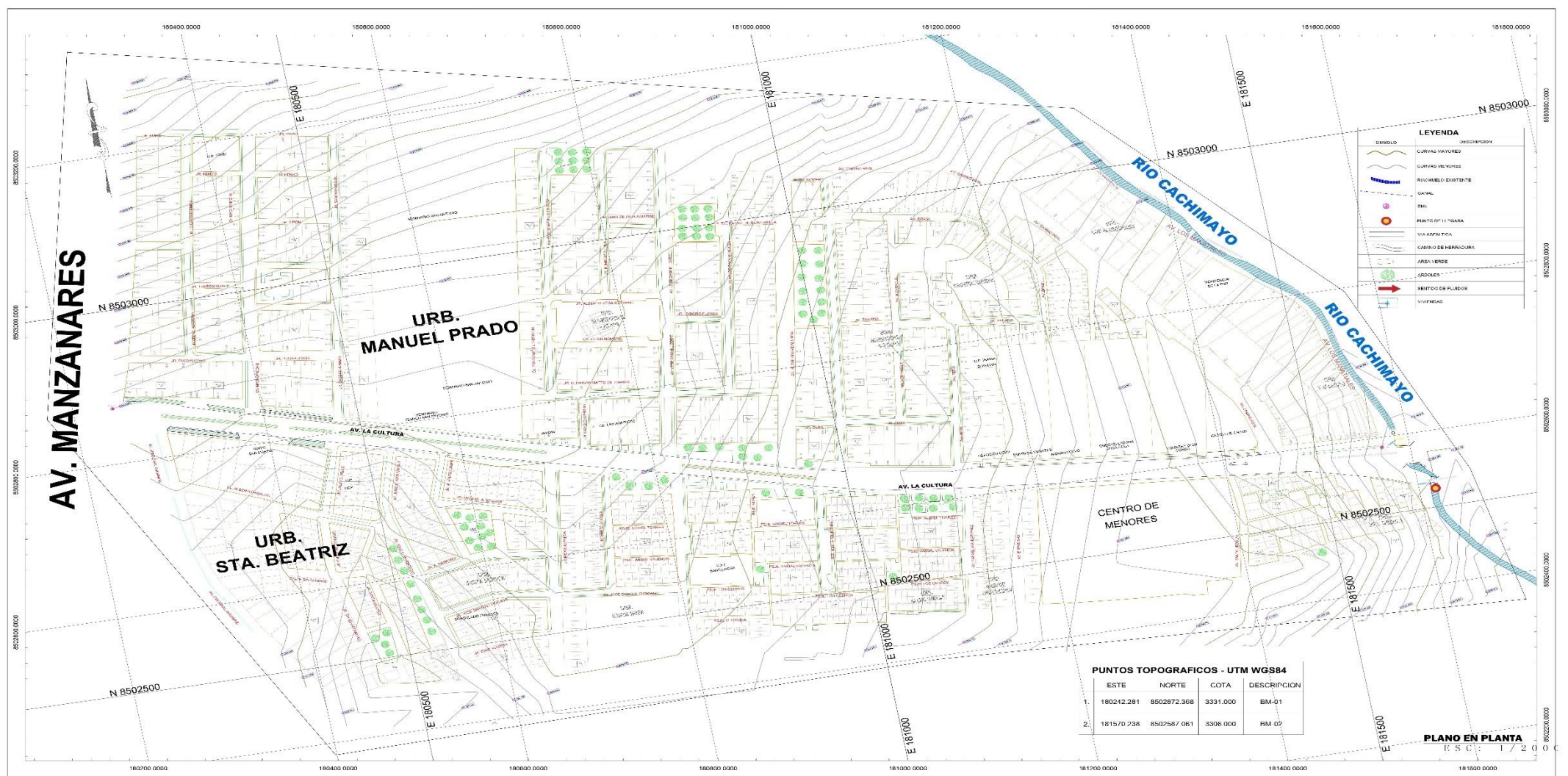
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Humberto Chávez Vargas					
Título y/o Grado académico	: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro de datos para precipitación pluvial					
Autor del Instrumento	: Weibull y Gumbel					
Título de la Investigación	: " Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021"					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				x	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				x	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.				x	
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					x
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.				x	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
PERTINENCIA	El Instrumento es adecuado al tipo de Investigación.				x	
III. OPINION DE APLICACION						
VI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:0.85						
Cusco diciembre 2021	108402				963325327	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	

Anexo 4.2 Anexo de la variable, diseño de una red de drenaje

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto		: Gerson Javier Solis Luna				
Título y/o Grado académico		: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)				
Institución		: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
Nombre del Instrumento		: Ficha de registro para elaborar el diseño de una red de drenaje				
Autor del Instrumento		: norma OS. 060 drenaje pluvial urbano				
Título de la Investigación		: " Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021."				
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				x	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				x	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.			x		
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.				x	
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				x	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.			x		
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.80						
Cusco, diciembre 2021	65161	 Gerson Javier Solis Luna INGENIERO CIVIL Reg. CIP 65161			951100728	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	

A DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Emerson Joel Quispe Rossello					
Título y/o Grado académico	: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro para elaborar el diseño de una red de drenaje					
Autor del Instrumento	: norma OS. 060 drenaje pluvial urbano					
Título de la Investigación	: " Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wánchaq – Cusco 2021. "					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				x	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				x	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					x
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					x
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.				x	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				x	
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.90						
Cusco diciembre 2021	152080	 			921726725	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Humberto Chávez Vargas					
Título y/o Grado académico	: Doctor (<input type="checkbox"/>) Magister (<input checked="" type="checkbox"/>) Licenciado (<input type="checkbox"/>) Otros (<input type="checkbox"/>)					
Institución	: UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro para elaborar el diseño de una red de drenaje					
Autor del Instrumento	: norma OS. 060 drenaje pluvial urbano					
Título de la Investigación	: " Precipitación pluvial y Red drenaje de evacuación en la avenida Cultura entre Manuel Prado hasta Marcavalle, distrito Wanchaq – Cusco 2021"					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				X	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.				X	
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos técnicos y científicos acordes a la tecnología educativa.					X
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				X	
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X	
III. OPINION DE APLICACION						
VI. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:0.85						
Cusco diciembre 2021	108402				963325327	
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto			Celular	



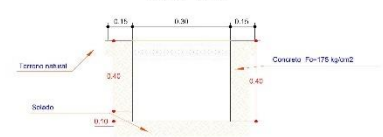


PLANO EN PLANTA
ESC: 1/2000

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	Universidad del Proyecto: Departamento: Cusco Provincia: Cusco Distrito: Wanchaq Sector: La Cultura	Autor: : Ing. Arévalo Vidal, Samir Augusto	Proyecto de Investigación: PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y RED DRENAJE DE EVACUACIÓN EN LA AVENIDA CULTURA ENTRE MANUEL PRADO HASTA MARCAVALLE, DISTRITO WANCHAQ - CUSCO 2022	Plano: SENTIDO DE LOS FLUJOS	Escala: Indicada Fecha: Marzo 2022
	Autor: : Bach. Daélas Caballero, Yordy Jervis				
					P-02

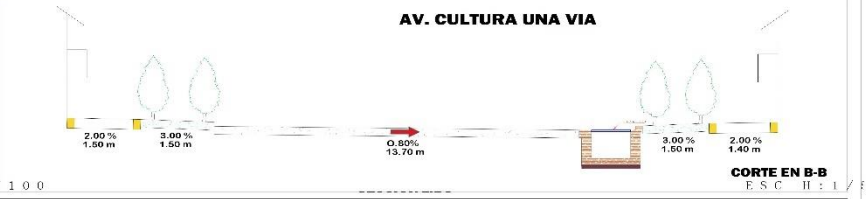
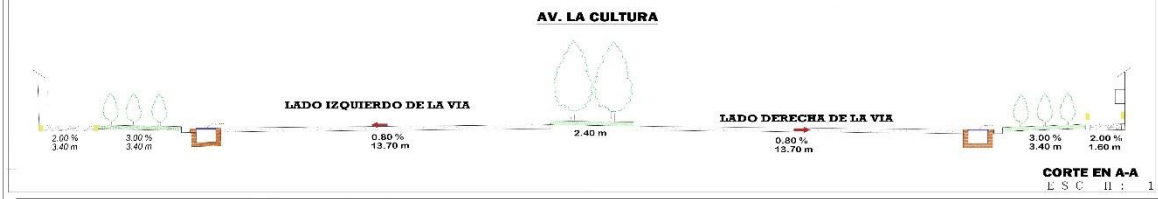


SECCION TIPO
ESC: 1/20



-SECCION TIPICA DE LA AV. LA CULTURA

SEÑAL	DESCRIPCION
	REJILLA
	CUNETA MAYOR
	CUNETA MENOR
	SEÑAL DE PUESTO
	SALIDA
	BAN
	PUNTO DE LLEGADA
	VIA ASFALTADA
	CANAL DE VENTILACION
	AREA VERDE
	ARREJOS
	SERVICIO DE FILTROS
	VIVIENTE



<p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	Ubicación del Proyecto: : Cusco	Autor: : Ing. Arcvalo Vidal, Santir Augusto	<p>PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y RED DRENAJE DE EVACUACIÓN EN LA AVENIDA CULTURA ENTRE MANUEL PRADO HASTA MARCAVALLE, DISTRITO WANCHAQ - CUSCO 2022</p>	<p>Plano: PLANTA GENERAL UBICACIÓN Y DETALLES DE CUNETAS RECTANGULARES</p>	Escala: : Indicada
	Director del Proyecto: : Cusco	Asesor: : Bach. Duonas Caballero, Yordy Jovis			Fecha: : Marzo 2022
	Ubicación: : Wanchaq				
	Sector: : La Cultura				

Anexo 6. Panel fotográfico



Inundación a causa de lluvia perjudicando el tránsito vehicular.



Inundación a causa de lluvia perjudicando el tránsito peatonal.



Inundación en el puente Marcavalle.



Colapso de buzones de desagüe a falta de un drenaje pluvial.



La falta de drenaje pluvial perjudica el tránsito peatonal

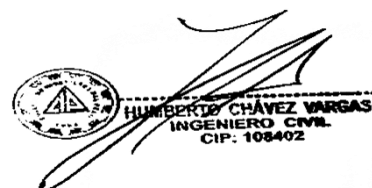


Inundación en la avenida a falta de sistema de drenaje pluvial

Anexo 7. Hojas de calculo

Hoja de cálculo tiempo de duración periodo de retorno

Tabla de Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de Retorno								
Duración t (min)	Frecuencia T(años)							
	2	5	10	25	50	75	100	500
10.00	27.92	32.59	36.63	42.74	48.04	51.44	54.00	70.83
20.00	18.22	21.26	23.9	27.89	31.35	33.57	35.23	46.22
30.00	14.19	16.56	18.62	21.73	24.42	26.15	27.45	36.00
40.00	11.89	13.87	15.59	18.20	20.45	21.90	22.99	30.16
50.00	10.36	12.09	13.59	15.86	17.83	19.09	20.04	26.28
60.00	9.26	10.81	12.15	14.18	15.93	17.06	17.91	23.49
70.00	8.42	9.83	11.05	12.89	14.49	15.51	16.29	21.36
80.00	7.76	9.05	10.17	11.87	13.35	14.29	15.00	19.68
90.00	7.21	8.42	9.46	11.04	12.41	13.29	13.95	18.30
100.00	6.76	7.89	8.87	10.35	11.60	12.45	13.07	17.50
110.00	7.21	7.44	8.36	9.76	10.97	11.74	12.33	16.17
120.00	6.76	7.05	7.93	9.25	10.40	11.13	11.68	15.33
130.00	5.49	6.71	7.54	8.80	9.90	10.60	11.12	14.59
140.00	5.27	6.41	7.21	8.41	9.45	10.12	10.63	13.94
150.00	5.06	6.15	6.91	8.06	9.06	9.70	10.18	13.36
160.00	4.88	5.91	6.64	7.75	8.71	9.32	9.79	12.84
170.00	4.71	5.69	6.39	7.46	8.39	8.98	9.43	12.37
180.00	4.55	5.49	6.17	7.21	8.10	8.67	9.10	11.94
190.00	4.41	5.31	5.97	6.97	7.83	8.39	8.80	11.55
200.00	4.28	5.15	5.79	6.75	7.59	8.13	8.53	11.19
210.00	4.16	5	5.61	6.55	7.36	7.89	8.28	10.86
220.00	4.05	4.85	5.46	6.37	7.16	7.66	8.04	10.55
230.00	4.05	4.72	5.31	6.20	6.96	7.46	7.83	10.27
240.00	3.94	4.6	5.17	6.03	6.78	7.26	7.26	10.00



HUMBERTO CHÁVEZ VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 108402

Hoja de calculo capacidad máxima del caudal por sección de vía

Capacidad Máxima del Caudal por Sección de Vía											
N°	Pend. (S)	Ancho de Vía (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perimet. (m)	Radio hidráulico	Coef. De rugosidad (N)	V (m ³ /s)	Q _{máx.} =	Q _{circ.}	Verificación
									VxA (m ³ /s)	(m ³ /s)	
q1	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0183	0.03	D. cunet
q2	0.03	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.05	0.0195	0.02	D. cuneta
q3	0.028	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.01	0.0185	0.02	D. cuneta
q4	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0165	0.03	D. cuneta
q5	0.021	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.88	0.0164	0.03	D. cuneta
q6	0.063	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.52	0.0284	0.03	D. cuneta
q7	0.049	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	1.33	0.0178	0.03	D. cuneta
q8	0.022	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.91	0.0266	0.03	D. cuneta
q9	0.004	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.4	0.0198	0.03	D. cuneta
q10	0.008	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.53	0.0123	0.03	D. cuneta
q11	0.012	6	0.061	0.19	6.16	0.03	0.016	0.66	0.0229	0.03	D. cuneta



HUMBERTO CHÁVEZ VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 108402