UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOAMBIENTALES

CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Diseño del espacio público en un tramo de la Av. Ceslao Marín-Puyo

Proyecto de titulación previo a la obtención del título de:

ARQUITECTO SOSTENIBLE

AUTOR: CRISTIAN ALEJANDRO VELEZ ALVAREZ

TUTOR: KARINA ALEXANDRA CHERREZ RODAS

TENA-ECUADOR

2026

Carrera Arquitectura Sostenible

DECLARACIÓN DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Tena, 11 de marzo de 2026

Yo, Cristian Alejandro Velez Alvarez con documento de identidad 1600947160, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título Arquitecto Sostenible, son absolutamente inéditos, originales, auténticos y personales.

En virtud de lo cual, el contenido, criterios, opiniones, resultados, análisis, interpretaciones, conclusiones, recomendaciones y todos los demás aspectos vertidos en el presente documento, son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Firmado electrónicamente por:
CRISTIAN ALEJANDRO VELEZ ALVAREZ
Validar únicamente con FirmaEC

Cristian Alejandro Velez Alvarez

CI: 1600947160

Carrera Arquitectura Sostenible

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EL EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Tena, 11 de marzo de 2026

Yo, Cristian Alejandro Velez Alvarez, con documento de identidad 1600947160 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Diseño del espacio público en un tramo de la Av. Ceslao Marín-Puyo”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad Regional Amazónica Ikiam una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo autorizo a la Universidad Regional Amazónica Ikiam para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firmado electrónicamente por:
CRISTIAN ALEJANDRO VELEZ ALVAREZ
Validar únicamente con FirmaEC

Cristian Alejandro Velez Alvarez

CI: 1600947160

Carrera Arquitectura Sostenible

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Tena, 11 de marzo de 2026

Certifico que el trabajo de titulación: “Diseño del espacio público en un tramo de la Av. Ceslao Marín-Puyo”, aprobado bajo el mecanismo de titulación de: Proyecto Arquitectónico Sostenible, fue realizado por Cristian Alejandro Velez Alvarez, bajo mi dirección.

El mismo ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad Regional Amazónica Ikiam, para su entrega y defensa.

Firmado electrónicamente por:
KARINA ALEXANDRA CHERREZ RODAS
Validar únicamente con FirmaEC

Arq. Karina Alexandra Chérrez Rodas

C.I.: 0105209464

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida, por darme la fortaleza necesaria para continuar en los momentos difíciles y por bendecirme con personas que han sido fundamentales en este camino.

De manera muy especial, expreso mi más profundo agradecimiento a mi madre, Miryan Álvarez, quien ha sido mi principal y más constante apoyo a lo largo de toda mi vida. Su amor incondicional, sacrificio, esfuerzo y confianza han sido el pilar que me permitió seguir adelante, incluso cuando el camino parecía complejo. Sin su respaldo y dedicación, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos, Alexander Velez y Fernando Velez, les agradezco sinceramente por su apoyo significativo, comprensión y motivación constante, los cuales han sido un impulso importante durante mi formación académica.

Extiendo mi gratitud a mi tutora, la Arquitecta Karina Alexandra Chérrez Rodas, por su guía profesional, paciencia, compromiso y valiosos conocimientos compartidos durante el desarrollo de este trabajo. Su acompañamiento y confianza fueron determinantes para la culminación exitosa de este proceso académico.

Finalmente, agradezco a la universidad por acogerme durante mi etapa de formación, brindándome los conocimientos, experiencias y herramientas necesarias para mi crecimiento profesional y personal, convirtiéndose en un espacio fundamental en mi desarrollo académico.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, Miryan Álvarez, por su amor incondicional, su esfuerzo constante y por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Su apoyo, sacrificio y confianza han sido la motivación que me impulsó a seguir adelante y a culminar esta importante meta académica.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA

DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD ii

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL iii

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN iv

AGRADECIMIENTO v

DEDICATORIA vi

ÍNDICE DE TABLAS xi

ÍNDICE DE FIGURAS xii

ÍNDICE DE ANEXOS xiii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN 1

1.1. Antecedentes 1

1.2. Planteamiento del problema 5

1.3. Justificación de la investigación 8

1.4. Objetivos de la investigación 10

1.4.1. Objetivo General 10

1.4.2 Objetivo Específicos 10

CAPITULO II: DESARROLLO METODOLÓGICO 11

2.1. Marco teórico 11

2.1.1. Espacio público 11

2.1.1.1 Condiciones del uso 12

2.1.1.2. Calidad espacial 13

2.1.2. Usuarios en el espacio público 14

2.1.3. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) 15

2.1.3.1 Alcorques estructurales 16

2.1.3.2. Pavimentos permeables 16

2.1.3.3. Parterres Inundables 17

2.1.3.4. Tanques inundables 18

2.1.4. Infraestructura verde-azul 19
2.1.4.1. Fuentes secas (Dry deck fountains) 19
2.1.5. Accesibilidad universal en el espacio público 20
2.1.5.1 Principios de accesibilidad e inclusión 20
2.1.5.2 Enfoque Sostenibilidad 21
2.3. Metodología 21
2.3.1. Ocupación del espacio público 21
2.3.2. Método de Evaluación Hidrológica Mediante el Modelo SCS-CN y HEC-HMS 23
2.4. Análisis y diagnóstico 24
2.4.1. Estudio Hidrológico 24
2.5.2. Diagnóstico urbano 29
2.5.2.1. Ubicación y descripción general del área de estudio 29
2.5.2.2. Análisis del entorno urbano 30
2.5.1.3. Análisis de Deficiencias y Conflictos Urbanos 44
3.1. Memoria descriptiva 49
3.1.1. Descripción general 49
3.2. Programa y organigrama 50
3.2.1. Programa de necesidades 50
3.3. Estrategias proyectuales 51
3.3.1. Reaprovechamiento de espacio residual para plaza 51
3.3.2. Mejora de la infraestructura y Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible 52
3.3.3. Infraestructura verde-azul 54
3.3.4. Accesibilidad Universal 54
3.3.5. Mobiliario Urbano 55
3.3.6. Eficiencia energética 56
3.4. Enfoque de sostenibilidad del proyecto 59
3.4.1. Alcorques inundables 59
3.4.2. Parterres inundables 60
3.4.3. Tanque inundable 61

3.4.4. Fuente seca y vegetación vertical 62
3.4.5. Mobiliario Urbano 63
3.4.6. Eficiencia Energética 64
3.5. Dibujos arquitectónicos 65
3.5.1. Planimetría de la propuesta de diseño 66
3.5.2. Planimetría hidraúlica 67
3.5.3. Corte longitudinal y transversal 68
3.5.4. Detalles constructivos SUDS y gestión hídrica 69
3.5.5. Detalles constructivos SUDS y gestión hídrica 70
3.5.6. Planos de mobiliario y equipamiento 71
3.5.7. Lamina sintesis 72
3.6. Imágenes/ Visualizaciones 3D 72
CAPITULO IV: CONCLUSIÓN 78
3.3.2. Conclusiones, recomendaciones y aportes a la sostenibilidad 78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 -2: Tiempo de concentración Tc adaptado para entornos urbanos..... 26

Tabla 2 -2: Resumen de resultados para diversos periodos de retorno..... 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Jardines de lluvia en el marco de las obras de mejora integral sobre la calle Francia 5

Figura 2-1: Monthly average precipitation in Puyo, Ecuador 7

Figura 3-1: Mapa geográfico del tramo de estudio Av. Ceslao Marín. Puyo, Pastaza 8

Figura 4-2: Pirámide de jerarquía de movilidad 12

Figura 5-2: Funciones principales y secundarias de las diferentes tipologías SUDS 15

Figura 6-2: Esquema de un alcorque estructural 16

Figura 7-2: Esquema de pavimento permeable 17

Figura 8-2: Parterre inundable 18

Figura 9-2: Sistema STORMBRIXX 19

Figura 10-2: Área de estudio de intervención 25

Figura 11-2: Curva IDF 25

Figura 12-2: A) Curva de almacenamiento y B) Evolución de elevaciones 28

Figura 13-2: Fotografía del tramo de estudio Av. Ceslao Marín. Puyo, Pastaza 30

Figura 14-2: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (6:00 - 7:0 0 Am) 32

Figura 15-2: Diagrama de actividades y flujos peatonales en la franja matutina 33

Figura 16-2: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público 34

Figura 17-2: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (12:20 - 13 :20 PM) 34

Figura 18-2: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público (franja mediodía). 35

Figura 19-2: Caracterización de usuarios por grupo etario (franja mediodía) 36

Figura 20-2: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (17:00 - 18 :00 PM) 36

Figura 21-2: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público (franja tarde) 37

Figura 22-2: Caracterización de usuarios por grupo etario (franja tarde) 38

Figura 23-2: Mapa de dinámicas urbanas y estado de infraestructura bajo condiciones climáticas de lluvia (12:20 - 13:20 PM) 39

Figura 24-2: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público bajo condiciones de lluvia (franja mediodía) 40

Figura 25-2: Caracterización de usuarios por grupo etario y vulnerabilidad bajo condiciones de lluvia (franja mediodía)..... 41

Figura 26-2: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia..... 42
vs. sin lluvia (Franja 6:00 - 7:00 AM).

Figura 27-2: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia
vs. sin lluvia (Franja 12:20 - 13:20 PM)..... 42

Figura 28-2: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia
vs. sin lluvia (Franja 17:00 - 18:00 PM)..... 43

Figura 29-2: Programa de los usuarios Av. Ceslao Marin, puyo..... 51

Figura 30-2: Propuesta de reconversión proyectual de espacio residual en plaza pública
multifuncional..... 52

Figura 31-2: Esquema conceptual de sistema de alcorque estructural con vegetación
nativa para infiltración pluvial..... 52

Figura 32-2: Esquema conceptual de sistema parterres inundables estructural con
vegetación para infiltración pluvial..... 53

Figura 33-2: Esquema conceptual de fuentes secas..... 54

Figura 34-2: Sistema integral de movilidad inclusiva y diseño universal..... 55

Figura 35-2: Esquema conceptual de mobiliario urbano modular con vegetación..... 55

Figura 36-2: Esquema conceptual de infraestructura urbana autosustentable mediante
luminaria con sistema fotovoltaico integrado..... 56

Figura 37-2: Interacción social y espera en el parada de bus..... 73

Figura 38-2: Dinámica peatonal y accesibilidad en el espacio público..... 73

Figura 39-2: Visualización de espacio lúdico: fuente seca y jardín vertical..... 74

Figura 40-2: Visualización del proyecto: Tratamiento lumínico y señalética táctil en
horario nocturno..... 74

Figura 41-2: Atmósfera nocturna: Interacción de luz, agua y vegetación bajo condiciones de lluvia..... 75

Figura 42-2: El arte como elemento de identidad en el recorrido peatonal..... 75

Figura 43-2: Perspectiva de intersección: Cruce peatonal..... 76

Figura 44-2: Integración de mobiliario, iluminación y flujos peatonales..... 77

Figura 45-2: Perspectiva rítmica de fuentes secas e iluminación cromática..... 77

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO B: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEXO C: EJEMPLO DE LAS FICHAS

ANEXO C: FICHAS DE ESPECIES VEGETALES PROPUESTAS PARA EL REVERDECIMIENTO DE PUYO

RESUMEN

La ciudad de Puyo, ubicada en la región amazónica del Ecuador, presenta altas precipitaciones que generan desafíos en el diseño y funcionamiento del espacio público urbano. En un tramo de la avenida Ceslao Marín, el predominio del tránsito vehicular ha provocado deficiencias en confort, seguridad y drenaje pluvial para los peatones, evidenciando subutilización del espacio público y limitadas condiciones de permanencia. Mediante observación directa y análisis urbano-ambiental se identifican problemáticas relacionadas con falta de infraestructura peatonal, escasez de mobiliario urbano y manejo inadecuado del agua lluvia. Como respuesta, se plantea una propuesta de diseño del espacio público que prioriza al peatón mediante reorganización del espacio vial e incorporación de mobiliario, parada de bus con captación de agua lluvia, pavimentos permeables, fuentes secas y vegetación adaptada al contexto amazónico. La propuesta busca mejorar la calidad del espacio público y establecer criterios de diseño urbano sostenible replicables en otros tramos urbanos similares.

Palabras clave: diseño urbano, drenaje, espacio público, infraestructura urbana, sostenibilidad.

ABSTRACT

The city of Puyo, located in the Amazon region of Ecuador, experiences high rainfall that creates challenges for the design and functioning of urban public spaces. In a section of Ceslao Marín Avenue, the predominance of vehicular traffic has caused deficiencies in comfort, safety, and stormwater drainage for pedestrians, revealing the underuse of public space and limited conditions for user permanence. Through direct observation and urban-environmental analysis, issues related to the lack of pedestrian infrastructure, scarcity of urban furniture, and inadequate rainwater management were identified. In response, a public space design proposal is presented that prioritizes pedestrians through the reorganization of the road space and the incorporation of urban furniture, a bus stop with rainwater harvesting, permeable pavements, dry fountains, and vegetation adapted to the Amazonian context. The proposal aims to improve the quality of public space and establish sustainable urban design criteria that can be replicated in similar urban sections.

Keywords: urban design, drainage, public space, urban infrastructure, sustainability.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La ciudad de Puyo, situada en la provincia de Pastaza en Ecuador, tiene sus raíces en el año 1899, cuando Fray Álvaro Valladares la fundó en plena región amazónica. Su denominación proviene del kichwa, traduciéndose como "nube", reflejando la frecuente neblina y lluvia que caracteriza la localidad. Reconocida como la "Puerta de la Amazonía", Puyo ostenta un papel crucial en términos administrativos, comerciales y turísticos en su área. Con base en los datos del INEC (2022) citados en el PDOT Pastaza (2023), la provincia posee una población de 111,915 habitantes, con una densidad poblacional de 3.77 hab/km², lo que refleja la distribución demográfica en relación con la extensión territorial de la provincia.

El microclima es cálido y húmedo, con temperaturas anuales que oscilan entre los 18 °C y los 33 °C, dependiendo de la altitud y la ubicación geográfica. En cuanto a la hidrografía, el cantón cuenta con tres importantes cuencas fluviales: Pastaza, Tigre y Napo, que son fundamentales para el abastecimiento de agua y la biodiversidad local. La precipitación anual varía entre 2000 y 4000 mm, siendo más copiosa en la región occidental y menos en la oriental. Dentro de este contexto, la avenida Ceslao Marín, ubicada en el barrio Amazonas de la ciudad de puyo se ha vuelto un elemento determinante para el avance urbano de Puyo. Su desarrollo ha optimizado la unión entre las distintas zonas de la ciudad, facilitando el tránsito de vehículos y peatones. Durante su ejecución, la presencia de diversos comercios fomenta la economía local y genera un ambiente ágil para las interacciones diarias. Además, su cercanía y acceso a servicios esenciales e instituciones como escuelas, centros de médicos y entidades gubernamentales incide de manera favorable en la calidad de vida de los habitantes y visitantes de la ciudad (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza, 2022).

La Avenida Ceslao Marín es un distintivo de enorgullecimiento y vínculo con la cultura de sitio, así mismo un símbolo de personalidad y patrimonio cultural en honor a la Ceslao Marín, un líder indígena del pueblo Kichwa. En conjunto, estos elementos conceden a la Avenida Ceslao Marín un área de descanso en la ciudad, evidencian su progreso y mejoran la experiencia urbana. La configuración de espacio público ejerce un papel crucial en la formación de ciudades inclusivas y sostenibles, debido a que inciden derechamente en la calidad de vida del habitante del lugar y en la percepción de su identidad. Según Gehl (2014) reconocido urbanista y arquitecto, sabe que los espacios públicos que son bien diseñados promueven la vinculación social, la movilidad activa y dinamismo ciudadano, convirtiéndose así en elementos clave para fortalecer la estructura social y económica de las ciudades. La avenida Ceslao Marín en Puyo, bajo esta situación, no solo sirve como un recorrido urbano para los ciudadanos que transitan y los vehículos, sino también es una oportunidad estratégica para revitalizar el entorno urbano mediante un proyecto que pone énfasis en la calidad de vida, la accesibilidad universal y la adaptación simbólica a la identidad del sitio (ONU-Hábitat, 2015).

El proyecto de diseño del espacio público de la avenida Ceslao Marín debe cumplir con las necesidades actuales de los usuarios y, paralelamente considerar en entorno natural propio de la zona amazónica. Para esta propuesta, se contempla utilizar en relación al Proyecto de Transformación Urbana de Medellín, en el que áreas urbanas deshabitadas se han convertido en espacios públicos que son seguros y agradables (ArchDaily México, 2024), el referente tiene objetivo incorporar componentes de diseño sustentable que incorporen la dinámica de la ciudad con principios ecológicos. Así mismo, se sugiere un espacio público que fortalezca la integración social, apoye las actividades culturales y optimice la movilidad en la ciudad, teniendo en cuenta los desafíos que se plantea en el entorno amazónico con condiciones climáticas variables.
El equipo de investigación conocido como “El Laboratorio de Diseño Sostenible de Espacios Habitables” fomenta la conservación del medio ambiente mediante intervenciones urbanas respetuosas, y desde esta perspectiva se impulsa la implementación de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) en las ciudades amazónicas.

Dichos mecanismos permiten aminorar las afectaciones adversas de las lluvias torrenciales periódicas, como los excedentes de carga de estos sistemas de drenaje, simultáneamente propicien la preservación de estos recursos naturales y el incremento de calidad de vida de los habitantes del área de intervención. Las condiciones climáticas resultan determinantes en la metodología, por ello es muy importante diagnosticar las precipitaciones para resolver de manera eficaz los desafíos que se plantean.

El propósito de la incorporación de estas estrategias SUDS que preservan la biodiversidad bajo diferentes técnicas, uno de los pilares fundamentales es la importancia de planificar y manejar de manera sostenible la gestión, de tal manera que se disminuyan los impactos medioambientales en la zona. Un escenario representativo es la incorporación paisajística de áreas verdes y SUDS, los cuales permiten la mitigación significativa y la buena gestión del agua lluvia. Adicionalmente favorecen a que las ciudades se fortalezcan y estén preparadas para el cambio climático (Cubides & Santos, 2018).

Perales y Doménech (2008) han enfatizado la importancia de una buena planificación, diseño y la construcción de los SUDS, denotando la capacidad para atenuar los efectos negativos de la urbanización sobre el entorno natural. Los autores señalan que los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible aportan diversos beneficios frente a estos sistemas de gestión del agua, como la reducción de la saturación en los alcantarillado bajo técnicas eficaces de la gestión pluvial.

Además, destacan la importancia de promover la adaptación de los SUDS a nivel mundial, funcionado como modelo para áreas con abundantes lluvias. En Estados Unidos en Nueva York y otras ciudades como Filadelfia, Portland, Trenton, Seattle y San Francisco se encuentran al frente en la implementación del sistema de drenaje urbano sostenible (SUDS), destacándose por sus proyectos de infraestructura verde. En Nueva York estableció una estrategia centrada en los SUDS para reducir el impacto medioambiental y promover la sostenibilidad urbana en forma del Plan de Infraestructura Verde de la Ciudad de Nueva York (New York City Department of

Environmental Protection, 2010). Asimismo, Filadelfia también puso en marcha en el año 2011 el plan Green City, Clean Waters cuyo objetivo es maximizar los beneficios para la comunidad y el medio ambiente. Estas iniciativas se reflejan en proyectos concretos, como las calles verdes que se han diseñado y construido en Portland, Trenton, Seattle y San Francisco, que recogen el agua de lluvia y evitan los problemas asociados a las infraestructuras convencionales. (Philadelphia Water Department, 2011).

Un ejemplo de intervención urbana en América Latina que integra soluciones de drenaje urbano sostenible (SUDS) con la mejora del entorno urbano es el proyecto piloto Francia Street Rain Gardens implementado en el municipio de San Martín, en el área metropolitana de Buenos Aires (Argentina). Este pilotaje, desarrollado como parte de la iniciativa CONEXUS Life-Lab financiada por el programa Horizon 2020 de la Unión Europea, consistió en la incorporación de jardines de lluvia lineales a lo largo de Francia Street como alternativa a la infraestructura gris tradicional para el manejo de aguas pluviales. Los rain gardens fueron diseñados para interceptar y retener escorrentía proveniente de calles y veredas, reduciendo la presión sobre el sistema de drenaje y mejorando la calidad del agua mediante procesos físicos y biológicos de filtración. Más allá de sus funciones hidrológicas, el proyecto genera beneficios ambientales adicionales como el aumento de biodiversidad, mejoras en la calidad del aire, regulación térmica y creación de espacios de estancia y estética urbana, demostrando que los SUDS pueden contribuir a la revitalización y multifuncionalidad del espacio público en contextos urbanos densos.



Figura 1: Jardines de lluvia en el marco de las obras de mejora integral sobre la calle Francia.
Fuente: Tomado de Conexus T3_2 Factsheets Buenos Aires Pilot 03 (p. 4), por Conexus, s. f., OPPLA.

El diseño de los espacios públicos en ciudades amazónicas como lo es Puyo, puede beneficiarse desde un enfoque sostenible e integrado, por ello se propone la implementación de estrategias de infraestructura verde, como pavimentos permeables, jardines pluviales y techos verdes, mismos que nos permiten una gestión más eficaz del agua lluvia y así promover un entorno urbano sostenible más resiliente (Campos Veliz, 2022). Esta perspectiva trasciende la eficiencia operativa del espacio público, al mismo tiempo que fomenta una mayor interacción social y un sentido de pertenencia comunitaria.

1.2. Planteamiento del problema

La Avenida Ceslao Marín constituye uno de los principales ejes urbanos de la ciudad de Puyo, al concentrar una diversidad de equipamientos que generan una alta demanda de movilidad y uso cotidiano del espacio vial. Como parte de la estructura urbana, la avenida cumple una función articuladora dentro de la ciudad. Sin embargo, su configuración espacial ha sido concebida predominantemente desde una lógica de tránsito y circulación, priorizando el flujo vehicular sobre la experiencia peatonal y el uso del espacio público como lugar de permanencia.

En este contexto general, el espacio público de la avenida presenta dificultades para consolidarse como un entorno que promueva la estancia, el encuentro y la interacción social. A lo largo de su recorrido, se evidencian condiciones recurrentes como la escasez de mobiliario urbano, la ausencia de áreas de descanso, la limitada protección

frente a las condiciones climáticas y una infraestructura peatonal que, si bien cumple con dimensiones mínimas normativas, presenta pendientes, desniveles y configuraciones espaciales que restringen la accesibilidad y el confort de ciertos usuarios, particularmente de personas con movilidad reducida. Estas condiciones refuerzan un uso del espacio centrado en el desplazamiento y no en la permanencia. Desde una perspectiva teórica, esta situación puede relacionarse con el concepto de "no-lugar", propuesto por Marc Augé (1992), quien describe aquellos espacios caracterizados por la transitoriedad, la circulación constante y la escasa apropiación social. Bajo esta lógica, la calle deja de configurarse como un espacio de identidad urbana y encuentro, para convertirse en un soporte funcional del movimiento cotidiano. De manera complementaria, Jan Gehl (2010) plantea que la calidad del espacio público está estrechamente vinculada a las condiciones físicas y ambientales que permiten el desarrollo de distintas actividades urbanas. Cuando el diseño del espacio no ofrece condiciones adecuadas de confort, accesibilidad y protección climática, el uso del espacio público tiende a reducirse a actividades necesarias asociadas al desplazamiento, limitando otras formas de uso vinculadas a la permanencia y la interacción social. Esta aproximación permite comprender, a escala general, cómo la baja calidad espacial incide directamente en la forma en que las personas utilizan la avenida.

Estas problemáticas se ven reforzadas por el contexto climático amazónico de la ciudad de Puyo, caracterizado por precipitaciones frecuentes. A través del análisis de la pluviosidad es posible determinar los meses más lluviosos en Puyo. Los datos evidencian que los mayores valores de precipitación se registran en abril, mayo y junio, alcanzando promedios que oscilan entre 302 mm y 354 mm mensuales, como se observa en la tabla 1. La lluvia actúa como un factor condicionante del comportamiento peatonal, ya que, en varios tramos de la avenida, la ausencia de elementos de mobiliario y de soluciones adecuadas para la gestión del agua pluvial dificulta tanto el desplazamiento seguro como la permanencia en el espacio público, obligando a los usuarios a buscar refugio en los bordes de edificaciones o a abandonar el lugar.

	Ene	Feb	Mar	Abr	Puede	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación media mm (pulgadas)	282 (11.1)	266 (10.5)	294 (11.6)	302 (11.9)	354 (13.9)	303 (11.9)	227 (9.0)	126 (5.0)	82 (3.2)	171 (6.7)	247 (9.7)	302 (11.9)
Días de precipitación promedio (≥ 1 mm)	25	26	29	28	29	27	24	20	15	25	28	30

Figura 2: Monthly average precipitation in Puyo, Ecuador.
Fuente: NOMADSEASON, s.f.

A partir de una lectura macro de la Avenida Ceslao Marín, se identifican distintos tramos en los que estas condiciones se repiten con variaciones en intensidad, evidenciando una problemática general asociada a la priorización del tránsito vehicular, la limitada calidad del espacio peatonal y la falta de infraestructura orientada al usuario. Esta lectura progresiva permite reconocer sectores donde dichas condiciones se manifiestan de manera más evidente, particularmente en áreas con alta afluencia peatonal vinculada a equipamientos educativos, comerciales y de transporte público.

En este marco, se delimita un tramo específico como ámbito de estudio, en el cual convergen de forma significativa las problemáticas previamente descritas, el uso del espacio principalmente por necesidad de desplazamiento, ausencia de mobiliario y espacios de permanencia, condiciones de accesibilidad restringidas y una fuerte incidencia de las condiciones climáticas sobre el uso del espacio público. La Av. Ceslao Marín se clasifica como vía colectora urbana dentro de la jerarquización vial cantonal, permitiendo una velocidad máxima de 50 km/h, conforme al CRURP 2017–2025. El tramo analizado presenta una longitud total de 122,54 m y cuenta con aceras en ambos lados de la vía. Considerando únicamente los segmentos de acera continua y libres de obstáculos, se determina que existe un 81,6 % de continuidad peatonal efectiva. La velocidad máxima permitida en el tramo es de 50 km/h y se identifican rutas de transporte público que circulan por el sector, entre ella, Rosal – Bellavista – Alarga Murialdo; Ruta 10A; Ruta 10B; Ruta 5 (Redondel – Centro); y Ruta 4 (Cumandá – Centro – Arbolito), según lo establecido en el PUGS y el POT (2022). Este tramo se configura así como un punto crítico dentro de la avenida, desde el cual se plantea el problema central de la presente investigación, como se ve en la Figura 2.



Figura 3: Mapa geográfico del tramo de estudio Av. Ceslao Marín. Puyo, Pastaza.

1.3. Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica a partir de la necesidad de repensar el diseño del espacio público en avenidas urbanas que, bajo modelos tradicionales de planificación, han priorizado históricamente la movilidad vehicular por sobre la experiencia peatonal y la función social de la calle. En este sentido, abordar el diseño del espacio público. A nivel nacional, el Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025 establece como meta reducir el déficit habitacional del 58 % al 48,44 % para 2025, destacando la importancia de políticas de vivienda y planificación urbana. En cantones como Pastaza, aunque el PDOT 2020–2030 y el PUGS 2020–2032, aprobados mediante la Ordenanza N.º 042-2022, no reportan un déficit habitacional específico, sus lineamientos permiten identificar zonas con cobertura limitada de servicios e infraestructura urbana. Esta información sirve como marco para orientar el diseño del espacio público y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Desde una perspectiva centrada en la escala humana, el confort y la permanencia resulta fundamental para mejorar la calidad de vida urbana, especialmente en ciudades intermedias. Desde el punto de vista urbano y territorial, la investigación aporta a la reflexión sobre el rol de la calle como espacio público en el contexto amazónico, donde las condiciones climáticas particulares demandan criterios de diseño específicos que no siempre han sido considerados en la planificación convencional.

Analizar estas dinámicas permite generar lineamientos proyectuales sensibles al clima, al uso cotidiano y a las formas de apropiación del espacio público propias de este entorno. En el ámbito académico, el estudio contribuye al desarrollo de conocimientos aplicados en arquitectura y urbanismo, al integrar conceptos de espacio público, movilidad, diseño urbano y sostenibilidad ambiental. Asimismo, la investigación permite explorar estrategias de intervención que articulan criterios de accesibilidad, confort ambiental y gestión del espacio público, fortaleciendo el debate sobre el diseño de calles como espacios multifuncionales y no únicamente como infraestructuras de tránsito. La selección de un tramo específico de la Avenida Ceslao Marín como caso de estudio se fundamenta en su carácter representativo dentro de la estructura urbana de la ciudad de Puyo.

Este eje vial concentra actividades urbanas, flujos de movilidad y usos cotidianos diversos, lo que lo convierte en un escenario adecuado para analizar la relación entre movilidad vehicular, uso peatonal y calidad del espacio público. El tramo seleccionado permite abordar estas dinámicas de manera acotada, facilitando un análisis profundo y controlado desde la escala urbana y arquitectónica. Desde una perspectiva metodológica, el estudio de un tramo delimitado posibilita el desarrollo de un análisis detallado del espacio público y la formulación de una propuesta de diseño coherente con las condiciones del contexto. Finalmente, la investigación se justifica por su potencial de aplicabilidad, al proponer criterios de diseño urbano que contribuyan a equilibrar la relación entre vehículo y peatón, fortalecer la función social de la calle y mejorar la calidad del espacio público. De esta manera, el estudio pretende aportar herramientas conceptuales y proyectuales que apoyen procesos de planificación urbana más inclusivos, sostenibles y adaptados a las condiciones ambientales y sociales del contexto amazónico.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Diseñar el espacio público del tramo de estudio de la avenida Ceslao Marín del Puyo a partir del diagnóstico del sitio, que permita optimizar las condiciones de uso y promover la calidad espacial para los usuarios.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el estado actual del espacio público del tramo de estudio la Av. Ceslao Marín en relación actividades urbanas mediante visitas y observación en el sitio que permita la identificación de problemáticas en esta zona urbana del Puyo.
2. Integrar soluciones basadas en Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), a partir del diagnóstico en sitio que permitan la optimización del diseño del espacio público del tramo de estudio en la avenida Ceslao Marín.
3 Proponer estrategias de diseño urbano específicas para el tramo de av. Ceslao Marin considerando las dinámicas de los usuarios para promover actividades en este espacio público.

CAPÍTULO II: DESARROLLO METODOLÓGICO

2.1 Marco teórico

2.1.1. Espacio público

Gehl (2014) en sus estudios sobre el espacio público, destaca la importancia de diseñar entornos urbanos que prioricen a los peatones, fomentando la convivencia social y mejorando los estándares de habitabilidad en las ciudades. Bajo el enfoque de la investigación estos espacios públicos deben estar estructurados de manera eficiente ya que deben ser funcionales, accesibles y atractivos, de tal manera que se promueva la permanencia del peatón en el espacio público y participación dentro de ella ya sea por actividades necesarias, sociales u opcionales. Para lograr el propósito, se debe tomar en cuenta la escala urbana, el bienestar, la seguridad y la inclusión de elementos que garanticen la movilidad peatonal de todos los habitantes. Es por ello que es fundamental que las ciudades no solo tengan como objetivo la planificación para la la circulación vehicular sino más bien sea de la importancia al peatón, y enfatizan la creación de áreas dinámicas de forma que el espacio público sea un lugar vivo lleno de interacción social, transición y de permanencia y así los espacio públicos bien diseñados y equipados fomenten el comportamiento de los peatones, lo que fortalece la vida urbana y el uso social del espacio público (Cherrez et al., 2021).

En términos urbanos, la calle se considera un espacio tridimensional delimitado por 3 escalas. El nivel inferior está definido por la superficie de la carretera, mientras que los laterales están delimitados por las fachadas de los edificios y el mobiliario urbano. Al mismo tiempo, el follaje de los árboles actúa como un techo natural. Esta composición se ajusta al marco jurídico y a las directrices técnicas aplicables a cada componente individual (National Association of City Transportation Officials, 2013). Esta concepción de la calle como espacio público permite entenderla como un espacio tridimensional donde cada elemento influye en la experiencia de los usuarios. La presencia de árboles, mobiliario urbano y edificaciones bien diseñadas contribuye a mejorar el confort y la seguridad de los peatones, además de reforzar la identidad del espacio público.

Integrar estos elementos de manera equilibrada es clave para lograr calles funcionales y accesibles para toda la comunidad.

2.1.1.1 Condiciones del uso

Las arterias de circulación no son sólo redes de conectividad, sino también áreas vitales dentro del tejido urbano. Su diseño y condiciones de uso determinan si son entornos que promueven la convivencia social, la movilidad segura y la estancia de las personas en la zona. Bajo la visión de Gehl (2014) un área vital bajo parámetros de uso óptimo no solo facilita el tránsito, al mismo tiempo que invita a la población a apropiarse del espacio, promueve la socialización y mejorando la calidad de vida de la población.

Bajo este enfoque, las calles deben diseñarse eficientemente de forma que cumpla por lo menos los estándares de diseño tanto para la calle como para las aceras. En este sentido, se adopta el principio de la Pirámide Invertida de la Movilidad Sostenible, la cual prioriza al peatón. Como se observa en la figura 2, este enfoque busca revertir el modelo tradicional promoviendo un diseño urbano más equitativo, seguro y orientado al bienestar colectivo.

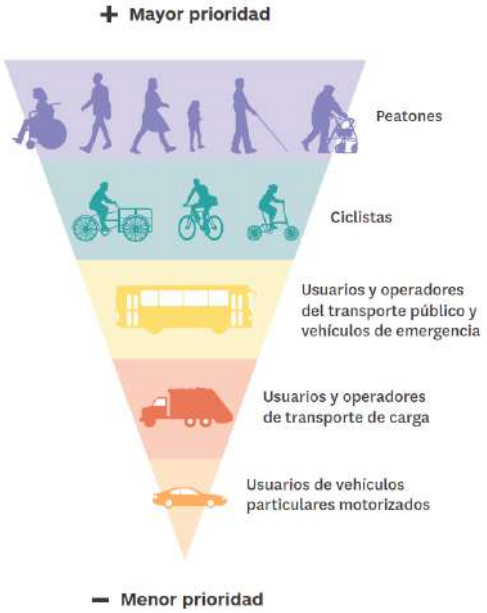


Figura 4: Pirámide de jerarquía de movilidad
Fuente: Institute for Transportation and Development Policy (2014), como se citó en Universidad de Monterrey (2019).

Donde se destaca que tradicionalmente se le ha dado mayor importancia al vehículo que al peatón, por ello que se debe fomentar la permanencia, la interacción social y la creación de dinamismo en el espacio público. Para dar respuesta a este enfoque, el entorno urbano debe incorporar elementos urbanos como tipologías de mobiliario, pueden ser mobiliario con integración de vegetación ornamental, mobiliario con cubierta para generar áreas sombreadas y sobre todo espacios de estancia. Adicionalmente, la seguridad representa un factor importante dentro de las condiciones de uso de la calle, como contar con señalización de tránsito en calles urbanas e iluminación adecuada que resulten esenciales para que esta arteria funcione como espacio público accesible, seguro y acogedor.

La gestión urbana eficaz debe incorporar a escala macro los actores viales, y los peatones en general, sea ciclista, conductores, personas con movilidad reducida, adulto mayor etc. Por ello es importante crear infraestructuras confortables y seguras para la población de manera que equilibre las diversas formas de desplazamiento. En este sentido Gehl (2014) afirma que el diseño debe ir más allá de su función conectiva para potenciar la convivencia social, el esparcimiento y la apreciación del paisaje urbano.

2.1.1.2. Calidad espacial

La habitabilidad espacial de las calles, concebidas como espacios públicos, se configuran como un factor determinante para propiciar la interacción social, movilidad segura y la sostenibilidad urbana. Según Gehl (2014) la calidad espacial no ve más allá para conformar un entorno funcional y atractivo que fomente la permanencia y la interacción social del usuario en este espacio público. Una calle con una configuración espacial óptima no solo debe garantizar la accesibilidad y seguridad si no también motivar a los usuarios a permanecer en el espacio y establecer interacción socioespacial. Dicho propósito se alcanza mediante la incorporación de elementos urbanos contextualizados, tipologías de mobiliario, vegetación local que genere sombra, zonas amplias de circulación y sobre todo un diseño estético que genere una experiencia visual agradable.

Gehl destaca que una calle bien diseñada debe ser más que una simple arteria vial, esta debe convertirse en un lugar de encuentro donde las personas se sientan cómodas al detenerse, conversar o simplemente disfrutar del entorno. Para dar cumplimiento a ello, es esencial articular elementos que favorezcan la escala humana, como una iluminación adecuada, materiales agradables al tacto y resistentes a la intemperie, así como una distribución equilibrada entre las zonas de tráfico rodado y las zonas peatonales.

2.1.2 Usuarios en el espacio público

El diseño de las calles como espacios públicos es necesario contemplar las diversas necesidades y características de la población por que son ellos quienes lo usan diariamente al ser un complemento de la vida urbana. Gehl (2014) clasifica a los usuarios que usan el entorno urbano y sostiene que una planificación óptima debe fomentar la cohesión y contemplar los requerimientos de la colectividad. Los peatones son uno de los principales usuarios que necesitan espacios peatonales accesibles, seguros y cómodos para mejorar su calidad de vida en el entorno urbano. Del mismo modo, los ciclistas también necesitan infraestructuras especializadas, como carriles exclusivos, para poder circular con seguridad por las carreteras. También es importante que las carreteras accesibles tengan en cuenta a las personas con movilidad reducida, las cuales necesitan contar con elementos que faciliten sus desplazamientos, como rampas y señalización adecuada.

Los usuarios también necesitan zonas de espera cómodas y protegidas de la intemperie. Por último, Gehl (2014) subraya la importancia de atraer a los usuarios del transporte público que buscan descansar o socializar, como sentarse en bancos, charlar y observar su entorno. Las calles deben ofrecer zonas de descanso, como sombra y servicios que incentiven la vinculación social y el sentido de apropiación al espacio público.

2.1.3 Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) son estrategias que replican los procesos hidrológicos naturales y complementan el drenaje convencional para manejar la escorrentía pluvial. Estas infraestructuras pueden clasificarse según su función principal, el tipo de intervención, el sistema empleado o el entorno en el que se implementan (Fuente García et al., 2021, 21).En la siguiente figura se detallan los modelos SUDS más frecuentes:

TIPO DE SUDS	FUNCIÓN				
	FILTRACIÓN	DETENCIÓN	TRATAMIENTO	RETENCIÓN	INFILTRACIÓN
Cubiertas vegetadas		S		P	
Parterres inundables			P		S
Balsas de detención/infiltración		P			S
Cunetas vegetadas			P		S
Pavimentos permeables	P				S
Drenes filtrantes	P	S			
Pozos y Zanjas de infiltración	S				P
Depósitos reticulares.		S			P
Humedales, Lagos/estanques		S	P		

P PRINCIPAL

S SECUNDARIA

Figura 5: Funciones principales y secundarias de las diferentes tipologías SUDS.
Fuente: García et al., 2021, p. 15.

Basándose en la tipología que se presenta en la Figura 3 y teniendo en cuenta las condiciones de alta precipitación en la ciudad de Puyo, la presente investigación da prioridad al análisis de los sistemas de drenaje que se centran en la filtración y la retención. En este contexto, se seleccionan los pavimentos permeables, las cavidades estructurales, las jardineras inundables y los depósitos reticulares, ya que son los modelos que mejor responden a la necesidad de gestionar la escorrentía en el diseño de carreteras con alta pluviosidad. Estos elementos permiten una respuesta integral a las lluvias torrenciales periódicas, facilitando la infiltración en las aceras y evitando la

saturación del sistema de drenaje convencional. La selección se fundamentó en el análisis hidrológico previo desarrollado mediante el método SCS-CN y la evaluación de la capacidad de almacenamiento e infiltración del suelo, priorizando soluciones que contribuyan a reducir el escurrimiento superficial y el tirante generado durante eventos extremos.

2.1.3.1 Alcorques estructurales

Los alcorques estructurales consisten en un suelo diseñado para almacenar temporalmente el agua de escorrentía y al mismo tiempo, proporcionar un entorno adecuado para el desarrollo de las raíces de los árboles. Este tipo de suelo posee la resistencia suficiente para soportar cargas, permitiendo la circulación vehicular o peatonal sobre su superficie. Parte del agua retenida se almacena en el estrato vegetal, mientras que el resto logra infiltrarse en el subsuelo. La capacidad de soporte del suelo estructural se logra mediante la incorporación de áridos pétreos mezclados con el sustrato u mediante el uso de sistemas de geoceldas de polipropileno rellenas con dicho sustrato (Fuente García et al., 2021, 26)

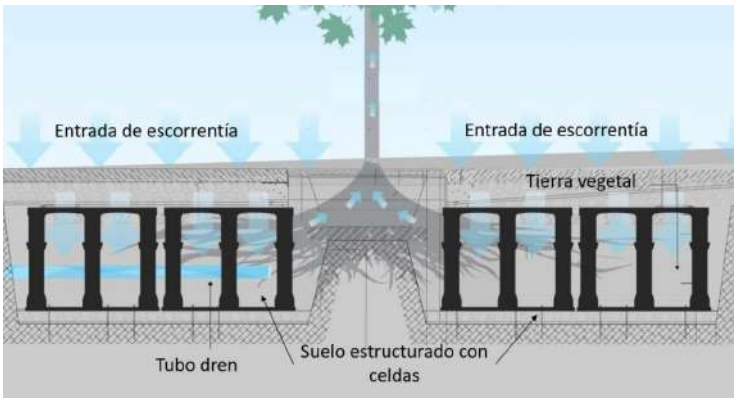


Figura 6: Esquema de un alcorque estructural.
Fuente: Adaptado de The North Carolina Department of Environmental Quality (NCDEQ) (2020).

2.1.3.2 Pavimentos permeables

Según Fuente García et al. (2021), publicada por el Ayuntamiento de Valencia, los suelos de alta permeabilidad son estructuras que permiten la percolación del agua de escorrentía hacia capas subyacentes, facilitando su almacenamiento temporal en la subbase mediante materiales como gravas o geoceldas. Posteriormente, el agua puede

percolar en el suelo o ser liberada de manera controlada hacia zonas de drenaje. Según el tipo de superficie, estos pavimentos se dividen en dos categorías principales:

- Pavimentos porosos: poseen superficies bituminosas filtrantes, hormigones de alta porosidad o lechos de grava consolidada.

- Pavimentos permeables por junta: están compuestos por elementos impermeables dispuestos de manera que el agua pueda filtrarse a través de los espacios entre ellos.

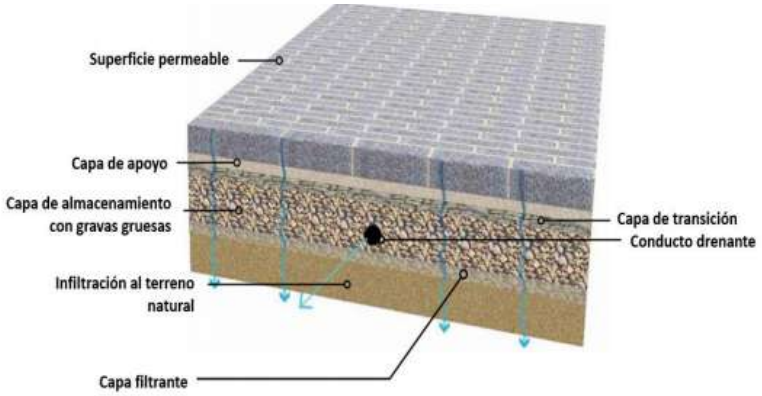


Figura 7: Esquema de pavimento permeable.
Fuente: Adaptado de Washington DC Department of Transportation (2014).

2.1.3.3 Parterres inundables

Los parterres inundables, referidos también como jardines pluviales, son elementos urbanos diseñados para el manejo responsable del recurso hídrico pluvial. Estas zonas verdes, situadas en áreas bajas, permiten la infiltración y la recogida temporal del agua de lluvia, lo que reduce la escorrentía y mejora la calidad del agua al filtrar los contaminantes. Por otra parte, contribuyen a la biodiversidad urbana y al confort de los peatones al crear superficies verdes permeables en el entorno urbano.

La Guía básica de diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (2013) argumenta que los parterres inundables son una respuesta técnica solvente para la gestión del agua de lluvia en las zonas urbanas. Estos sistemas no solo contribuyen a controlar la escorrentía, sino que también crean espacios más verdes que mejoran el bienestar social de la población al crear zonas de ocio y recreo.

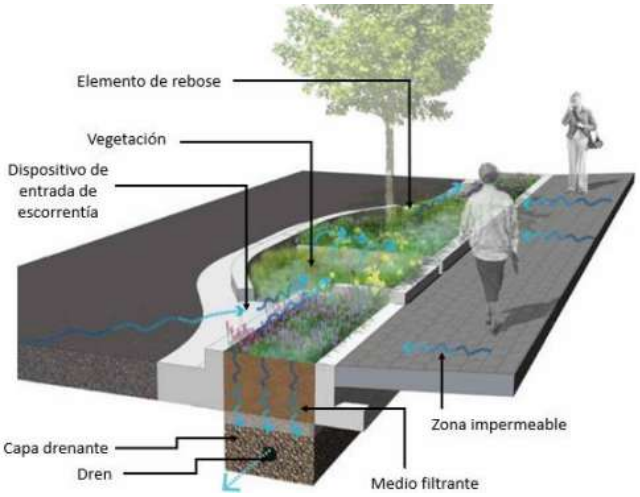


Figura 8: Parterre inundable.
Fuente: Adaptado de Washington DC Department of Transportation (2014).

2.1.3.4 Tanques inundables

Los tanques inundables son Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, los cuales están diseñados para gestionar y controlar la escorrentía ,excesos de precipitaciones en entornos urbanos. Estos sistemas facilitan el encauce de la escorrentía del agua lluvia, misma que se puede utilizar para servicios urbanos y mantenimiento como el control de incendios, el riego para áreas verdes y la limpieza de espacios públicos esto ya dependerá del enfoque de estos tanques inundables.

Según ACO Iberia & Sudamérica (2022) se plantea una solución flexible la cual se puede implementar para la infiltración del agua, en detalles técnicos se devolvería gradualmente al suelo y recargando los acuíferos para la regulación del flujo hídrico, almacenando parcialmente y liberándola de manera controlada para la reducción y aliviación de la sobrecarga en las redes de alcantarillado pluvial. ACO propone utilizar esos sistemas modulares de polipropileno que permiten una instalación eficaz y óptima para la capacidad de drenaje, aprovechando las superficies transitables para

mitigar el impacto de las lluvias torrenciales, de manera que se disminuya la sobrecarga de la infraestructura urbana.



Figura 9: Sistema STORMBRIXX
Fuente: Adaptado de ACO Iberia & Sudamérica (2022).

2.1.4 Infraestructura verde- azul

2.1.4.1 Fuentes secas (Dry deck fountains)

Las fuentes secas, denominadas internacionalmente como Dry Deck Fountains , constituyen un tipo de infraestructura hídrica urbana que está diseñada para integrarse a nivel de la acera del espacio público , eliminando los estanques abiertos ya que cuentan con rejillas las cuales permiten la circulación por la misma. Este sistema hídrico permite que chorros de agua emerjan directamente desde el suelo, manteniendo la circulación libre de obstáculos y segura cuando la fuente no está en funcionamiento, se puede evidenciar que es una ventaja muy clara al ser un sistema flexible dentro del espacio público, ya que estas pueden ser aceras de circulación, escenarios para eventos etc. Este sistema cuando se encuentra en funcionamiento generan movimiento y dinamismo, ya que proporcionan una experiencia interactiva con el usuario que incentiva la permanencia y el uso creativo del espacio público.Bajo la perspectiva técnica, las fuentes secas operan a través de un sistema hidráulico subterráneo de circuito cerrado, compuesto por tanques de equilibrio, bombas,sistemas de filtración, desinfección y boquillas empotradas a nivel del pavimento.(Moka Fountain, 2025).

Este sistema hídrico garantiza el uso eficiente del agua lo cual facilita un mantenimiento controlado, se garantiza condiciones de seguridad e higiene para los usuarios a través de las técnicas utilizadas de este sistema. En el diseño urbano actual , esta tipología de sistemas se destaca como una infraestructura verde-azul (IVA) ya que busca integrar los sistemas naturales y el ciclo del agua en el diseño de la ciudad, en última instancia permiten optimizar la calidad espacial del entorno urbano y consolidar la identidad del lugar, la práctica de estos sistemas son recurrentes en nodos de alta intensidad peatonal, como plazas públicas y configuraciones comerciales a escala urbana.

2.1.5 Accesibilidad universal en el espacio público

2.1.5.1 Principios de accesibilidad e inclusión

La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006) determina que el entorno físico requiere ser accesible y seguro, de modo que las personas con discapacidad consigan vivir de forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida como todas las personas en general. En un contexto urbano, esto significa que se deben configurar espacios legibles, utilizables, seguros y cómodos para el mayor número posible de usuarios. En ciudades amazónicas como Puyo, que se caracterizan por una población diversa que incluye a niños, jóvenes, personas mayores y personas con discapacidad visual o motora, la aplicación de criterios de accesibilidad es tanto una obligación legal como una necesidad práctica para mejorar la inclusión y la calidad de vida en la ciudad (MIDUVI, 2019).

La literatura científica actual sobre los espacios públicos abiertos destaca que la inclusión real se obtiene mediante la convergencia entre las normas técnicas de accesibilidad y los principios de diseño universal. Bajo este enfoque, la configuración de plazas y parques debe trascender el cumplimiento normativo básico para priorizar la experiencia de uso de ciudadanos con perfiles diversos, garantizando entornos que sean comprensibles y seguros para todos los habitantes (Gupta et al., 2025). En el contexto ecuatoriano, la Norma Ecuatoriana de la Construcción establece medidas

mínimas obligatorias para garantizar la accesibilidad universal en el espacio público, tales como anchos libres de circulación peatonal no menores a 1,20 m, superficies antideslizantes y la incorporación de elementos de señalización táctil y visual, orientados a asegurar el desplazamiento autónomo y seguro de todas las personas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2019).

2.1.5.3 Enfoque Sostenibilidad

La resiliencia en el ámbito público e n la Av. Ceslao Marín, Puyo incorpora principios sociales y ambientales, con la finalidad de asegurar la viabilidad del bienestar de los habitantes sin comprometer los recursos futuros. En primera instancia, la investigación articula una visión holística que vincula directamente con los ODS 6 Y 11, partiendo de la convergencia el recurso hídrico y la resiliencia urbana son procesos dependientes. Por consiguiente la sostenibilidad de la ciudad se promueve mediante la administración coordinada del agua aplicada directamente al trazado y diseño de las calles urbanas. La incorporación de SUDS permiten controlar la escorrentía superficial y acumulación excesiva del agua, lo cual salvaguarda las infraestructuras urbanas fortaleciendo la capacidad de las ciudades para enfrentar los cambios climáticos torrenciales recurrentes en ciudades con precipitaciones altas. La gestión eficaz del agua es un papel fundamental en la construcción de ciudades inclusivas y seguras, donde los espacios públicos funcionan como espacios de interacción social, permanencia y cohesión social. A partir de elementos urbanos que nos permitan sombra, estancia y seguridad para los usuarios. En conjunto estos objetivos articulan un marco conceptual para la mejora de gestión pluvial y el uso interactivo de los espacios públicos.

2.3. Metodología

2.3.1 Ocupacion del espacio público

Para esta metodología se realizará a través de la observación directa y levantamiento de la ocupación del espacio público en un tramo de la Av. Ceslao Marin, Puyo. Este tipo de metodología ha sido utilizado en estudios urbanos y fue desarrollado por el equipo de investigación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile

(MINVU, 2017), aplicado en diversos espacios públicos de dicho país. Esta herramienta permite registrar de manera sistemática las actividades de permanencia realizadas por los usuarios en el espacio público.

En estas fichas se utiliza una simbología específica para categorizar las actividades observadas, lo que facilita el análisis de los patrones de uso del espacio. Estas categorías incluyen, entre otras, actividades como espera de transporte, comercio, ocio, peatones y ciclistas. Según el método utilizado por LlactaLab, la recopilación de datos se llevará a cabo durante tres días a la semana en tres intervalos diferenciados. El primero corresponde a la mañana de 06:00 - 07:00, seguido del mediodía de 12:20 - 13:20, para finalizar con la observación de la tarde de 17:00 - 18:00. Este rango horario permitirá identificar los momentos de mayor y menor uso del espacio, así como las dinámicas que influyen en la permanencia de las personas en la zona. Procedimiento para el mapeo de actividades siguiendo la metodología de MINVU (2017), se aplicará el siguiente proceso.

- Definir la ruta de observación: Se establecerá un recorrido fijo a lo largo del tramo de estudio, asegurando la observación completa del espacio sin repetir zonas.
- Registrar las actividades: Se tomarán notas de las personas que permanecen en el espacio público y se categorizaron según la simbología definida.
- Ubicación de actividades en el mapa: Se emplearán símbolos en un croquis o plano del área de estudio para representar las actividades identificadas en el sitio.
- Registro de eventos inusuales: Se anotarán situaciones que puedan influir en la ocupación del espacio, como conflictos, obstrucciones o condiciones climáticas.
- Complemento con evidencia fotográfica: Se tomarán fotografías de referencia para ilustrar las dinámicas de uso del espacio y apoyar el análisis visual.

Este proceso permitirá obtener una visión detallada de la ocupación del espacio público en el tramo de la Av. Ceslao Marín, facilitando la identificación de problemáticas y oportunidades de mejora en su diseño y funcionalidad. La ficha técnica

correspondiente a la metodología de observación aplicada en el tramo de estudio se presenta en el Anexo B.

2.3.2 Método de Evaluación Hidrológica Mediante el Modelo SCS-CN y HEC-HMS

El presente estudio adopta un enfoque metodológico cuantitativo, de tipo aplicado y descriptivo, orientado a analizar el comportamiento de la escorrentía superficial en la cuenca urbana correspondiente al tramo intervenido de la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo. La metodología integra herramientas de geoprocesamiento espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), análisis morfométrico, y modelamiento hidrológico mediante el software HEC-HMS (USACE, 2000), con el fin de simular el comportamiento del sistema urbano frente a eventos de lluvia de diferentes magnitudes.

Como base de cálculo hidrológico, se emplea el método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN), desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1986), que permite estimar el volumen de escorrentía considerando el tipo de cobertura del suelo, su uso y la condición hidrológica antecedente. En este estudio, se asignaron valores de número de curva (CN) en función de la impermeabilización del área urbana, estableciendo un valor de CN=82 para superficies adoquinadas, equivalentes a pavimento impermeable.

Para la caracterización de eventos de precipitación, se utilizaron las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) proporcionadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, s.f.), correspondientes a la estación meteorológica de Puyo. Estas curvas permiten definir eventos de diseño para periodos de retorno de 2, 10, 25 y 50 años. El tiempo de concentración (Tc) fue determinado aplicando fórmulas empíricas clásicas, como las de Kirpich (1940), V.T. Chow (1964), el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. (USACE, s.f.), y la fórmula adaptada por el SCS para entornos urbanos, considerando las características físicas de la cuenca como la pendiente, longitud del cauce y diferencia de cotas.

Finalmente, se incorporó al modelo la red de drenaje pluvial existente, conformada por tuberías circulares de 250 mm de diámetro interno. Su capacidad hidráulica fue evaluada mediante la fórmula de Manning para conductos parcialmente llenos, considerando un coeficiente de rugosidad de 0.013 (para tuberías de PVC) y un nivel de llenado del 80 %, criterio recomendado para evitar flujos a presión y garantizar un funcionamiento eficiente del sistema (Chow, 1964). Todos los componentes fueron integrados en HEC-HMS para simular el balance entre la lluvia efectiva, el almacenamiento superficial y la descarga hacia el sistema de alcantarillado urbano.

2.4 Análisis y diagnóstico

2.4.1 Estudio hidrológico

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la respuesta hidrológica de una cuenca urbana ubicada en la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo, ante eventos de precipitación de diferentes magnitudes. Para ello, se integró el método de Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) con el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y modelamiento hidrológico en el software HEC-HMS. Este enfoque busca comprender cómo se comporta la escorrentía superficial en zonas urbanizadas de la Amazonía, proporcionando insumos técnicos útiles para la planificación del drenaje urbano, la mitigación de riesgos y la gestión del agua pluvial.

La cuenca analizada fue delimitada a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) de alta resolución, el cual permitió identificar el punto de salida principal de la cota más baja de la avenida a una altura de 925,5 msnm. A partir de este análisis morfométrico se obtuvo un área de drenaje de aproximadamente 14.591,611 m^2.



Figura 10: Área de estudio de intervención.
Fuente: Castro, K., (2025)

Los eventos de lluvia de diseño fueron definidos utilizando las curvas de Intensidad-Duración- Frecuencia (IDF) disponibles en el repositorio del INAMHI (2013) para la ciudad de Puyo provenientes de la estación M-0008 . Estas curvas describen la intensidad máxima esperada de lluvia para distintas duraciones y periodos de retorno .Se utilizó la siguiente fórmula general para obtener la intensidad I de precipitación:

$$\mathrm{IDF} = \frac{279.762 * \mathrm{T}^{0.1201}}{\mathrm{t}^{0.4262}}$$

Donde:

- i = intensidad (mm/hr),
- T = periodo de retorno (años),
- t = duración de la precipitación (min)

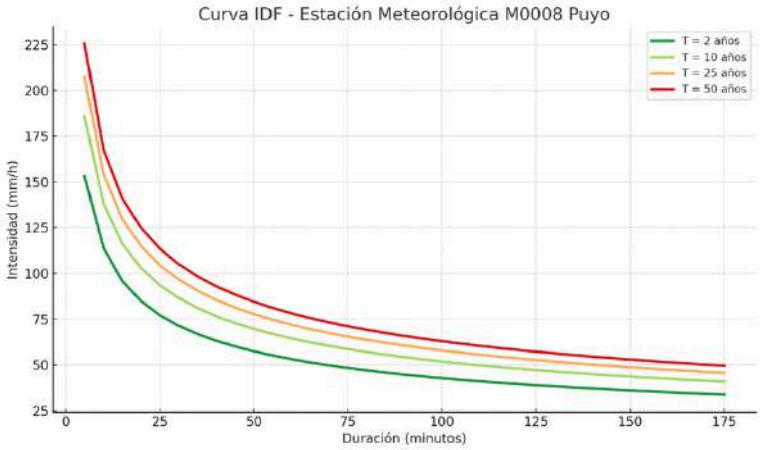


Figura 11: Curva IDF
Fuente: Castro, K., (2025)

Este procedimiento fue complementado con la identificación del uso y cobertura del suelo, lo cual permitió asignar valores de número de curva (CN) en función de la impermeabilización del área urbana, tomando como referencia las tablas del USDA (1986) adaptadas al contexto amazónico. En función de las características urbanas de la zona de estudio, y considerando la presencia de adoquín en la superficie vial, se asumió un comportamiento hidráulico equivalente al de pavimento impermeable. Por esta razón, se asignó un valor de número de curva (CN) de 82, correspondiente a superficies urbanas con alta impermeabilidad, de acuerdo con los parámetros establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS-USDA, 1986) y una abstracción inicial de 20 mm. El tiempo de concentración (Tc) representa el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más lejano de la cuenca hasta su salida. Se calculó aplicando las fórmulas de Kirpich, SCS, V.T.Chow y cuerpo de ingenieros USA adaptada para entornos urbanos:

Tabla 1. Tiempo de concentración T_c adaptado para entornos urbanos

Autor	Fórmula T_c (hrs)	T_c (minutos)
Kirpich	$T_c = 0.06628\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$	3.76
SCS Rancer	$T_c = 0.947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	3.76
V.T.Chow	$T = 0.273\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.65}$	9.57
Cuerpo de Ingenieros USA	$T_c = 0.28\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$	9.04

Fuente: Castro, K., (2025)

Donde:

- L= longitud del flujo superficial (Km),
- S = pendiente del cauce principal (m/m).
- H= diferencia de cotas de la cuenca (m)
- T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (hrs)

La transformación de la lluvia efectiva en escorrentía se realizó mediante el método del hietograma unitario del SCS (SCS-UH), que permite generar un hietograma directo representativo del comportamiento hidrológico de una cuenca frente a un evento de lluvia de diseño.

La curva de almacenamiento del perfil urbano fue determinada a partir de un modelo digital de elevación (DEM), a partir del cual se generaron las curvas de nivel correspondientes. Utilizando esta información, se estimaron las áreas de inundación asociadas a diferentes elevaciones, lo que permitió calcular posteriormente los volúmenes acumulados de almacenamiento. La relación entre el volumen y la altura resultante constituye la curva de almacenamiento utilizada en el modelado hidráulico.

Para el análisis de evacuación del agua acumulada en la zona baja del perfil urbano, se incorporó al modelo los sumideros existentes a lo largo de la avenida Ceslao Marín, conectados a una red de drenaje pluvial conformada por tuberías circulares de 250 mm de diámetro interno. Considerando que estas conducciones operan por gravedad y no bajo presión, se asumió un nivel de llenado del 80% de su sección transversal, criterio ampliamente aceptado en el diseño de sistemas de drenaje urbano. Este enfoque busca evitar condiciones de flujo a presión, reduciendo el riesgo de transiciones hidráulicas inestables y garantizando una operación más eficiente del sistema. La capacidad hidráulica de cada tramo de tubería fue estimada mediante la fórmula de Manning para flujo en conductos circulares parcialmente llenos, expresada como:

$$\mathrm{Q} = \frac{1}{\mathrm{n}} * \mathrm{A} * \mathrm{R}^{2/3} * \sqrt{\mathrm{S}}$$

Donde:

- Q = caudal (m^3/s),
- n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.013 para tuberías de PVC),
- A = área hidráulica (m^2),
- R = radio hidráulico (A/P),

- S = pendiente del sistema de drenaje.

Todos los componentes hidrológicos y geométricos fueron integrados en el software HEC-HMS para simular el comportamiento del sistema bajo escenarios de lluvia de 2, 10, 25 y 50 años de periodo de retorno. Esta herramienta permite modelar el balance entre el caudal de entrada, el almacenamiento temporal y la descarga hacia el sistema de alcantarillado urbano.

Resultados

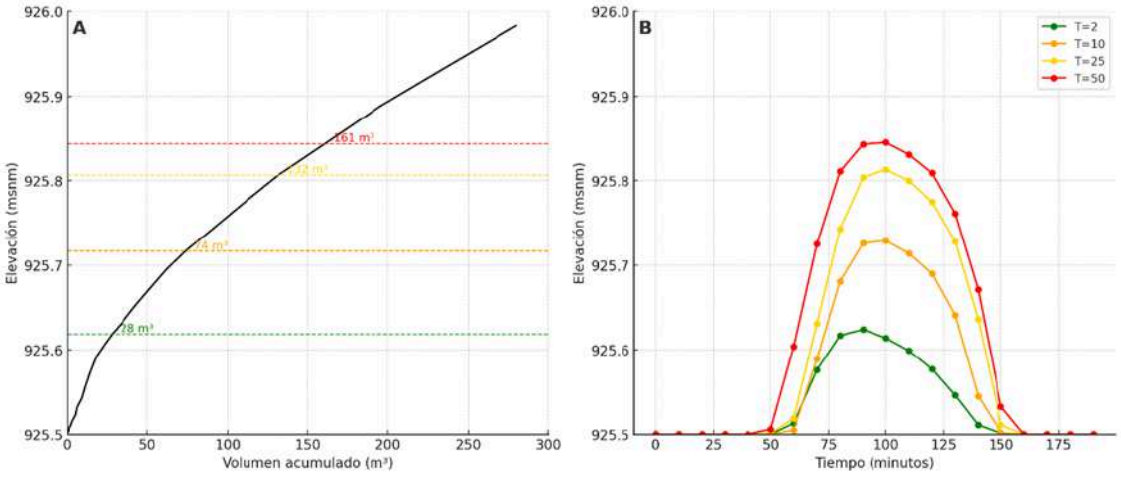


Figura 12. A) Curva de almacenamiento y B) Evolución de elevaciones
Fuente: Castro, K., (2025)

La evolución del almacenamiento superficial y las cotas máximas alcanzadas durante los diferentes eventos de precipitación se presenta en las Figuras 5a y 5b. La Figura 5a muestra la curva de acumulación, construida a partir de la relación entre la elevación y el volumen acumulado derivada del modelo topográfico. En dicha figura, se incorporan líneas horizontales que indican las elevaciones máximas alcanzadas durante los eventos de diseño para periodos de retorno de 2, 10, 25 y 50 años, asociadas a volúmenes de almacenamiento de 28 m³, 74 m³, 132 m³ y 161 m³, respectivamente.

La Figura 11B presenta la evolución temporal de la elevación del reservorio durante los eventos simulados. Se evidencia que, además de incrementarse la altura máxima conforme aumenta el periodo de retorno, también se prolonga el tiempo de almacenamiento. De este modo, existe una relación directamente proporcional entre el volumen almacenado y el tiempo de permanencia del agua en la vía: eventos de mayor

magnitud generan no solo mayores volúmenes de escorrentía, sino también mayores periodos de retención local.

Tabla 2. Resumen de resultados para diversos periodos de retorno

Periodo de Retorno (años)	Elevación Máxima (m.s.n.m.)	Altura de agua	Volumen (m^3)	Tiempo al Pico (min)
T=2	925.624	12.4	28	90
T=10	925.729	22.9	74	100
T=25	925.813	31.3	132	100
T=50	925.845	34.5	161	100

Fuente: Castro, K., (2025)

Se observa una relación directamente proporcional entre la elevación alcanzada y el volumen acumulado: a medida que se incrementa la magnitud del evento (mayor periodo de retorno), tanto la cota de almacenamiento como el volumen retenido aumentan de forma progresiva. En el evento de 2 años, el nivel máximo alcanzado fue de 925.624 m.s.n.m., correspondiente a un volumen de aproximadamente 28 m^3; mientras que en el evento de 50 años, la elevación máxima alcanzó los 925.845 m.s.n.m., acumulando hasta 161 m^3 de agua superficial.

2.5.2 Diagnóstico urbano

2.5.2.1 Ubicación y descripción general del área de estudio

La zona de intervención es una importante red vial dentro de la ciudad, esto debido a la diversidad de equipamientos que se encuentra en su entorno como la presencia de instituciones educativas, instituciones gubernamentales, comerciales y residenciales. El sector cumple una función mixta enlazando el tránsito vehicular con el desplazamiento de los diferentes grupos de usuarios que transitan por el sitio.

El diagnóstico urbano se caracteriza se enfocan en la caracterización exhaustiva del espacio público en el tramo de estudio, donde se considera su funcionalidad por ello se analizan diversos aspectos como la configuración vial, el estado de la calzada, las aceras, la presencia del mobiliario urbano, vegetación , infraestructura de transporte público y las condiciones en las que se encuentra el drenaje superficial en la avenida, así como la relación entre el espacio construido y el uso cotidiano del lugar. Este análisis se desarrolla desde una perspectiva descriptiva y técnica, con el objetivo de

establecer una base objetiva que permita comprender el funcionamiento actual del tramo, sin emitir valoraciones ni proponer soluciones en esta etapa del estudio.



Figura 13: Fotografía del tramo de estudio Av. Ceslao Marín. Puyo, Pastaza.

2.5.2.2 Análisis del entorno urbano

Se realizó el análisis del entorno urbano a partir de cartografías de análisis urbano a escala macro, las cuales nos permiten asimilar como se encuentra estructurado el área de estudio dentro de la ciudad de Puyo. Además, nos permiten distinguir los principales sistemas urbanos dentro de la ciudad como la infraestructura vial, la localización de los equipamientos urbanos y la hidrografía.

En esta escala, el área de estudio se reconoce como una zona con buena conectividad urbana, conectada a importantes vías de comunicación que unen las funciones de la ciudad. Además, existe una clara distribución de la infraestructura urbana y local, lo que refuerza el carácter funcional de la zona y genera un flujo constante de usuarios. Al momento de empezar a cartografiar, se puede ratificar una red fragmentada compuesta por conexiones limitadas entre sí, la red hidrográfica permite analizar la presencia de cuerpos de agua que inciden en zonas de condiciones ambientales y paisajísticas del espacio urbano. Esta escala macro facilita la evaluación integral en un contexto urbano que facilita identificar oportunidades, restricciones que condicionan el diseño del área de estudio.

El estudio del entorno urbano a escala micro, se realiza mediante mapas que se detallan las características espaciales y morfológicas, la cual revela que el sector analizado se constituye por un nodo de alto intensidad de uso, debido a que se concentra el tránsito vehicular como peatonal. Se identifican tramos de vía que dominan los vehículos, aceras de distintas dimensiones y conexiones directas de espacios públicos. Así mismo el mapeo de los equipamientos urbanos permitió reconocer que las instituciones educativas, instituciones gubernamentales , equipamientos de creación y comercio en las proximidades del sector, generando dinámicas de concentración y de transición en determinados horarios. Estas actividades inciden de manera directa en el diseño del espacio público, seguridad y vitalidad del entorno urbano, Por otro lado el análisis de las áreas verdes evidencia una escasa presencia en los espacios públicos y la falta de conexión entre sí. Finalmente, la cartografía de las condiciones hidrográficas a nivel micro permite evaluar su influencia sobre el ambiente urbano, especialmente en relación con el drenaje y la comodidad de los usuarios.

En conjunto, el análisis del entorno urbano a nivel micro permite identificar los factores y potenciales más importantes del área de estudio, lo que revela una zona urbana activa con una alta concentración de usos y flujos, pero con deficiencias en la calidad del espacio público y la integración de las zonas verdes. Estas condiciones crean un marco claro para las decisiones del proyecto y orientan la propuesta arquitectónica hacia una mejora de la relación entre los edificios, el espacio público y el entorno urbano inmediato.

La tabla presenta los hallazgos del estudio sobre la utilización del espacio público a lo largo de la avenida Ceslao Marín en Puyo, realizado mediante un método adaptado del MINVU (2017) que emplea mapas de observación para registrar la ocupación en distintos horarios. Este enfoque permite analizar de manera detallada los patrones de uso y los niveles de actividad en la vía. Este método permite categorizar las actividades de los usuarios en determinados intervalos de tiempo (mañana, mediodía y tarde) e identificar patrones de uso y tiempo de permanencia. Las actividades se clasifican

como necesarias, opcionales o sociales, entre las que se incluyen la espera del transporte público, los desplazamientos, las compras y el ocio. Además, se tienen en cuenta variables como el género, la edad, la movilidad reducida y las condiciones meteorológicas durante la observación. Esta herramienta facilita la detección de áreas críticas, horas de mayor afluencia y factores espaciales que afectan a la experiencia urbana, como la falta de sombra, los encharcamientos y el deterioro.

Análisis de Dinámicas Urbanas: Franja Matutina (6:00 - 7:00 AM)

La tabla de ocupación permite identificar los patrones de uso y permanencia en el tramo de la Av. Ceslao Marín durante las primeras horas del día. A pesar de las deficiencias en la calidad de la infraestructura, como baches y falta de mobiliario, el eje presenta una vitalidad funcional alta debido a su rol como conector principal.



Figura 14: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (6:00 - 7:00 Am).

La tabla de ocupación permite identificar los patrones de uso y permanencia en el tramo de la Av. Ceslao Marín durante las primeras horas de la mañana. A pesar de las deficiencias en la calidad de la infraestructura, como baches (4/5) y falta de mobiliario, el eje presenta una alta vitalidad funcional debido a su papel como conexión principal.

Análisis de Actividades

Según el diagrama de actividades, la dinámica matutina está dominada por movimientos obligatorios. Caminar es la actividad más común, con 154 personas registradas, seguida de esperar el autobús, con 39 usuarios. Las actividades de ocio y recreo, como sentarse en la acera (16) o conversar (7), son mucho menos habituales, lo que indica que el tramo funciona principalmente como lugar de paso y no como lugar de estancia.

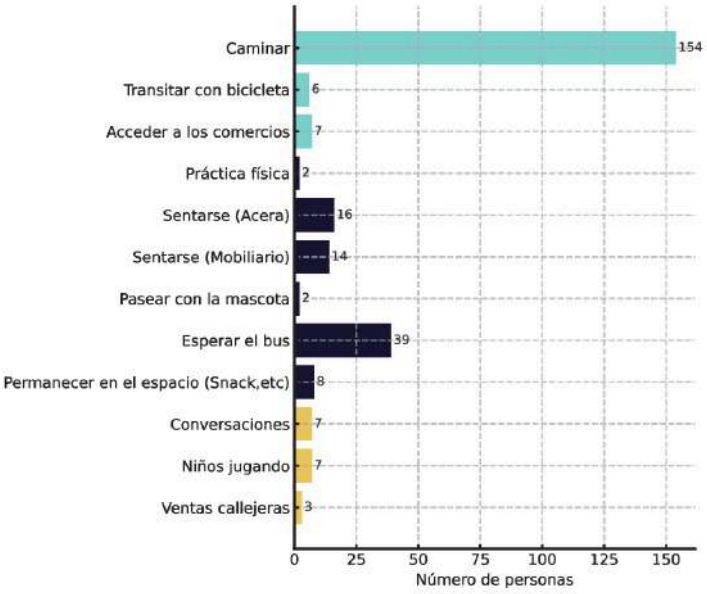


Figura 15: Diagrama de actividades y flujos peatonales en la franja matutina.

Caracterización por Grupo Etario

El gráfico por grupos de edad muestra que el sector tiene una composición demográfica joven. El 64,1 % de los usuarios son niños y jóvenes, lo que concuerda con la elevada proporción de peatones que se desplazan a los colegios de la zona. Los adultos representan el 25,5 %, mientras que las personas mayores y las personas con necesidades especiales son minoría a esta hora del día.

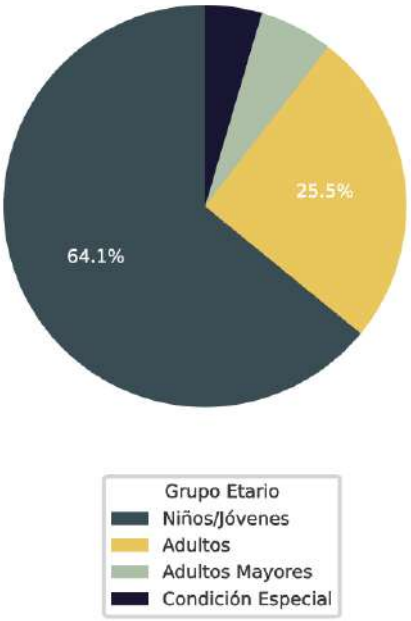


Figura 16: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público.

Análisis de Dinámicas Urbanas: Franja mediodía (12:20 - 13:20 PM)

Al mediodía, el tramo a lo largo de la Av. Ceslao Marín alcanza su punto álgido de actividad mixta. A diferencia de la mañana, se observa un aumento en la complejidad de los usos, donde la movilidad obligatoria comienza a coexistir con el consumo y la estancia. El entorno se vuelve más heterogéneo, lo que refleja el papel de la avenida como centro de servicios y comercio local.



Figura 17: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (12:20 - 13:20 PM).

Análisis de Actividades

Según el diagrama de actividad, el tráfico peatonal sigue siendo elevado, con 162 personas que pasan por allí. Sin embargo, el cambio más significativo es el aumento del acceso a las tiendas (30 personas) y a las actividades que implican quedarse, como sentarse en la acera (37 personas) o en los muebles (19 personas). Este aumento indica que el espacio público a mediodía se utiliza como lugar de espera y consumo, a pesar de que la comodidad (sombra y mobiliario) sigue siendo insuficiente.

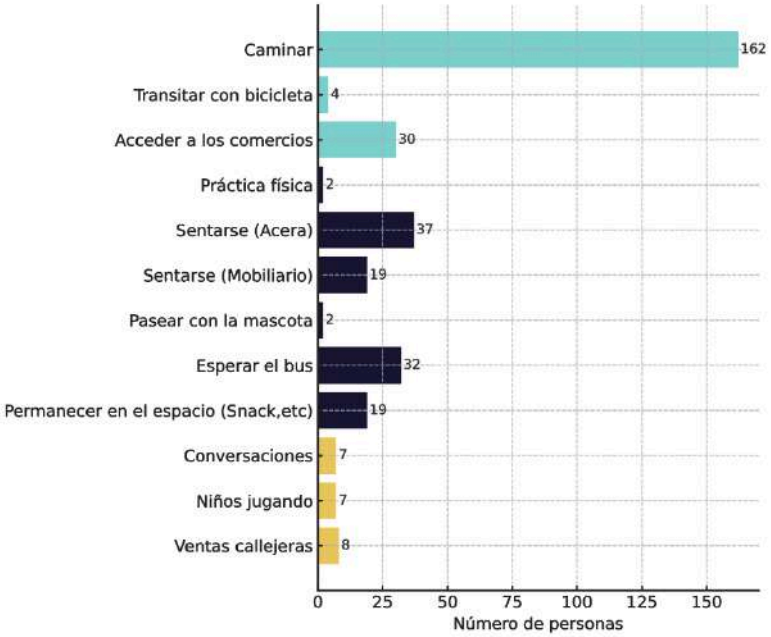


Figura 18: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público (franja mediodía).

Caracterización por Grupo Etario:

El gráfico por grupos de edad muestra una ligera variación en la composición social del sector. Aunque los niños y los jóvenes siguen siendo el grupo dominante, con un 61,9 %, se observa un claro aumento de la proporción de adultos, que ahora representan el 30,9 % de los usuarios. Este cambio demográfico refuerza la imagen de un intervalo de tiempo centrado en las actividades laborales y comerciales, en el que los adultos se integran en el flujo escolar dominante de la zona.

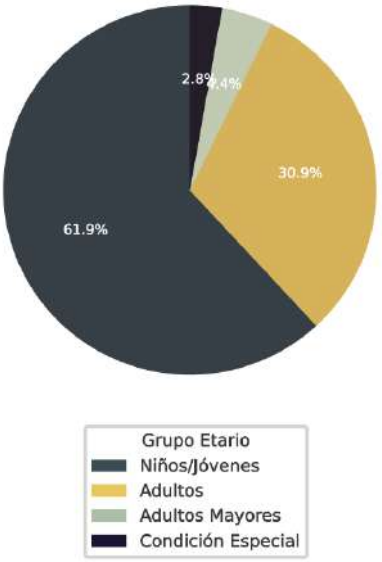


Figura 19: Caracterización de usuarios por grupo etario (franja mediodía).

Análisis de Dinámicas Urbanas: Franja de la Tarde (17:00 - 18:00 PM)

Por la noche, el tramo a lo largo de Av. Ceslao Marín registra su mayor número de usuarios, lo que lo ha convertido en un nudo de alta intensidad urbana. La dinámica principal es el flujo de retorno (estudios y trabajo) combinado con una intensa actividad comercial. En esta zona, el espacio público se ve sometido a la presión de la alta densidad de personas, lo que pone de manifiesto las limitaciones físicas de las aceras a la hora de acoger simultáneamente grandes flujos de personas.



Figura 20: Mapa de ocupación y dinámicas urbanas en la Av. Ceslao Marín (17:00 - 18:00 PM).

Análisis de Actividades

Según el diagrama de actividad, se observa un aumento exponencial de la movilidad, con 237 personas que se desplazan a pie. Además, el acceso a las tiendas alcanza su punto máximo con 56 personas, lo que indica que el tramo no es solo una vía de comunicación, sino también un animado destino de compras al final de la jornada laboral. La actividad de permanecer en el lugar (23 personas) y el uso de la acera para sentarse (25 personas) se mantienen constantes, lo que confirma la necesidad de mobiliario urbano, que actualmente no existe.

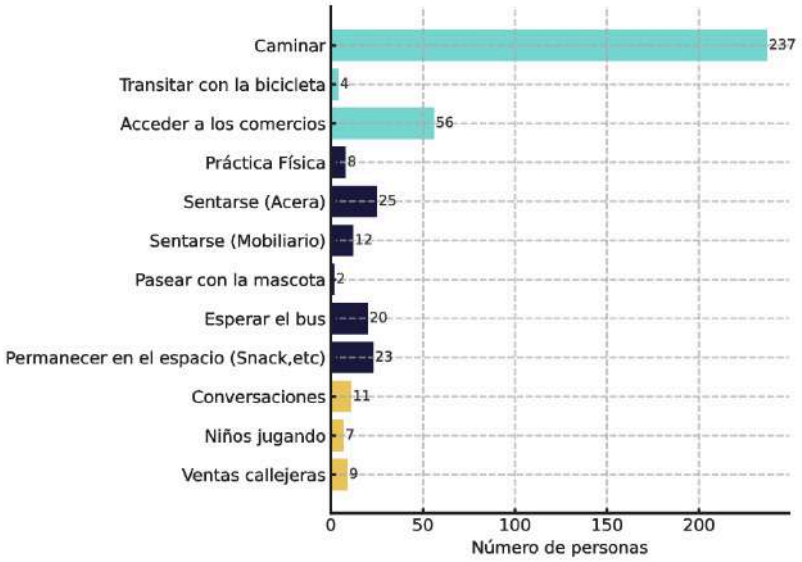


Figura 21: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público (franja tarde).

El gráfico por grupos de edad muestra un cambio drástico en la composición social del sector al final de la jornada laboral, cuando los adultos se convierten por primera vez en el grupo más numeroso, con un 52,1 %. Este predominio se combina con un 32,5 % de niños y jóvenes, lo que refleja una importante intensidad generacional en el espacio público, junto con una mayor presencia de adultos mayores (10,6 %) a lo largo de todo el día. Esta diversidad demográfica durante la tarde aumenta las exigencias de accesibilidad universal, seguridad en los cruces y confort ambiental para un grupo de usuarios con necesidades de movilidad más complejas.

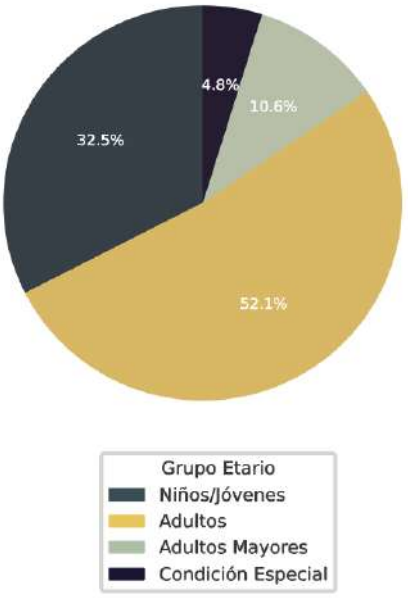


Figura 22: Caracterización de usuarios por grupo etario (franja tarde).

Análisis de Dinámicas Urbanas: Franja del mediodía - lluvia (12:20-13:20)

En esta fase del diagnóstico, el estudio se centra en cómo las condiciones climáticas de Puyo modifican el uso del espacio público. Los indicadores de calidad espacial muestran una situación crítica durante la temporada de lluvias, con acumulaciones de agua en las aceras y baches profundos que dificultan el tránsito peatonal en la zona estudiada.

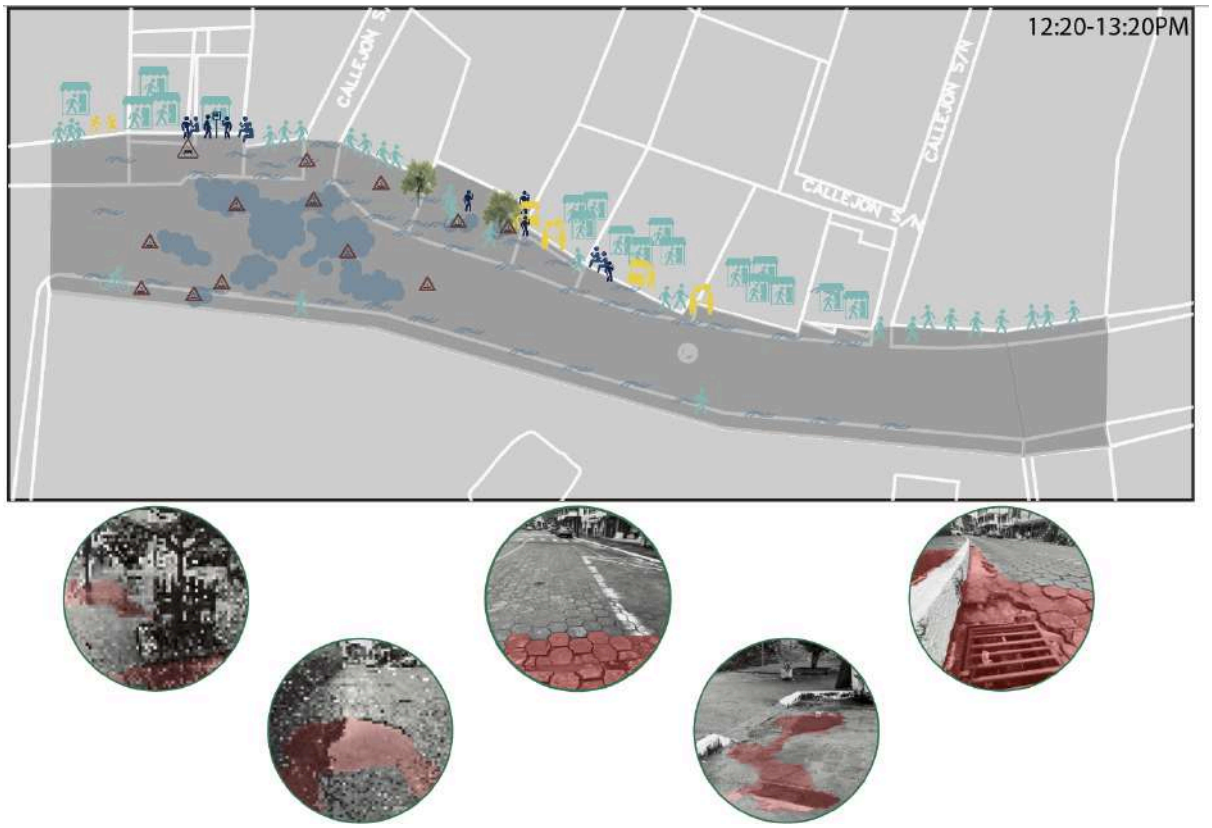


Figura 23: Mapa de dinámicas urbanas y estado de infraestructura bajo condiciones climáticas de lluvia (12:20 - 13:20 PM).

Los datos gráficos muestran que la infraestructura actual no es capaz de gestionar el agua de lluvia, lo que provoca la formación de charcos que obligan a los peatones a desviarse. Las fotografías circulares muestran cómo el deterioro del pavimento y la falta de un drenaje eficaz reducen la superficie útil de las aceras, lo que obliga a peatones y vehículos a coexistir de forma peligrosa en las horas pico.

Análisis de Actividades

Según el diagrama de actividad, la intensidad de uso es alta a pesar del clima húmedo, con 162 personas que pasan por allí y 30 que visitan las tiendas. Sin embargo, la lluvia afecta a la estancia: los 37 usuarios que se sientan en la acera y los 19 que se sientan en los muebles se reúnen bajo los pocos aleros de los edificios privados debido a la falta de paradas de autobús o techos públicos. El espacio público ya no es un lugar para estar, sino que se convierte en un refugio temporal y un lugar de paso rápido.

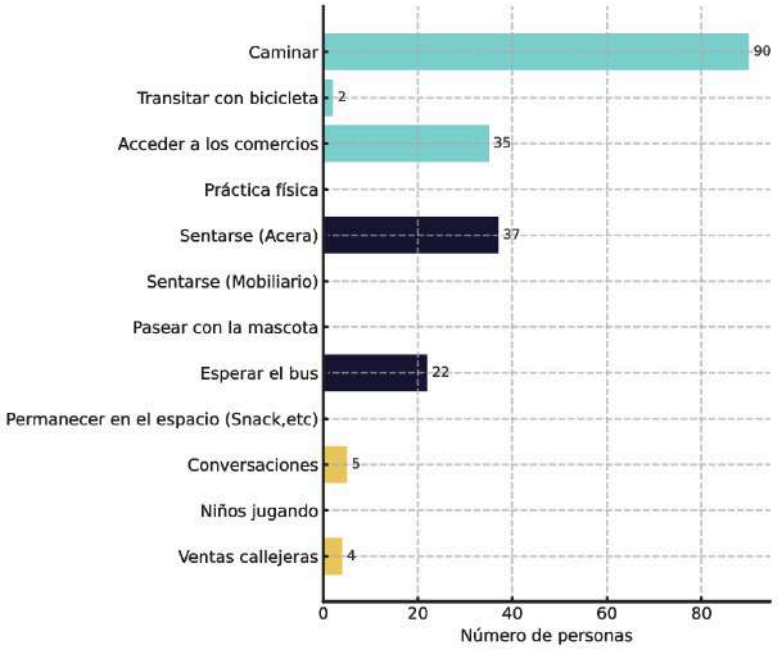


Figura 24: Análisis cuantitativo de actividades en el espacio público bajo condiciones de lluvia (franja mediodía).

Caracterización por Grupo Etario y Vulnerabilidad

El gráfico por grupo de edad confirma que la población más afectada por estas barreras climáticas son los niños y los jóvenes (61,9 %), que se desplazan en grandes grupos cuando salen de sus centros educativos. Este elevado porcentaje de jóvenes, junto con los adultos (30,9 %) y los grupos vulnerables, como las personas mayores (4,4 %) y las personas con necesidades especiales (2,8 %), subraya la urgencia de abordar los problemas del terreno. Las acumulaciones de agua no solo son un problema estético, sino también un factor de riesgo que limita la movilidad segura y accesible durante esta hora pico.

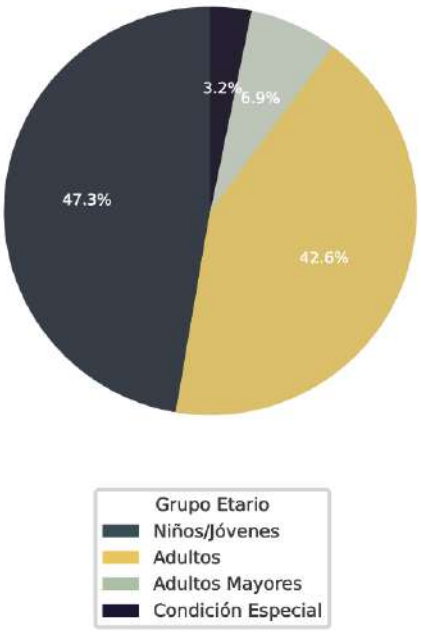


Figura 25: Caracterización de usuarios por grupo etario y vulnerabilidad bajo condiciones de lluvia (franja mediodía).

Comparación de movilidad: escenario con lluvia vs. sin lluvia

El análisis comparativo permite identificar la resiliencia del entorno público y cómo las variaciones climáticas en Puyo afectan directamente al uso de Av. Ceslao Marín. Los datos recopilados representan la movilidad media durante un mes y muestran una disminución sistemática de la presencia de personas cuando llueve en todos los intervalos de tiempo.

Análisis de Actividades por Franjas Horarias

Franja Matutina (6:00 - 7:00 AM): Se registra una disminución del 35,8 % en el número total de personas, pasando de 265 personas en tiempo seco a 170 personas en tiempo lluvioso. Los paseos se reducen casi a la mitad (de 154 a 85 personas), mientras que actividades como esperar el autobús y sentarse en la acera son las que muestran mayor persistencia, lo que indica que el usuario sólo permanece en el lugar por absoluta necesidad.

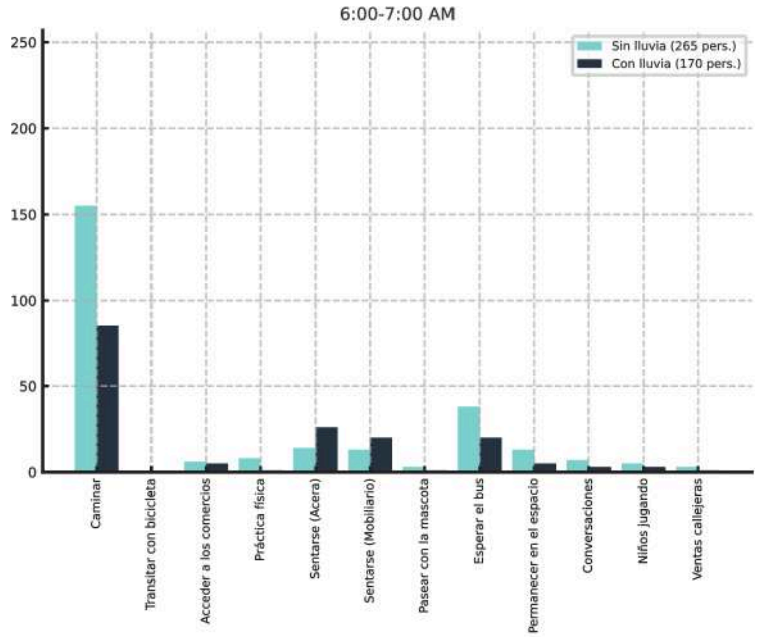


Figura 26: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia vs. sin lluvia (Franja 6:00 - 7:00 AM).

Franja del Mediodía (12:20 - 13:20 PM): En este periodo, la población total se reduce de 329 a 195 personas. Es notable cómo el acceso a comercios y la acción de sentarse en la acera mantienen cifras similares a pesar de la lluvia, lo que sugiere que el mediodía es un horario de alta dependencia comercial y de servicios donde el usuario se ve obligado a permanecer en el eje independientemente del clima.

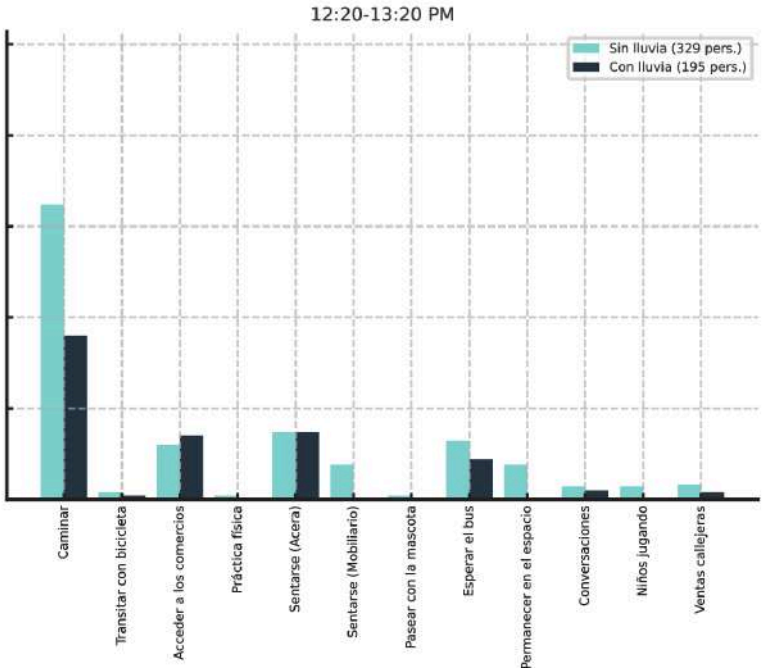


Figura 27: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia vs. sin lluvia (Franja 12:20 - 13:20 PM).

Franja de la Tarde (17:00 - 18:00 PM): Durante este periodo se produjo el cambio más notable, con una caída de las cifras de 414 a 193 (lo que supone un descenso superior al 53 %). Esto indica que, aunque este periodo coincide con la vuelta de la gente a sus casas o su salida para realizar actividades de ocio, la falta de instalaciones y espacios públicos adecuados impide el uso público de esta calle. En consecuencia, esto frena la actividad económica y la vida social en el barrio por la tarde.

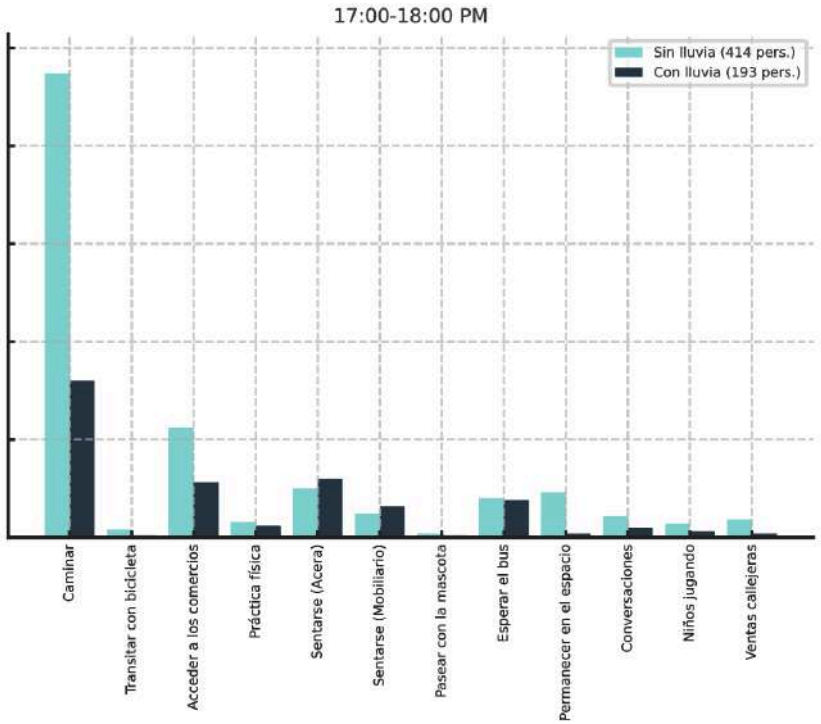


Figura 28: Comparativa de actividades en el espacio público: escenario con lluvia vs. sin lluvia (Franja 17:00 - 18:00 PM).

Análisis de Grupo Etario y Resiliencia:

La comparación mensual revela que los grupos más resilientes ante la lluvia son los adultos, quienes mantienen sus flujos por motivos laborales. En contraste, la población de niños y jóvenes que en clima seco representa el grupo mayoritario (64.1%) reduce drásticamente su presencia o velocidad de tránsito, concentrándose únicamente en los puntos de transporte. Este comportamiento confirma que la infraestructura actual de la Av. Ceslao Marín no ofrece las condiciones mínimas de habitabilidad para los usuarios más vulnerables durante los periodos recurrentes de lluvia en la ciudad.

2.5.1.3 Análisis de Deficiencias y Conflictos Urbanos

Deficiencia en Infraestructura y Accesibilidad Universal

La calzada y las instalaciones peatonales a lo largo de esta ruta están muy deterioradas, con adoquines apilados de forma aleatoria en capas, lo que hace que la superficie sea irregular y el pavimento muy inestable. Esta deficiencia estructural, agravada por baches, grietas y la ausencia de rampas o pavimento táctil, crea una barrera física que excluye a todos los usuarios y compromete la seguridad de los peatones. Además, se han observado zonas constantemente inundadas y sistemas de drenaje obstruidos, lo que acelera el deterioro de los materiales debido a la falta de mantenimiento preventivo y de métodos de construcción adecuados.

Ausencia de sombra

La región sufre una grave falta de espacios verdes y zonas con sombra, ya que los pocos parterres de flores dispersos no bastan para ofrecer lugares agradables donde descansar en los espacios públicos. La escasez de árboles urbanos, junto con los proyectos de plantación de especies adaptadas al clima amazónico, sólo permite disfrutar de unas pocas horas de sombra al día. Por lo tanto, los peatones y los pasajeros de los autobuses se ven obligados a soportar un calor intenso sin protección climática ni asientos a la sombra. Es necesario plantar especies de árboles adecuadas, capaces de proporcionar sombra durante todo el año, con el fin de mejorar el microclima local y animar al público a frecuentar esta zona.

Falta de mobiliario urbano

La principal característica de esta zona es su uso a corto plazo; la falta de infraestructuras urbanas impide que sirva como espacio de socialización o vivienda. Debido a la falta de equipamientos como bancos, pérgolas o mesas y sillas, los usuarios se ven a menudo obligados a permanecer de pie o a sentarse brevemente en las escaleras del edificio, ya que no hay espacios cómodos que propicien las interacciones sociales. Esta fragmentación del espacio, agravada por la ausencia de señales de tráfico

direccionales e indicadores visuales de orientación, se traduce en una jerarquía indistinta y una falta de delimitación clara entre las zonas de espera y de descanso. En consecuencia, la zona no responde a las diversas necesidades recreativas de los usuarios.

Problemas de drenaje

El sistema de drenaje superficial de esta zona es deficiente, con tuberías visiblemente obstruidas y acumulaciones de limo que impiden la evacuación normal de las aguas pluviales. La falta de normas técnicas adecuadas para dirigir el agua hacia las rejillas, junto con la ausencia de sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), agrava la situación al provocar escorrentías superficiales y acumulaciones de agua durante las lluvias intensas. Como consecuencia, el agua de lluvia se filtra en los canales de drenaje en desuso, lo que no solo dificulta el paso de los peatones, sino que también deteriora rápidamente la superficie de las carreteras en toda la zona.

Con el fin de complementar la caracterización del área de estudio, a continuación se presentan las láminas de diagnóstico urbano correspondientes al tramo de intervención de la Avenida Ceslao Marín. Estas láminas sintetizan gráficamente el análisis realizado, permitiendo identificar las condiciones actuales del espacio público en relación con la configuración vial, el estado de las aceras y calzada, la presencia de mobiliario urbano, vegetación, infraestructura de transporte público, así como las problemáticas asociadas al drenaje superficial y al uso cotidiano del espacio por parte de los distintos usuarios.

DIAGNOSTICO URBANO

Diseño del espacio público en un tramo de la Av. Ceslao Marín-Puyo.

1 UBICACIÓN



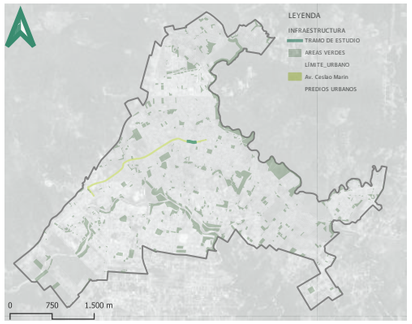
2 DESCRIPCIÓN

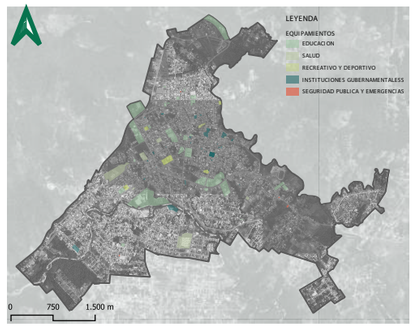
La presente aproximación al tramo de estudio permitirá identificar las deficiencias críticas que condicionan la movilidad y la habitabilidad urbana en el sector. Se plantea un análisis centrado en la desarticulación entre la infraestructura de transporte público y el espacio peatonal, bajo la premisa de que la carencia de estructuras de refugio físico degrada la experiencia del usuario y fomenta la ocupación insegura de la calzada.

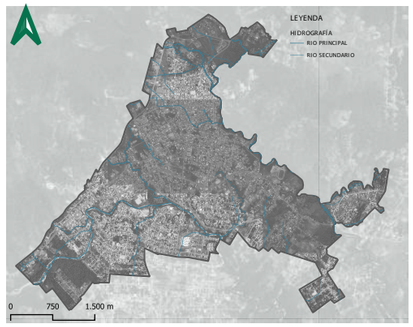
Este proceso de observación posibilitará reconocer cómo la ausencia de dispositivos de regulación de velocidad y cruces seguros impacta en un entorno de alta demanda, debido a la fuerte actividad estudiantil y comercial. Asimismo, el estudio buscará evidenciar el impacto de las condiciones espaciales desfavorables como el deterioro del pavimento, la falta de vegetación y la contaminación acústica en la funcionalidad del espacio público. Estos puntos de partida establecen los criterios para el desarrollo del diagnóstico técnico posterior, orientado a validar el estado actual de la zona.

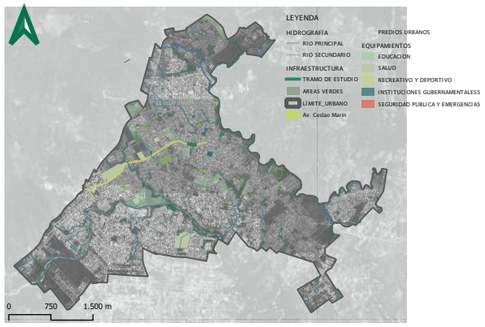


3 ANALISIS DEL ENTORNO URBANO: Sección 2- escala micro







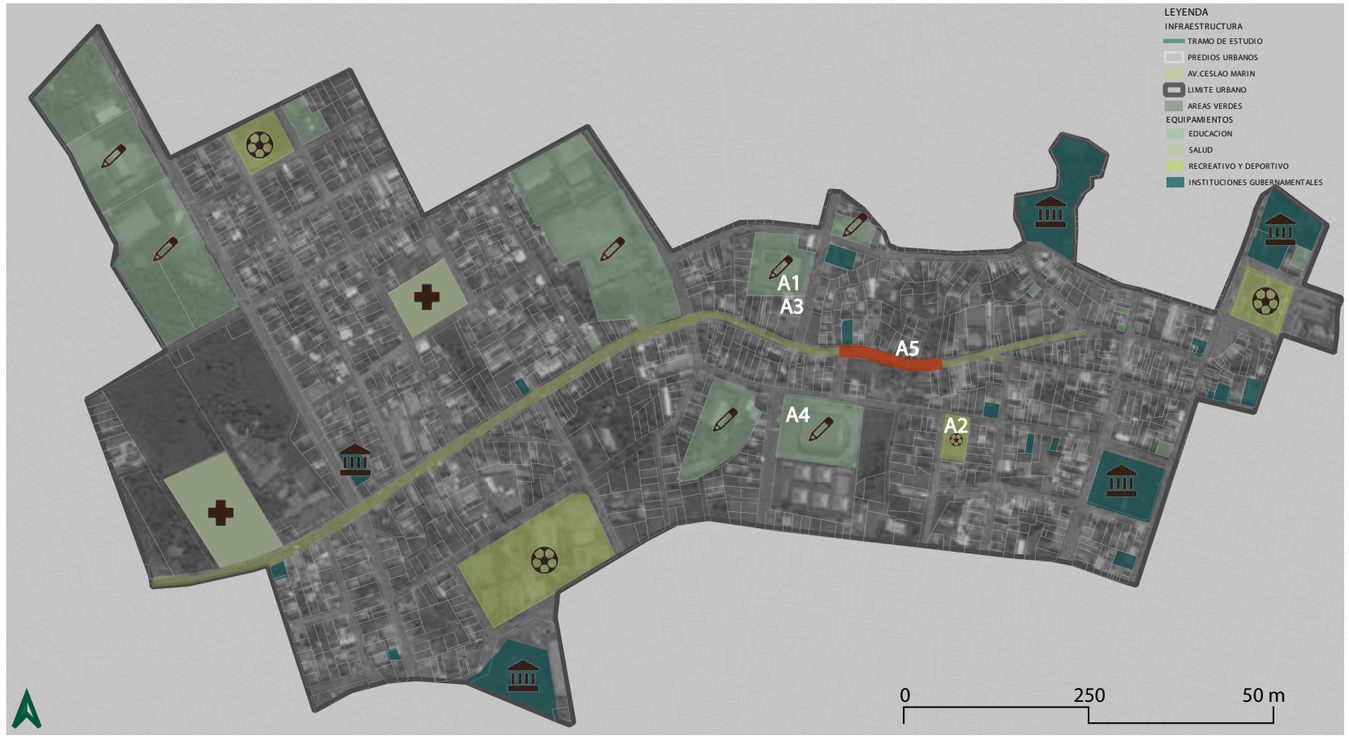








Sección 2- escala macro







Leyenda

- Actividades necesarias:
- Caminar
- Transitar en bicicleta
- Acceder a comercios
- Opcionales:
- Practica fisica
- Sentarse b.
- Sentarse m.
- Pasear con mascota
- Esperar el bus
- Permanecer en el espacio (snack etc.)
- Sociales:
- Conversaciones
- Niños jugando
- Ventas callejeras
- Baches
- Corrientes de agua
- Acumulacion de charcos
- Mobiliario mojado











4 MAPA DE OCUPACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO POR FRANJAS HORARIAS

La tabla presenta los resultados del levantamiento de ocupación del espacio público en el tramo de la Av. Ceslao Marín, Puyo, mediante una metodología adaptada del MINVU (2017), aplicada con fichas de observación. Este método permite categorizar las actividades de los usuarios en franjas horarias específicas (mañana, mediodía y tarde), identificando patrones de uso y permanencia.

Las actividades se clasifican como necesarias, opcionales o sociales, incluyendo espera de transporte, desplazamientos, comercio y recreación. Se incorporan además variables como género, edad, movilidad reducida, y condiciones climáticas presentes durante la observación. Esta herramienta facilita la detección de zonas críticas, momentos de mayor afluencia y factores espaciales que afectan la experiencia urbana, como la falta de sombra, acumulación de agua y deterioro.

Metodología adaptada de Jan Gehl y MINVU (2017)

	ACTIVIDAD (6:00-7:00)	USUARIOS						CALIDAD ESPACIAL (N 1-5)							CONDICIONES CLIMÁTICAS			OBSERVACIONES/ PROBLEMAS
								INDICADORES POSITIVOS (0 = Inexistente / 5 = Óptimo)			INDICADORES DE AFECTACIÓN (0 = Inexistente / 5 = Muy grave)							
		NIÑOS/JOVENES	HOMBRES A.	MUJERES A.	TERCERA E.	CONDICION ESPECIAL	Nº PERSONAS OBS.	SOMBRA POR LINEA EDIFICADA	SOMBRA POR MOBILIARIO	SOMBRA POR VEGETACIÓN	BACHES	CORRIENTES DE AGUA EN LA ACERA/CALZADA/BORDILLOS	ACUMULACIÓN DE AGUA/CHARCOS	MOBILIARIO MOJADO	LLUVIOSO	CLIMA NEUTRO	SOLEADO	
NECESARIAS	Caminar	110	29	27	8	0	174											
NECESARIAS	Transitar con la bicicleta	1	2	1			4											
NECESARIAS	Acceder a lo comercios	0	20	8		2	30											
OPCIONALES	Practica Fisica		1	1			2											
OPCIONALES	Sentarse (Acera)	15	1	2		1	19											
OPCIONALES	Sentarse (Mobiliario)	3	1	2		2	8											
OPCIONALES	Pasear con la mascota	2					2											
OPCIONALES	Esperar el bus	13	1	12	4	2	32											
OPCIONALES	Permanecer en el espacio (Snack,etc)	7	3	1		3	14											
								1	1	1	4	4	3	2		x		1. Condiciones espaciales deficientes 2. Uso deficiente del mobiliario 3. Alta concentración de personas esperando el bus sin condiciones óptimas para esperar 4. Participación social media
SOCIALES	Conversacions		2	5			7											
SOCIALES	Ninos jugando	7					7											
SOCIALES	Ventas callejeras		4	3			7											
						TOTAL:	306											

ANALISIS DE O.D. DEL ESPACIO PÚBLICO POR FRANJA HORARIA





DIAGRAMA POR ACTIVIDADES

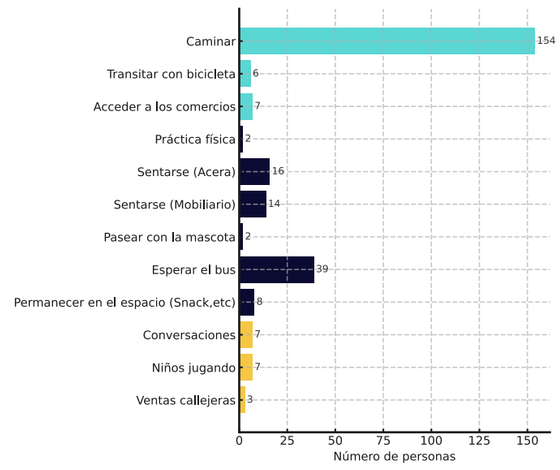
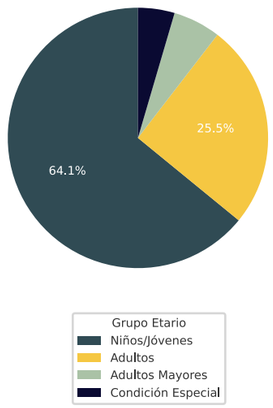


DIAGRAMA POR GRUPO ETARIO



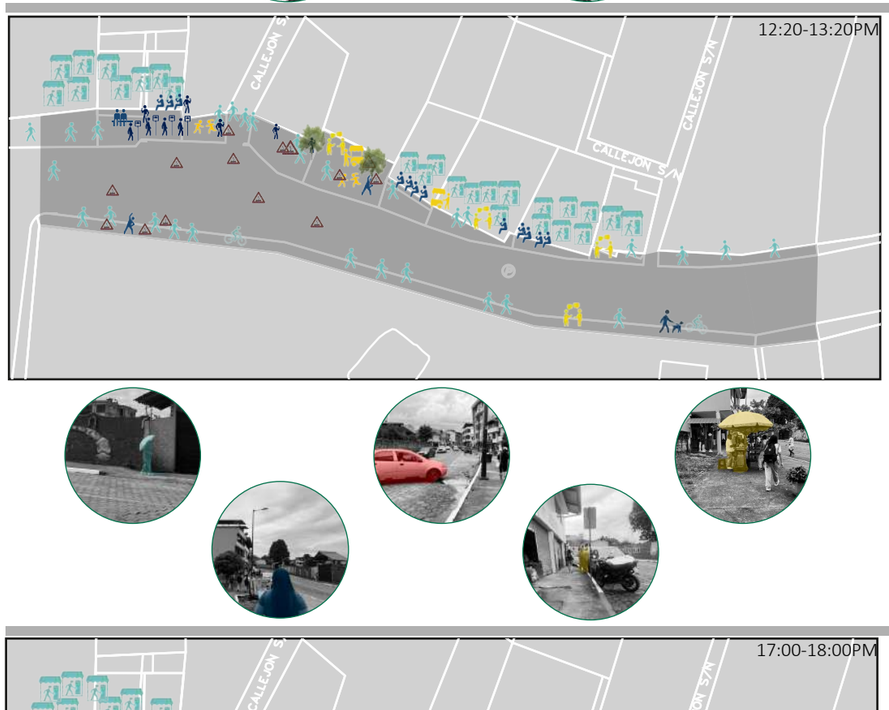




DIAGRAMA POR ACTIVIDADES

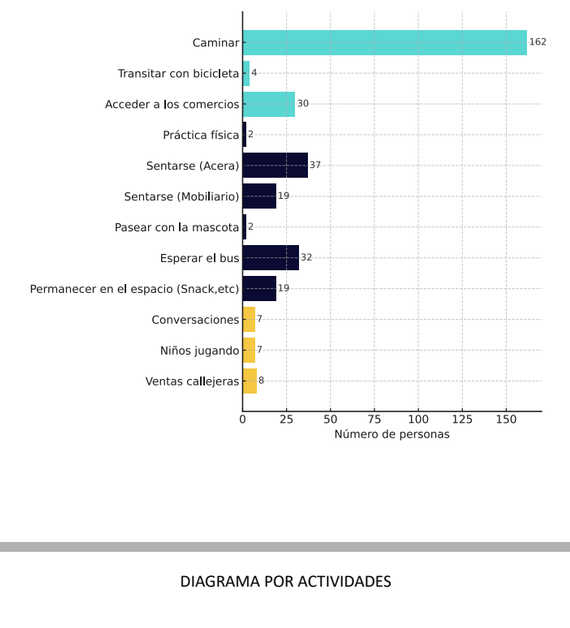


DIAGRAMA POR GRUPO ETARIO

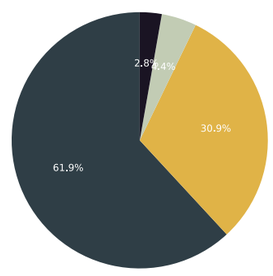


DIAGRAMA POR ACTIVIDADES

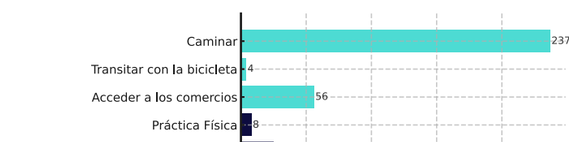
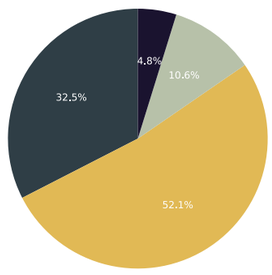


DIAGRAMA POR GRUPO ETARIO



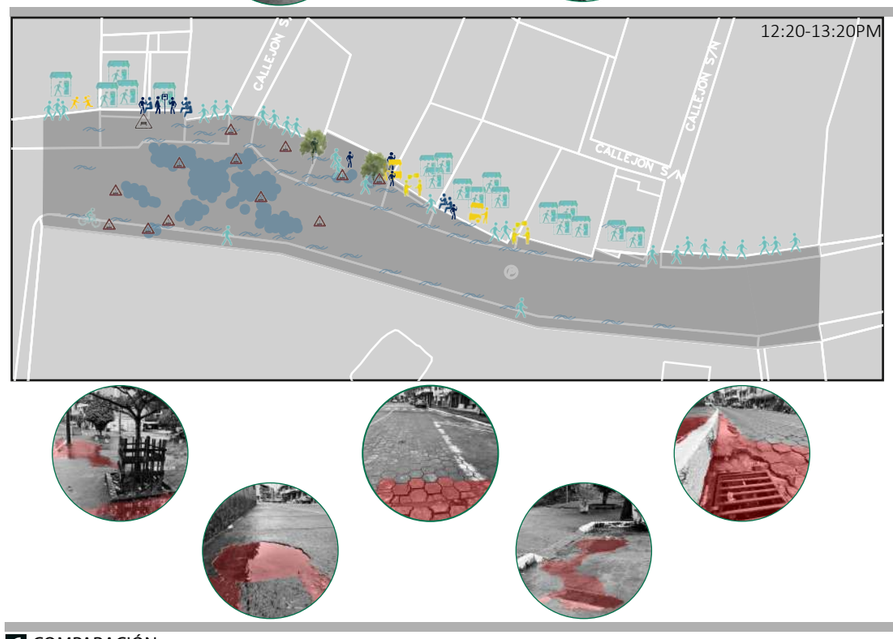


DIAGRAMA POR ACTIVIDADES

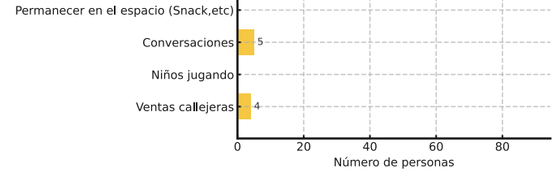
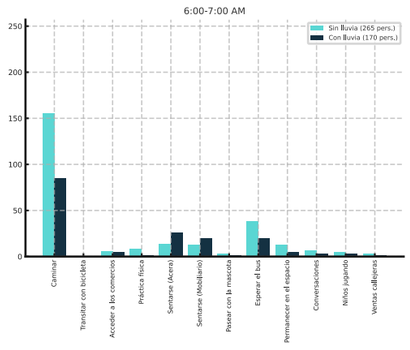
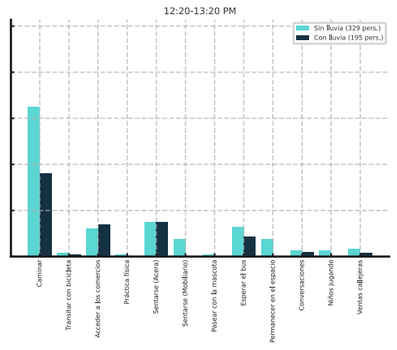


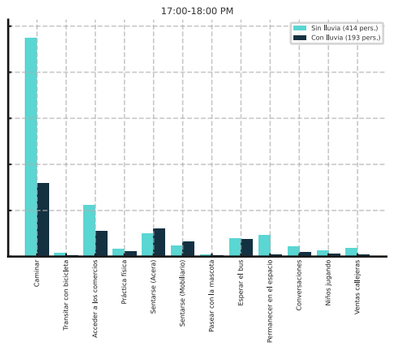
DIAGRAMA POR GRUPO ETARIO



6 COMPARACIÓN







PROBLEMATICAS

1 Deficiencia en la infraestructura



Descripción del problema

El tramo presenta un estado deficiente en su infraestructura vial y peatonal. Se observa una superposición de capas de pavimento en las aceras, lo que ha generado desniveles e irregularidades. Tanto la calzada como las aceras presentan baches, fisuras, zonas erosionadas y parches deteriorados.

Observaciones técnicas

- Presencia de capas superpuestas en la acera que elevan el nivel y rompen la uniformidad.
- Baches y fisuras en la calzada y en las zonas de cruce peatonal.
- Desniveles peligrosos entre tramos de acera.
- Socavones que retienen agua lluvia o generan salpicaduras.
- Filtraciones o fugas visibles que mojan constantemente el pavimento.
- Ausencia de rampas eficientes, guías podotáctiles y superficie continua, dificultando la accesibilidad universal.
- Falta de mantenimiento preventivo y correcciones estructurales.



2 Ausencia de sombra



Descripción del problema

El tramo analizado presenta una limitada provisión de sombra y vegetación. Aunque existen algunas macetas colocadas, estas no son suficientes para generar confort térmico en el espacio público.

Observaciones técnicas

- Falta de árboles urbanos o elementos vegetales que proyecten sombra de forma constante.
- La sombra depende de la hora del día, sin garantizar confort continuo.
- La parada señalada carece de mobiliario, techo o cobertura, y no brinda refugio climático.
- No existen estrategias de arborización urbana alineadas con el clima amazónico.
- Es necesario incorporar especies vegetales apropiadas que proporcionen sombra continua, regulen el microclima y fomenten la permanencia en el espacio público.



3 Falta de mobiliario



Descripción del problema

El tramo presenta un espacio público con un uso predominantemente transitorio. La mayoría de las personas solo lo utilizan como vía de paso, ya que no existen elementos urbanos que promuevan la permanencia o el encuentro. A pesar de que algunas personas se detienen momentáneamente, la falta de mobiliario urbano, áreas de descanso, sombra o espacios atractivos impide que este sector se transforme en un lugar de estancia o interacción social.

Observaciones técnicas

- Uso del espacio principalmente como zona de tránsito peatonal.
- No existen bancas, pérgolas, mesas, ni otros elementos que fomenten la permanencia.
- Personas permanecen de pie en los bordes o portales de edificios, sin mobiliario asignado.
- Falta de zonas de encuentro social o nodos de interacción.
- El diseño actual no contempla a personas con movilidad reducida ni usuarios diversos.
- El espacio no tiene diferenciación de áreas según actividades (espera, paso, descanso).
- No se percibe jerarquía ni delimitación espacial que oriente el uso adecuado del lugar.
- Escasa señalización o identidad visual que incentive la apropiación del espacio.

4 Problemas de drenaje

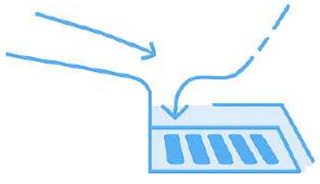


Descripción del problema

El tramo analizado presenta un sistema de drenaje superficial deficiente. Existen sumideros con deterioro visible y acumulación de desechos, lo que impide un desfogue eficiente del agua lluvia. Durante lluvias intensas, se forman corrientes superficiales y zonas encharcadas que afectan la movilidad peatonal y vehicular.

Observaciones técnicas

- Desniveles y socavones junto al sumidero que dificultan el escurrimiento.
- Obstrucción por basura y falta de mantenimiento preventivo.
- Ausencia de elementos sostenibles de captación (SUDS).
- No existen sistemas complementarios que garanticen una evacuación eficiente del agua en eventos de lluvia intensa.
- El sistema de drenaje no responde a la magnitud de precipitaciones propias del entorno amazónico.
- Se evidencia una pérdida del recurso hídrico por escorrentía sin ningún tipo de aprovechamiento.
- Las zonas encharcadas afectan la movilidad peatonal y provocan deterioro acelerado del pavimento.



CAPÍTULO III: PROPUESTA

3.1. Memoria descriptiva

3.1.1 Descripción general

La propuesta de diseño urbano se plantea en un tramo de la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo, con el propósito de cualificar el espacio público, focalizando al peatón en función de las condiciones climáticas de la amazonia ecuatoriana. La intervención proyecta una reorganización integral del perfil vial, articulando los criterios de accesibilidad universal, confort ambiental y sostenibilidad urbana. El diseño propone la transformación significativa del tramo de estudio de un espacio público funcional, confortable, seguro e inclusivo, donde la avenida deja de ser únicamente un espacio de transición peatonal y vehicular ,sino más bien transformarse en un espacio vivo, de estancia, encuentro y uso cotidiano. Por lo cual se integran espacios de espera y descanso, una parada de bus adecuada al entorno de forma que se integre con el entorno, mobiliario urbano y espacios verdes que intensifiquen la relación entre el peatón y el espacio construido.

Uno de los ejes principales de la intervención es el uso de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como son los alcorques inundables, parterres inundables, tanques inundables y pavimentos permeables, los cuales me permiten amortiguar la escorrentía superficial, mejorar la infiltración y mitigar los efectos de saturación debido a las lluvias torrenciales periódicas de la ciudad de Puyo, estas medidas se articulan de manera funcional y paisajística al diseño urbano, propiciando el confort térmico y a la calidad ambiental del entorno urbano.

En la misma línea, la propuesta incorpora criterios de accesibilidad universal, garantizando recorridos de calidad, seguros y libre de barreras, mediante rampas, superficies antideslizantes y señalización táctil, dando lugar al uso equitativo del espacio público por parte de todos los usuarios. En cuanto a la selección de la

materialidad, vegetación y elementos urbanos en el tramo de intervención responde a los principios de sostenibilidad , durabilidad y acondicionamiento ambiental de la ciudad de Puyo. De manera integral, la propuesta busca consolidar un modelo de espació público adaptable y replicable en toda la avenida Ceslao Marín de la ciudad de Puyo, y así mejorar la experiencia urbana, fomentando la permanencia y contribuyendo a la construcción de una ciudad más confortable, resiliente y adaptada al entorno urbano.

3.2. Programa y organigrama

3.2.1 Programa de necesidades

El programa de requisitos se ha elaborado sobre la base de un análisis del uso actual de este tramo, la presencia de instituciones educativas cercanas y los principales flujos de tráfico peatonal y vehicular. Se han identificado los siguientes componentes clave: una zona de espera y descanso para peatones; una parada de autobús con una marquesina que protege de las inclemencias meteorológicas, y un espacio verde funcional (alcorques y parterres regables). Sistema de drenaje sostenible, vías peatonales continuas y accesibles, y alumbrado eficiente. Un cuadro de gestión establece cómo se interrelacionan estos componentes, destacando la atención a los peatones, la visibilidad, la seguridad y la integración armónica de los entornos construidos y naturales. Se consideran además las distintas franjas horarias y las variaciones climáticas, garantizando que el espacio público funcione de manera efectiva tanto en condiciones de lluvia como en días secos.

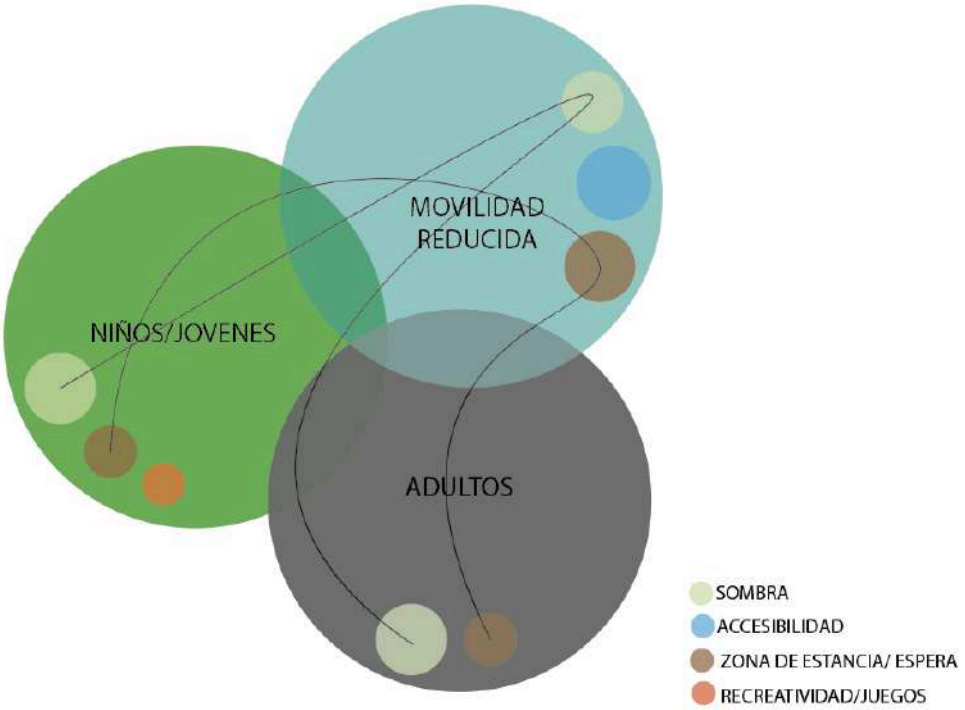


Figura 29: Programa de los usuarios Av. Ceslao Marin, puyo.

3.3. Estrategias proyectuales

3.3.1 Reaprovechamiento de espacio residual para plaza

Como primera estrategia proyectual, consiste en transformar un espacio destinado para parqueadero en espacio público multifuncional. La cual busca recuperar espacio destinado para los peatones de tal manera que se cree un punto focal permanente. Esta intervención de planificación urbana busca satisfacer las necesidades de los usuarios priorizándolos frente a la circulación vehicular, fomentando un entorno urbano seguro y dinámico de la zona. Dentro de estos elementos se consideran la incorporación de pavimento permeable, tipologías de mobiliario urbano y vegetación ornamental, en sintonía con la perspectiva de Gehl (2014) con el propósito de fomentar la permanencia y la interacción social en estos espacios públicos.

En esta misma línea, cabe destacar la importancia de implementar espacios urbanos inclusivos para potenciar la calidad del espacio público y la participación ciudadana de la zona. Por estas características esta zona posee las cualidades para transformarse en un espacio público interactivo y de permanencia, contribuyendo a una movilidad más equitativa.



Figura 30: Propuesta de reconversión proyectual de espacio residual en plaza pública multifuncional.

3.3.2 Mejora de la infraestructura y Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Para mejorar la infraestructura urbana es esencial la implementación de SUDS en el espacio urbano como lo es los Alcorques inundables el cual está diseñado para infiltrar el agua lluvia directamente hacia el suelo a través de sustratos. Este sistema no sólo mitiga las inundaciones y repone las aguas subterráneas locales, sino que también mejora el confort climático de los espacios públicos al crear sombra natural. Para complementar esta infraestructura, se han introducido materiales de pavimentación permeables en las aceras y calles.

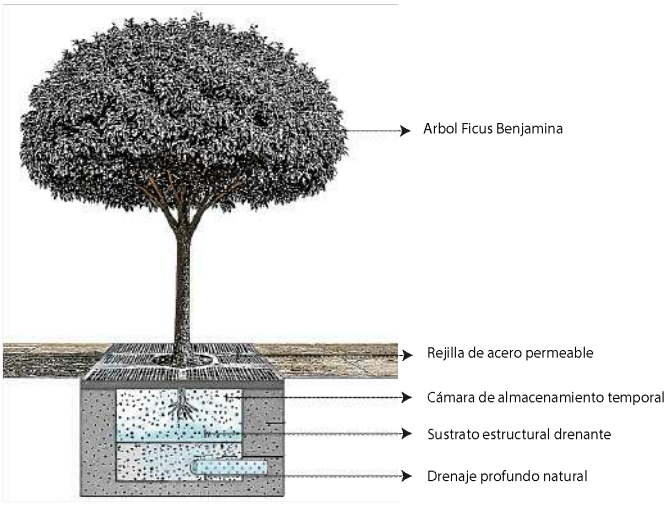


Figura 31: Esquema conceptual de sistema de alcorque estructural con vegetación nativa para infiltración pluvial.

Los pavimentos y aceras permeables son sistemas consisten en capas de partículas de piedra y geotextiles permeables, lo que reduce significativamente la escorrentía superficial al permitir que el agua se infiltre directamente en el suelo. En el caso de las carreteras, esta estructura incorpora tuberías subterráneas que canalizan el exceso de agua hacia zonas de drenaje o hacia capas más profundas del suelo, lo que evita la erosión y los daños causados por la humedad persistente y prolonga la vida útil de la carretera.

Del mismo modo, se crean Parterres inundables como espacios verdes profundos estratégicamente situados para retener el agua bajo tierra. Estas zonas funcionan como instalaciones de infiltración, captando la escorrentía de las zonas circundantes y haciéndola pasar por filtros y plantas autóctonas (que actúan como filtros naturales de los contaminantes). Esta solución no solo mejora la calidad del agua antes de que entre o salga del sistema subterráneo, sino que también enriquece la biodiversidad urbana, proporcionando beneficios estéticos y térmicos esenciales para la resiliencia urbana.



Figura 32: Esquema conceptual de sistema parterres inundables estructural con vegetación para infiltración pluvial.
Fuente: Adaptado de Washington DC Department of Transportation (2014).

La incorporación de estos sistemas como soluciones que permite una gestión pluvial efectiva que se adaptan a las condiciones climáticas de la región amazónica ecuatoriana. De tal manera que estos mecanismos permiten crear soluciones ante estos obstáculos hídricos en lluvias torrenciales, transformándose en un sistema activo que mitiga las afectaciones por el agua lluvia.

3.3.3 Infraestructura verde-azul

La incorporación de Fuentes secas es una medida fundamental dentro del espacio público ya que funcionan como nodos de dinamismo, interacción social, permanencia por el usuario y enfriamiento evaporativo para mejorar el microclima. Este sistema estará integrado junto con los tanques inundables para poder captar y recircular el agua para el funcionamiento de estas fuentes secas con la finalidad de aprovechar el uso del agua pluvial y generar con ella esta infraestructura plana que estará al ras de la acera sin obstaculizar la circulación peatonal, este sistema de chorros de agua verticales funcionarán en horarios específicos como en horas de la tarde cuando hace demasiado calor de tal manera que permita mejorar el confort del lugar, además de que cuando no esté funcionando los peatones podrán circular por encima de esta sin ningun problema.

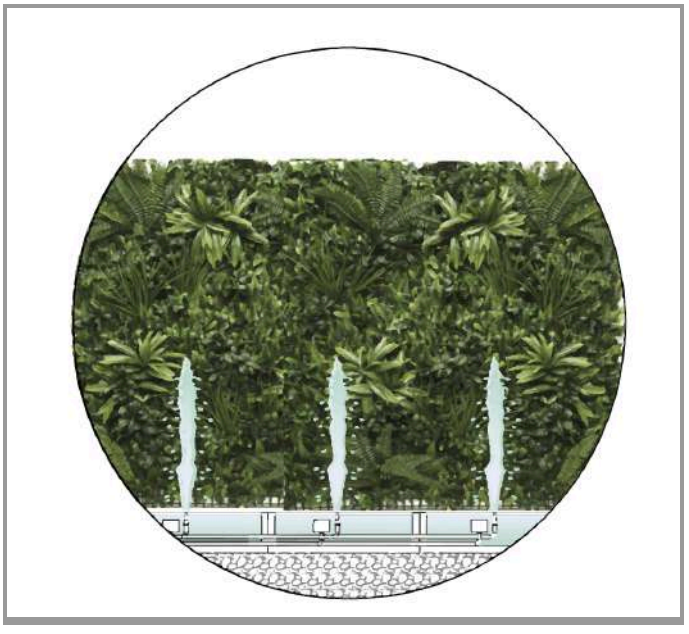


Figura 33: Esquema conceptual de fuentes secas.

3.3.4 Accesibilidad Universal

Se propone la Accesibilidad Universal como una estrategia esencial para el buen diseño del espacio público tomando en cuenta a todos los usuarios de la zona con la finalidad de diseñar asegurando un uso equitativo , seguro y autónomo para los

mismos. Se prioriza al peatón a través de la ampliación de las aceras bajos las normas de la NEC (2019) fomentando recorridos continuos que faciliten la movilidad, se destaca la importancia de la inclusión urbana, por lo cual se aplicará de manera coordina rampas, pavimento podotáctiles, contribuyendo un sistema de orientación para personas con movilidad reducida ya que son parte de nuestro entorno urbano y tienen importancia igual que todos los usuarios y se pretende darles el mismo trato por igual. Bajo la perspectiva del espacio público urbano y social, la accesibilidad se concibe no solo como una necesidad funcional, sino más bien como un principio de diseño inclusivo para la interacción social sin limitaciones físicas.



Figura 34: Sistema integral de movilidad inclusiva y diseño universal.

3.3.5 Mobiliario urbano

El presente planteamiento propone la integración de mobiliario urbano con el propósito de revitalizar la zona de intervención erigiéndose como un recurso potencial para el aprovechamiento del espacio público, la iniciativa se mantiene en sintonía con el enfoque de accesibilidad universal, con el objetivo de crear espacios de descanso, de estancia y sobre todo crear dinamismo e interacción social, esto a través de diferente

tipo de mobiliario la cual puede estar integrado vegetación ornamental para mejorar la el confort de la zona.



Figura 35: Esquema conceptual de mobiliario urbano modular con vegetación integrada.

3.3.6 Eficiencia energética

En el diseño del espacio público, se propone la integración de postes de luminarias equipadas con paneles solares que sean autosuficientes sin la necesidad de usar la red eléctrica convencional como una unidad independiente de generación y almacenamiento de energía renovable. Se adopta esta estrategia debido a su clima tropical húmedo de la ciudad de puyo la cual responde a estos sistemas, se usará los paneles solares monocristalinos para aprovechar mejor la radiación solar indirecta cuando esté nublado. La alternancia entre días de alta radiación y períodos neutros permiten un ciclo de carga constante.

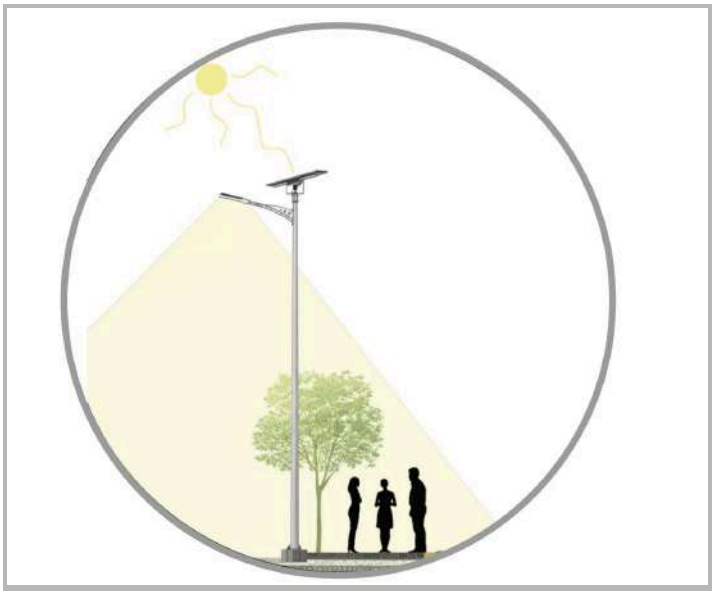


Figura 36: Esquema conceptual de infraestructura urbana autosustentable mediante luminaria con sistema fotovoltaico integrado.

Con el fin de complementar la caracterización del área de estudio, a continuación se presentan las láminas de diagnóstico urbano correspondientes al tramo de intervención de la Avenida Ceslao Marín. Estas láminas sintetizan gráficamente el análisis realizado, permitiendo identificar las condiciones actuales del espacio público en relación con la configuración vial, el estado de las aceras y calzada, la presencia de mobiliario urbano, vegetación, infraestructura de transporte público, así como las problemáticas asociadas al drenaje superficial y al uso cotidiano del espacio por parte de los distintos usuarios.

Con base en el diagnóstico urbano realizado, a continuación se presenta una lámina síntesis que recoge las principales estrategias proyectuales planteadas para el tramo de intervención de la Avenida Ceslao Marín. Esta lámina permite visualizar de manera integral los criterios de diseño que orientan la propuesta, sirviendo como transición entre el análisis del estado actual y el desarrollo de la propuesta urbana.

Estrategias proyectuales

1 Reaprovechamiento de Espacio Residual Plaza

Plaza pública



Figura 27: Propuesta de reconversión proyectual de espacio residual en plaza pública multifuncional.

La propuesta transforma un área usada como estacionamiento en una plaza pública multifuncional, recuperando espacio para el peatón y generando un nodo de permanencia junto a la parada de bus. La intervención mejora el confort, la interacción social y el paisaje urbano mediante vegetación, mobiliario y pavimento permeable. Así, se revaloriza un espacio infrautilizado y se convierte en un punto activo de encuentro para la comunidad.

2 Mejora de la infraestructura y SUDS

Sistema de alcorque estructural con vegetación nativa

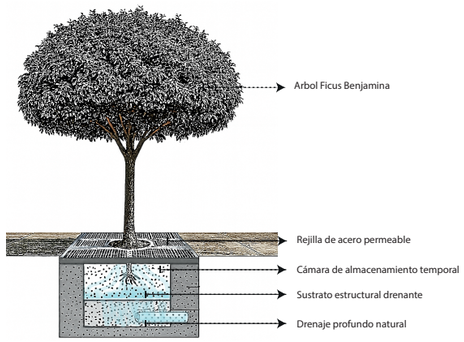


Figura 28: Esquema conceptual de sistema de alcorque estructural con vegetación nativa para infiltración pluvial.

Esta solución combina vegetación con sistemas estructurales de infiltración para mitigar encharcamientos, permitir la recarga del suelo y generar sombra en zonas de permanencia. El uso de especies nativas de copa ancha favorece el confort climático en el espacio público de Puyo.

Sistema de parterre inundable

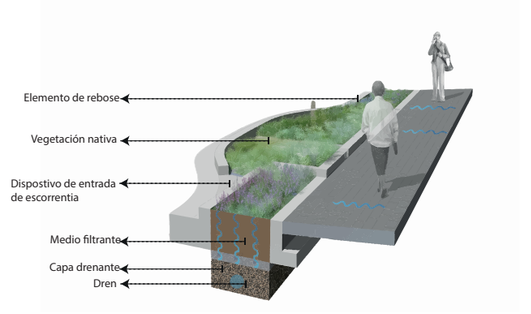


Figura 29: Esquema conceptual de sistema parterres inundables estructural con vegetación para infiltración pluvial. **Fuente:** Adaptado de Washington DC Department of Transportation (2014).

Los parterres inundables son zonas verdes deprimidas que permiten la infiltración y retención temporal del agua lluvia. Reducen la escorrentía, filtran contaminantes y mejoran la calidad del agua. Además, aportan confort térmico, biodiversidad y espacios verdes al entorno urbano. Su implementación mejora la gestión pluvial en ciudades con alta precipitación como Puyo.

Sistema de pavimento permeable para aceras

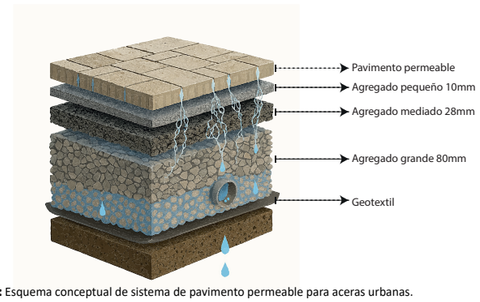


Figura 30: Esquema conceptual de sistema de pavimento permeable para aceras urbanas. **Fuente:** Adaptado de Washington DC Department of Transportation (2014).

El pavimento permeable implementado en las aceras forma parte de un sistema SUDS que permite la infiltración del agua lluvia, reduciendo escorrentías y encharcamientos. Esta solución mejora la accesibilidad, prolonga la vida útil del pavimento y responde a las condiciones climáticas de alta pluviosidad en Puyo, integrando sostenibilidad y eficiencia hídrica en la infraestructura urbana.

3 Infraestructura verde-azul

Fuentes secas



Figura 31: Esquema conceptual de fuentes secas .

Se integran fuentes secas como nodos de dinamismo y enfriamiento evaporativo para mejorar el microclima. El sistema de recirculación optimiza el recurso hídrico, mientras su diseño a nivel de piso garantiza la continuidad peatonal, seguridad y una experiencia sensorial interactiva sin barreras arquitectónicas.

4 Accesibilidad Universal

Sistema de pavimento podotáctil

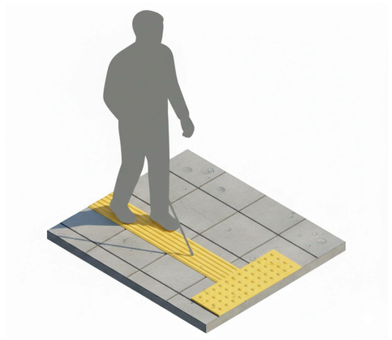


Figura 32: Sistema integral de movilidad inclusiva y diseño universal

Se propone el diseño de un tramo de la avenida bajo normativa NEC, jerarquizando al peatón mediante la ampliación de aceras. La estrategia integra rampas de pendiente reglamentaria, guías táctiles y señalética informativa. Este sistema asegura recorridos continuos, seguros y autónomos, garantizando el acceso universal en el proyecto.

5 Mobiliario Urbano

Mobiliario urbano con vegetación integrada



Figura 33: Esquema conceptual de mobiliario urbano modular con vegetación integrada.

Se implementa un sistema modular compuesto por bancas, macetas y una parada de bus para organizar el espacio público. El diseño permite integrar vegetación de forma selectiva en estancias, mientras que el equipamiento estructural optimiza las zonas de espera. Su configuración flexible y materiales duraderos promueven la interacción social y el confort del usuario

6 Eficiencia energética

Infraestructura Urbana Autosustentable



Figura 34: Esquema conceptual de infraestructura urbana autosustentable mediante luminaria con sistema fotovoltaico integrado.

Esta estrategia implementa luminarias autónomas con paneles fotovoltaicos monocristalinos para garantizar la iluminación del espacio público sin depender de la red eléctrica convencional. Cada poste funciona como una unidad independiente de generación y almacenamiento, optimizando el área disponible y reduciendo costos de mantenimiento e impacto ambiental.

3.4. Enfoque de sostenibilidad del proyecto

3.4.1 Alcorques inundables

Los alcorques inundables actúan como un sistema que incorpora la gestión pluvial, estos sistemas corresponden a un sistema estructural que regula la infiltración del agua lluvia, El agua superficial proveniente de pavimentos y calzadas es conducida hacia las áreas de implantación de los árboles mediante suaves y aberturas controladas, el agua superficial es dirigida hacia los alcorques, donde se almacena de forma temporal antes de atravesar un proceso de depuración compuesto por un sustrato permeable y capas filtrantes. Este tipo de sistema funciona de la siguiente manera, toda el agua pluvial que se drena dentro de estos Alcorques se infiltran a través de sustratos drenando de manera controlada hacia el suelo, en casos de lluvias torrenciales y este se llene, pues no pasará porque este tiene un sistema para evacuar el agua en caso de que esté a una altura considerable de sobrellenado, el cual se evacua a través de estos rebosaderos directamente hasta el alcantarillado.

De acuerdo con la NTE INEN 2314, en el numeral 5.4.11 Vegetación urbana, los elementos vegetales en el entorno urbano deben contribuir a la mejora ambiental sin afectar la circulación peatonal o vehicular. La norma establece que las ramas de árboles no deben invadir las vías con una altura libre mínima de 2,40 metros y que las raíces no deben generar desniveles ni riesgos para los usuarios o la infraestructura. Asimismo, recomienda elegir especies que minimicen estos riesgos y evitar aquellas que produzcan sustancias tóxicas, espinas o exceso de caída de material que pueda volver resbaladizo el pavimento. En este proyecto, se plantea la plantación de árboles de la especie Eugenia myrtifolia con una altura máxima controlada de 4 metros, distribuidos en alcorques separados entre 12 y 14 metros. Para asegurar la accesibilidad y seguridad en la franja peatonal, los árboles serán sometidos a podas periódicas que mantendrán la altura y forma adecuadas, garantizando la altura libre requerida y minimizando interferencias con la infraestructura urbana, conforme a las recomendaciones normativas.Además, siguiendo los criterios establecidos en el PUGS y PDOT(2022), se prioriza el uso de especies nativas como estrategia de desarrollo

urbano sostenible, promoviendo la conservación, manejo e incremento del arbolado urbano cada uno proyecta una sombra directa de aproximadamente 3 m de diámetro, ampliándose con la posición baja del sol, mejorando la calidad del aire, el microclima, la estética, la biodiversidad, la gestión de inundaciones y el bienestar físico y mental de los habitantes, contribuyendo así al equilibrio ecológico y a la resiliencia frente al cambio climático.

3.4.2 Parterres inundables

Los parterres inundables se proyectan como Jardines verdes activas que cumplen una función hídrica a través de su sistema para recibir el agua lluvia directamente desde la calle ya que cuentan con aberturas directas hacia estos parterres, de forma que se infiltre naturalmente hacia el suelo a través de sustratos, en caso de que se llene en su totalidad, no sucederá esto debido a que su sistema implica un rebosadero para que se pueda evacuar directamente al alcantarillado de manera controlada. Más allá de su funcionalidad técnica, las jardineras inundables ofrecen importantes beneficios medioambientales y urbanísticos. La vegetación mejora el microclima circundante, reduce las temperaturas superficiales y disminuye el calor radiante reflejado por los pavimentos duros. Desde la perspectiva del usuario, estos elementos crean espacios visualmente agradables, refuerzan la relación entre la infraestructura y el paisaje y contribuyen a un entorno público más cómodo, resistente y equilibrado desde el punto de vista medioambiental.

Si bien el PDOT y PUGS (2022) priorizan el uso de especies nativas, la incorporación de Zebrina, Croton de jardín y Anturios en los parterres aporta importantes beneficios al espacio público de la Av. Ceslao Marín. Estas especies contribuyen a la regulación del microclima, retención de humedad y sombreado, mejorando el confort de los peatones. Su follaje y flores coloridas incrementan la atractividad visual y estética, favoreciendo la permanencia y disfrute del entorno urbano, mientras que su resistencia a la humedad y sombra parcial garantiza bajo mantenimiento y seguridad peatonal, cumpliendo con las recomendaciones normativas sobre vegetación urbana. De esta

manera, estas plantas apoyan un diseño urbano sostenible, funcional y socialmente agradable.

3.4.3 Tanque inundable

El tanque inundable se plantea como un sistema de captación, almacenamiento temporal y El tanque de inundación se propone como un sistema de recogida, almacenamiento temporal y regulación del agua de lluvia, diseñado exclusivamente para la escorrentía superficial de la calzada y la acera situadas sobre la sección de meta. Su función es aprovechar la pendiente longitudinal de la carretera para conducir de forma natural el agua de lluvia hacia el punto de recogida. No está conectado directamente a otros sistemas de drenaje sostenible de la ciudad implantados en el marco del proyecto .Desde la parte técnica, el agua lluvia se captará a través de rejillas ubicadas en los bordes de las aceras misma que funcionan a través de la gravedad esto debido a la topografía del tramo, estos sistemas contarán con filtros de protección para evitar la obstrucción ya sea por desechos o sedimentos.

La captación del agua a través de estas rejillas se dirigirán hasta estos tanques inundables que estarán debajo de la acera donde se mantendrán permanentemente, de esta manera se reduce la acumulación de escorrentía superficial durante eventos torrenciales de lluvias. En tales casos, el sistema descarga automáticamente el exceso de agua en un pozo pluvial, lo que garantiza un drenaje controlado y evita el riesgo de saturación o desbordamiento. Este mecanismo garantiza el funcionamiento del sistema incluso en caso de lluvias excepcionales, lo que proporciona seguridad hidráulica y resistencia al espacio público renovado. La descarga controlada de los tanques inundables se conectará al sistema de alcantarillado mixto existente únicamente cuando alcancen su nivel máximo de almacenamiento. Ver planta hidráulica para mayor detalle.

3.4.4 Fuente seca y vegetación vertical

Las fuentes secas y las plantaciones verticales forman un sistema medioambiental activo dentro del proyecto y cumplen funciones hidrológicas, microclimáticas y espaciales. Su diseño permite integrar el agua como elemento dinámico en el espacio público sin perturbar el tráfico peatonal ni crear charcos, lo que garantiza un uso seguro y flexible de la zona renovada. La fuente seca funciona mediante un sistema cerrado de circulación de agua que se alimenta desde un depósito subterráneo independiente. El agua proviene de la escorrentía superficial generada por la pendiente topográfica natural y del agua de lluvia de la calzada superior, que se conduce al tanque de almacenamiento a través de la pendiente y los canales de drenaje superficial. Este sistema no está conectado directamente a otros SUDS del proyecto, sino que funciona como un subsistema autónomo destinado exclusivamente a abastecer la fuente. El agua almacenada en el depósito se bombea mediante bombas sumergibles al colector principal, desde donde se distribuye a las boquillas integradas en el nivel de la acera. Estas boquillas controlan y liberan chorros de agua que salen directamente del suelo, lo que garantiza que la acera permanezca totalmente transitable cuando el sistema está inactivo.

El agua vuelve al depósito a través de canales de drenaje circundantes, lo que cierra el ciclo del agua y reduce el consumo de agua potable. En caso de lluvias intensas, cuando el nivel de almacenamiento alcanza su capacidad máxima, el sistema cuenta con un conducto de descarga que conduce automáticamente el exceso de agua al pozo de mezcla. Esto evita que el depósito se sature y garantiza el funcionamiento seguro del sistema. La plantación vertical se integra como un elemento complementario que mejora el rendimiento medioambiental. Su ubicación reduce la luz solar directa sobre las superficies duras, mejora la temperatura percibida y crea un microclima más agradable para los usuarios. La interacción entre la evaporación de la fuente seca y las plantaciones favorece el enfriamiento natural del espacio, lo que anima a permanecer y utilizar la zona para el esparcimiento. Juntos, la fuente seca y la vegetación vertical constituyen una solución sostenible que aporta identidad a la ciudad, revitaliza el espacio público e integra la gestión eficiente del agua, el confort ambiental y la

activación social. Esto complementa de manera coherente la amplia funcionalidad del proyecto antes de los planos de diseño y los detalles de construcción.

La incorporación de Mandevilla laxa en los muros verticales aporta múltiples beneficios al espacio público. Esta especie genera muros verdes que mejoran la estética urbana, reducen la temperatura local, incrementan la biodiversidad y aportan sombra parcial, creando un entorno más agradable y confortable para los peatones. Su follaje y flores coloridas aumentan la atractividad visual, fomentando la permanencia y disfrute del espacio, mientras que su resistencia a la humedad y sombra parcial asegura bajo mantenimiento y seguridad peatonal, cumpliendo con las recomendaciones normativas sobre vegetación urbana (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza, 2022).

3.4.5 Mobiliario Urbano

El mobiliario urbano es fundamental para las diversas actividades y medioambientales dentro de estos espacios públicos, los cuales están diseñados para soportar cargas dinámicas, ya sea en condiciones ambientales adversas, lo que garantiza durabilidad a futuro ya que están hechas de polímeros reciclados de alta densidad y componentes metálicos reciclados, estos tipos de mobiliarios están estratégicamente situados para fomentar el estar del espacio público. Su diseño modular facilita la sustitución en caso de que se requiera en el futuro ya que todo puede pasar pese a las garantías de vida útil de este tipo de mobiliarios. Así mismo el uso de estos materiales reduce la huella de carbono asociada a la fabricación y el transporte de nuevos elementos, lo que contribuye a un modelo de economía circular.

En el presente diseño, las bancas se han ubicado estratégicamente entre los alcorques, cumpliendo con los criterios establecidos en las normas NTE INEN 2243 y 2314, con la finalidad de garantizar comodidad, accesibilidad y seguridad para los usuarios, así como optimizar el aprovechamiento del espacio público. Considerando que los alcorques tienen una separación de 12 a 14 metros, las bancas se colocan aproximadamente a mitad de esta distancia y a 0,6 metros del bordillo de la acera, permitiendo que los peatones puedan descansar sin interferir con la circulación y

manteniendo una relación armoniosa con la vegetación circundante. Adicionalmente, se incorpora un mobiliario de parada de buses que facilita el descanso y la permanencia confortable de los usuarios mientras esperan el transporte público. Esta disposición asegura que todo el mobiliario urbano funcione de manera ergonómica, segura, estéticamente integrada y generando sombra parcial sobre las zonas de descanso, mejorando el confort térmico y la experiencia de los peatones.

3.4.6 Eficiencia Energética

La eficiencia energética del proyecto se basa en un modelo operativo autónomo y descentralizado que se consigue mediante la implementación de un sistema fotovoltaico de alto rendimiento. Técnicamente, se basa en la captación de la radiación solar a través de módulos monocristalinos, que transforman la energía luminosa en energía eléctrica y la almacenan en baterías de litio de alta densidad. Este proceso está controlado por una unidad de control inteligente con tecnología MPPT (Maximum Power Point Tracking), que garantiza la máxima potencia incluso en condiciones de baja radiación solar. De este modo, los espacios públicos pueden funcionar independientemente de la red eléctrica convencional, lo que se traduce en cero emisiones. El sistema de iluminación utiliza tecnología LED de estado sólido con una eficiencia superior a 160 lm/W, optimizada con ópticas de precisión que concentran el flujo luminoso únicamente en la superficie de trabajo, lo que elimina la dispersión hemisférica ascendente y la contaminación lumínica.

La separación de los postes de alumbrado de 25–28 m se justifica conforme a la norma internacional CIE 115: 'Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic', que establece que la distancia entre postes debe ser aproximadamente 2,5 veces la altura del mismo para vías urbanas. Dado que los postes del proyecto tienen una altura de 10 m, la separación seleccionada garantiza una distribución uniforme de la iluminación, cumpliendo con los criterios de seguridad, confort visual y eficiencia energética.

3.5. Dibujos arquitectónicos

3.5.1 Planimetría de la propuesta de diseño

3.5.2 Planimetría hidraúlica

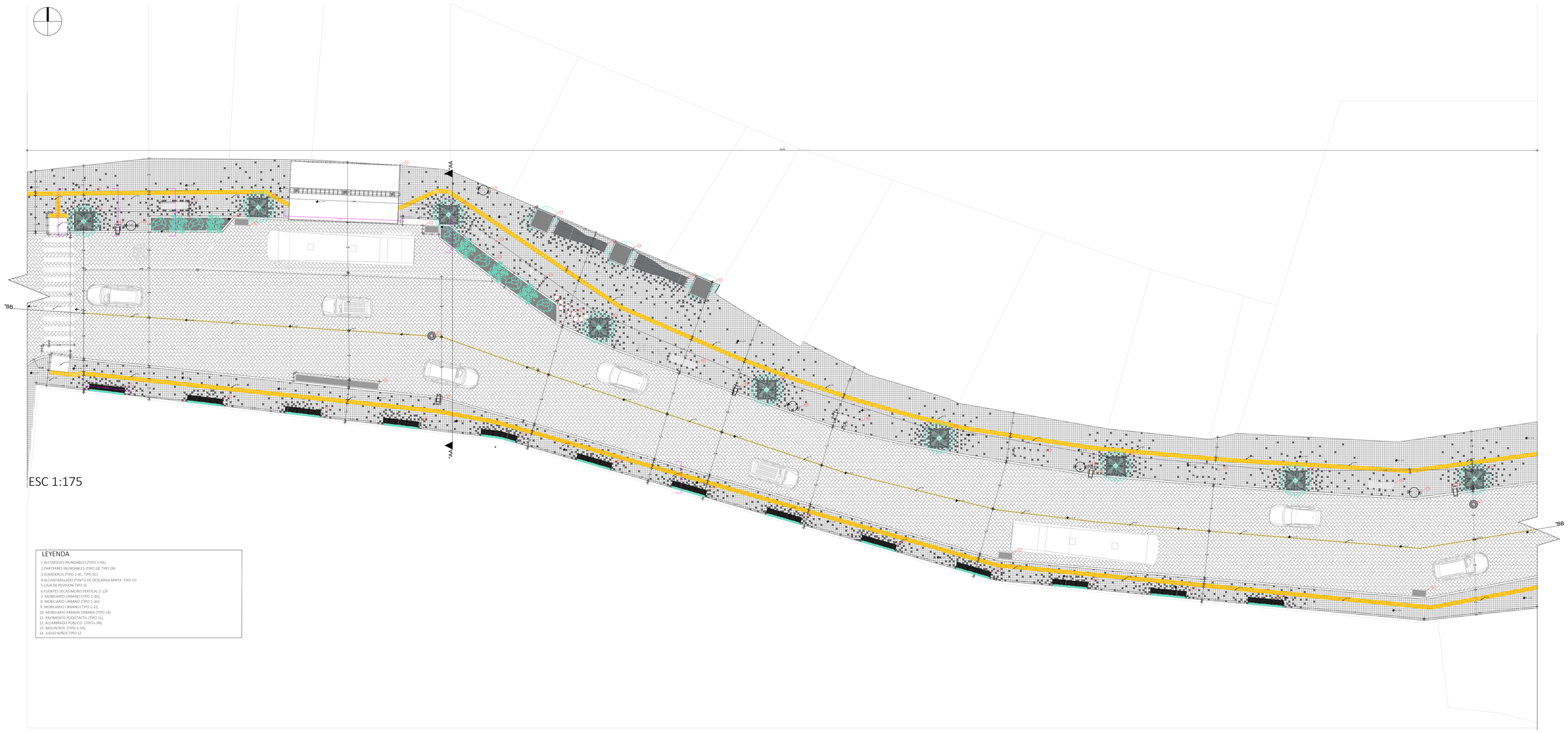
3.5.3 Cortes longitudinales y transversales

3.5.4 Detalles constructivos SUDS y gestión hídrica

3.5.5 Planos de mobiliario y equipamiento

Los planos arquitectónicos del diseño se presentan a continuación como parte del desarrollo técnico del proyecto y comprenden la planimetría general, la planimetría hidráulica, los cortes longitudinales y secciones transversales, los detalles constructivos vinculados a los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), así como los planos de mobiliario y equipamiento. Finalmente, se incorpora una lámina síntesis que integra de manera gráfica y unificada todos estos componentes, permitiendo una comprensión global de la propuesta.

PLANTA GENERAL DE DISEÑO

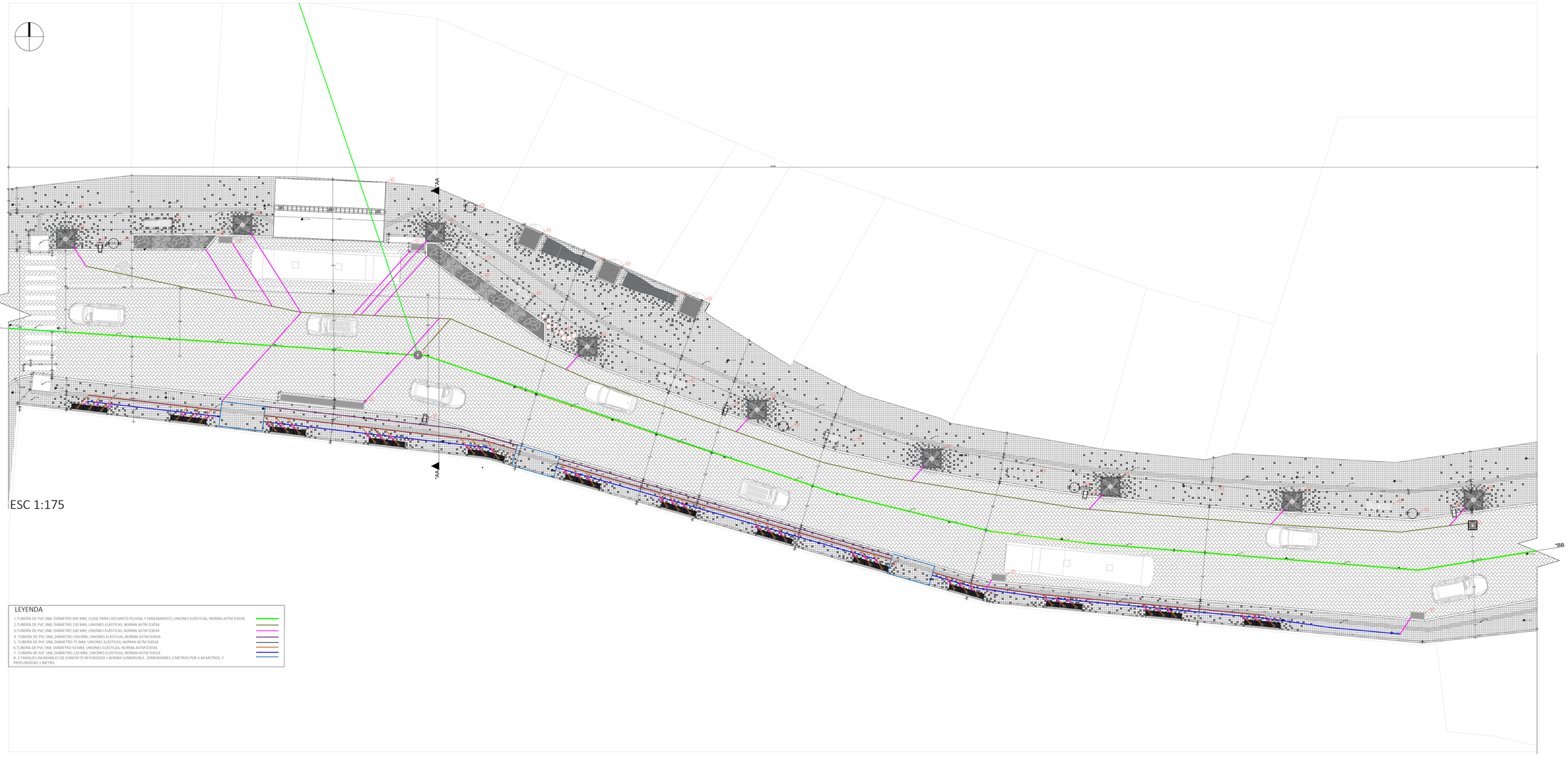


ESC 1:175

LEYENDA

1.ALCORQUES INUNDABLES (TIPO 1-9A)
2.PARTERRES INUNDABLES (TIPO 1B, TIPO 2B)
3.SUMIDEROS (TIPO 1-4C, TIPO 5C)
4.ALCANTARILLADO PUNTO DE DESCARGA MIXTA TIPO 1D
5.CAJA DE REVISION TIPO 1E
6.FUENTES SECAS-MURO VERTICAL 1-13F
7. MOBILIARIO URBANO (TIPO 1-9G)
8. MOBILIARIO URBANO (TIPO 1-3H)
9. MOBILIARIO URBANO (TIPO 1-2I)
10. MOBILIARIO PARADA URBANA (TIPO 1K)
11. PAVIMENTO PODOTACTIL (TIPO 1L)
12. ALUMINADO PUBLICO (TIPO1-5N)
13. BAGUIEROS (TIPO 1-5R)
14. JUEGO NIÑOS TIPO 1Z

PLANTA HIDRAULICA

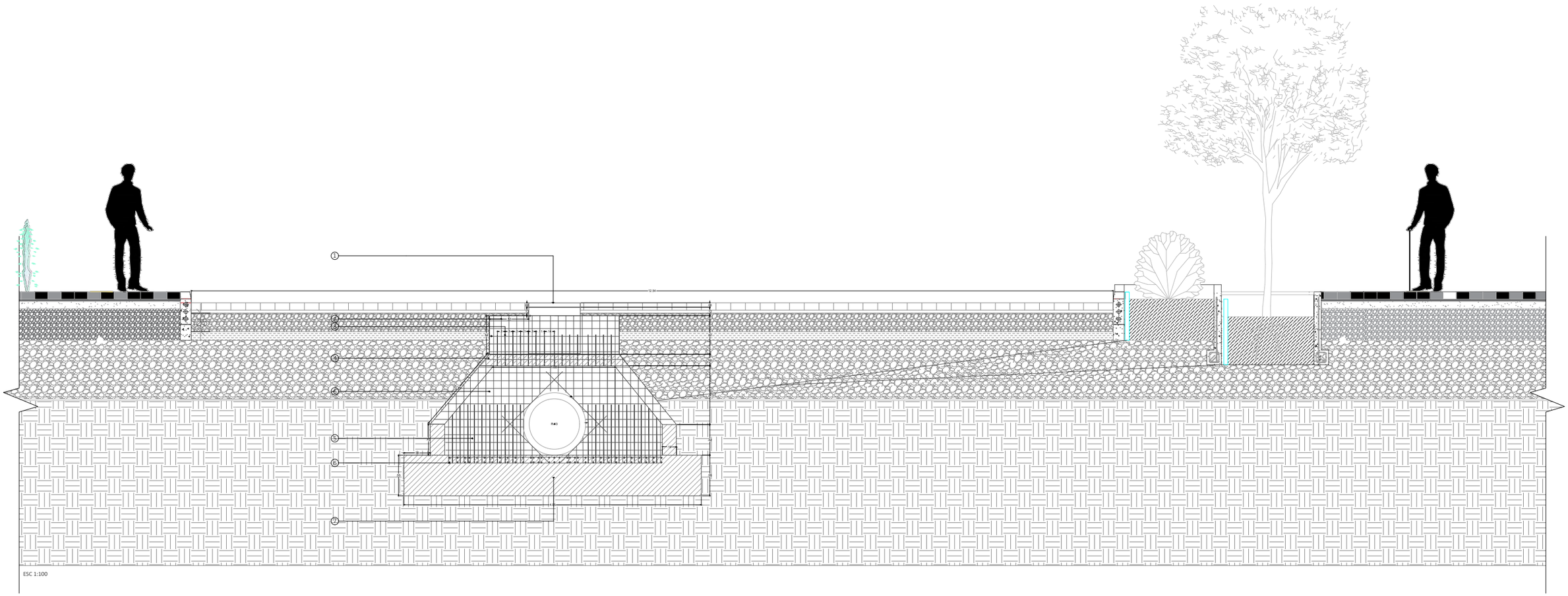


ESC 1:175

LEYENDA

1.TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 400 MM, CLASE PARA USO MIXTO PLUVIAL Y SANEAMIENTO, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
2.TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 150 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
3.TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 100 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
4. TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 250 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
5. TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 75 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
6.TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 50 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
7. TUBERÍA DE PVC SNB, DIÁMETRO 120 MM, UNIONES ELÁSTICAS, NORMA ASTM D3034.
8. 3 TANQUES RUNOABLES DE CONCRETO REFORZADO + BOMBA SUMERGIBLE , DIMENSIONES 2 METROS POR 3.40 METROS, Y PROFUNDIDAD 1 METRO.

CORTE A´-A´

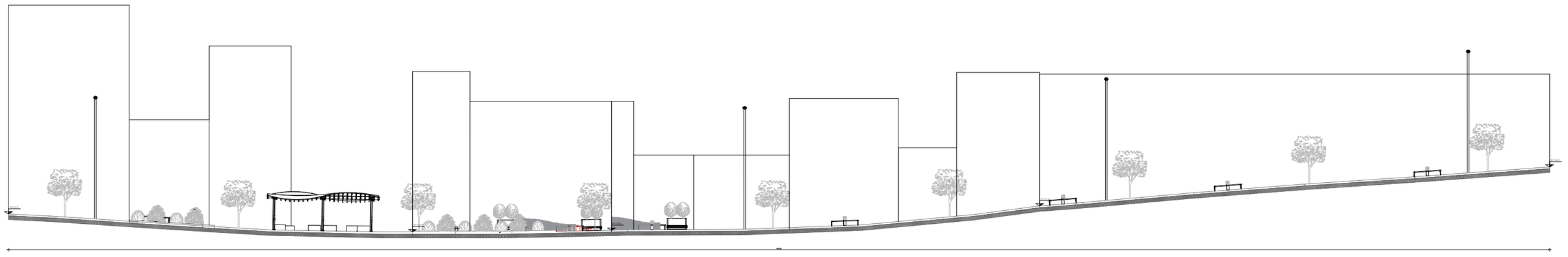


LEYENDA

1.TAPA DE ALCANTARILLA DE ACERO AL CARBONO ASTM A36, ESPESOR MÍNIMO 6 MM, CON TRATAMIENTO ANTICORROSIVO Y CAPACIDAD DE CARGA SEGÚN TRÁNSITO PEATONAL O VEHICULAR.

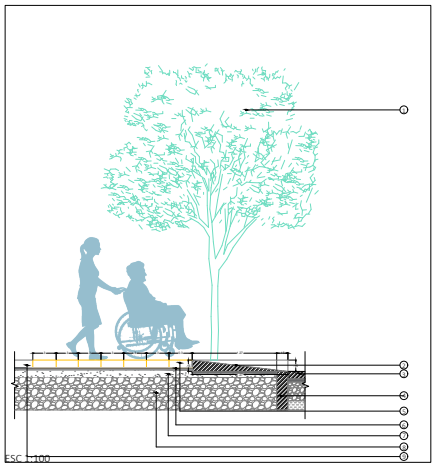
2 VARILLA DE Ø 12 MM c/0.20
3.REFUERZO Ø 16 MM c/0.20
4.VARILLA DE Ø 10mm c/0.20
5.VIGA VB
6 VARILLA DE Ø 12mm c/0.20
7.VIGA VA

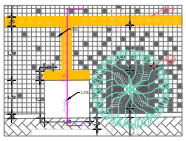
CORTE B´- B´



SECCIONES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

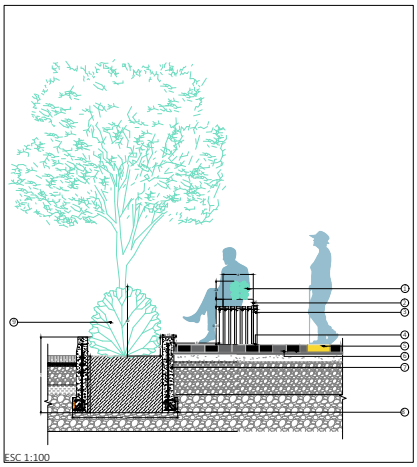
SECCIÓN S-1

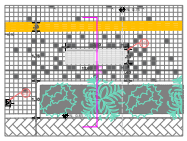


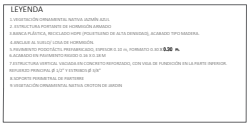




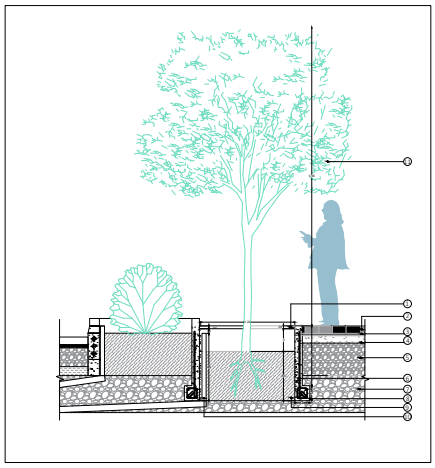
SECCIÓN S-3

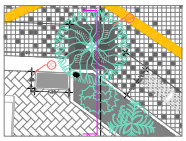


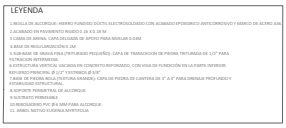




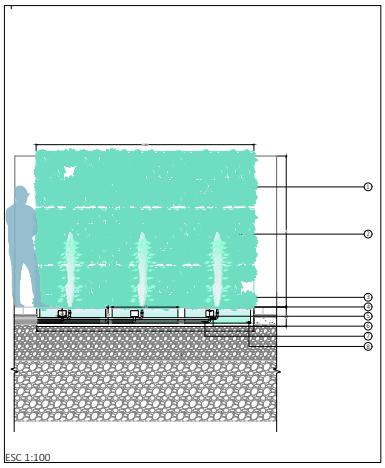
SECCIÓN S-5

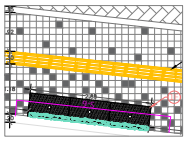






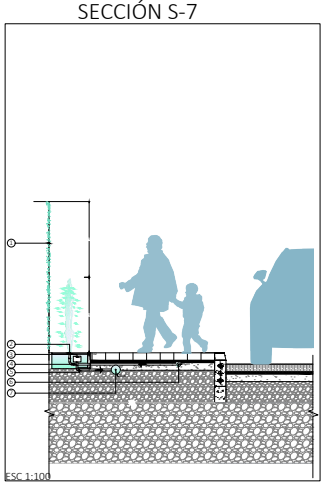
SECCIÓN S-6

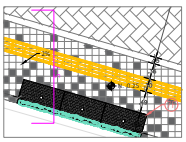






SECCIÓN S-7

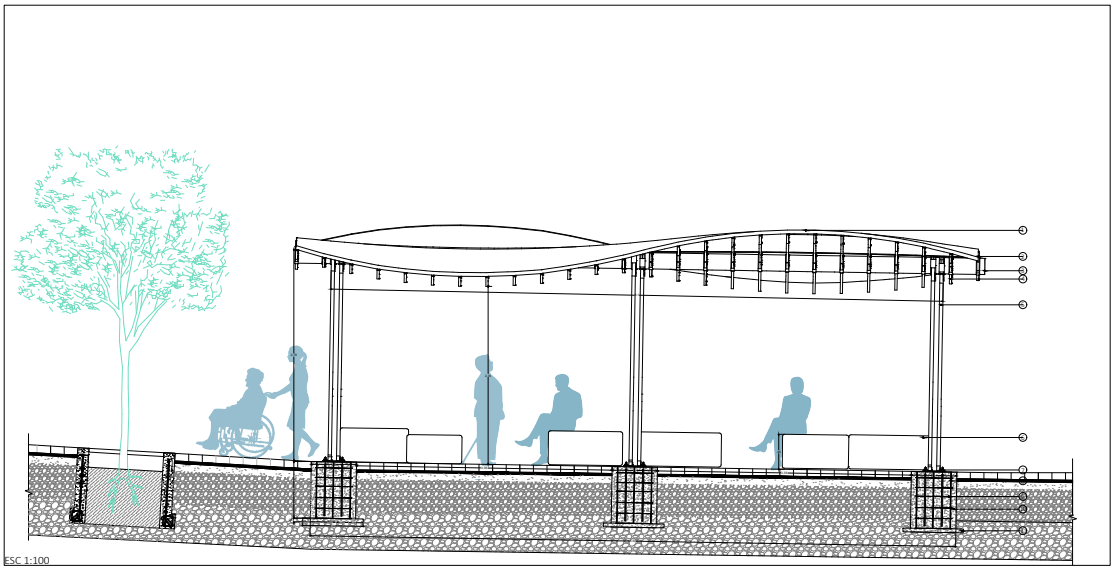


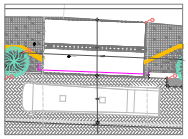




SECCIONES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

SECCIÓN S-4

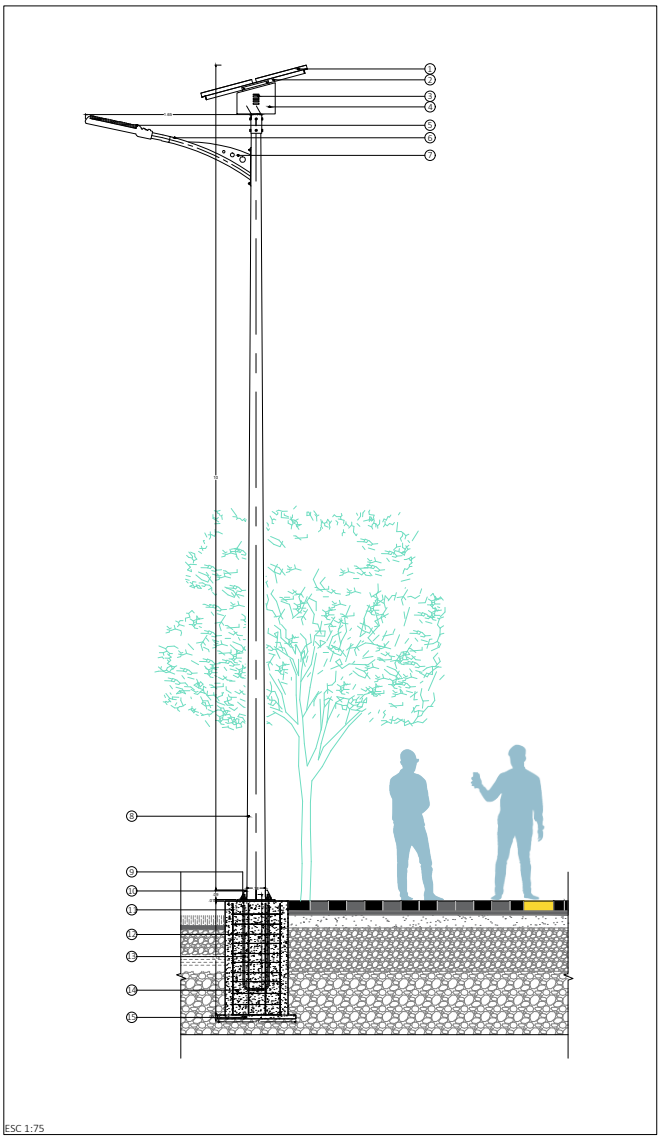


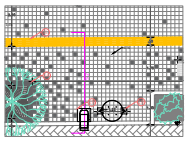


LEYENDA

1.CUBIERTA DE POLICARBONATO 10 MM
2.CONEXIÓN MEDIANTE ABRAZADERAS ENTRE LAS COSTILLAS SECUNDARIAS DE SECCIÓN VARIABLE Y TUBO ESTRUCTURAL CIRCULAR DE ACERO ASTM A36.
3.TUBO ESTRUCTURAL CIRCULAR DE ACERO ASTM A36, Ø 20 CM, GALVANIZADO EN CALIENTE
4.COSTILLAS SECUNDARIAS DE SECCIÓN VARIABLE FABRICADAS EN PLACA DE ACERO A-36 Y CONEXIÓN MEDIANTE ABRAZADERAS DE ACERO 1/4"
5.SOPORTE ESTRUCTURAL (COSTILLA) DE ACERO A36 DE SECCIÓN VARIABLE CON PERFORACIONES DE ALIGERAMIENTO
6.MOBILIARIO URBANO DE HORMIGÓN POLÍMERO CON ACABADO EN PINTURA POLIURETÁNICA DE ALTA RESISTENCIA.
7.ANCLAJE - PERNO TIPO "J" ASTM A325 Ø 19 mm (3/4") EMPOTRADO EN DADO DE CONCRETO.
8.ARMADO PRINCIPAL CON VARILLA Ø 3/8
9.ESTRIBOS (ANILLOS) Ø 1/4"
10.DADO DE CONCRETO ARMADO F'C = 210 KG/CM2
11.PLANTILLA DE CONCRETO POBRE

SECCIÓN S-2





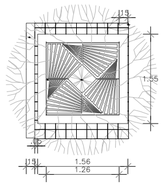
LEYENDA

1.PANEL SOLAR MODULO FOTOVOLTAICO MONOCRISTALINO DE ALTA EFICIENCIA CON MARCO DE ALUMINIO ANODIZADO Y PROTECCION CONTRA INTEMPERIE
2.SOPORTE ESTRUCTURAL DE RACK METALICO EN ACERO GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE CON TORNILLERIA DE ACERO INOXIDABLE
3.BATERIA UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA DE LITIO FERROFOSFATO (LIFEPO4) DE CICLO PROFUNDO PARA USO EN EXTERIORES
4.GABINETE CELDA DE RESGUARDO PORTA-EQUIPOS CON SELLO DE ESTANQUEIDAD GRADO IP65 Y REJILLAS DE VENTILACION LATERAL
5.LUMINARIA LED LAMPARA DE ALUMBRADO PUBLICO CON CARCASA DE ALUMINIO INYECTADO Y GRADO DE PROTECCION IP66
6.BRAZO PESCANTE ESTRUCTURAL DE ACERO CON RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO Y SISTEMA DE FIJACION RESISTENTE PARA VIENTOS DE ALTA RESISTENCIA
7.CARTELA DE REFUERZO PLACA DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 CON ACABADO GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE
8.POSTE COLUMNA DE ACERO CIRCULAR O CONICA ASTM A-500 GRADO B CON ACABADO GALVANIZADO EN CALIENTE Y PINTURA ANTICORROSIVA
9.PERNOS DE ANCLAJE BARRAS ROSCADAS DE ACERO GALVANIZADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA PARA FIJACION ESTRUCTURAL
10.CARTELA DE REFUERZO PLACA TRIANGULAR DE ACERO ASTM A-36 SOLDADA PARA RIGIDIZAR LA UNION ENTRE EL POSTE Y LA PLACA BASE
11. ARMADO PRINCIPAL CON VARILLA Ø 3/8
12. ESTRIBOS (ANILLOS) Ø 1/4"
13. ANCLAJE TIPO J PERNOS DE CIMENTACION CON DOBLEZ A 90 GRADOS PARA ANCLARSE AL ACERO DENTRO DEL CONCRETO
14. DADO DE CIMENTACION BLOQUE DE HORMIGON SIMPLE O ARMADO CON RESISTENCIA F'C=210 KG/CM2 PARA TRANSMISION DE CARGAS AL SUELO
15. SOLADO E BASE CAMA DE CONCRETO POBRE PARA NIVELACION Y PROTECCION DEL ACERO DE REFUERZO CONTRA LA HUMEDAD DEL SUELO

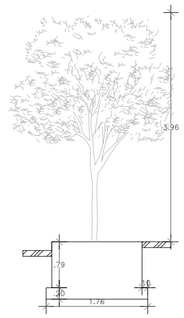
PLANOS DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE (SUDS) Y MOBILIARIO URBANO

ALCORQUE INUNDABLE TIPO (1-9A)

PLANTA



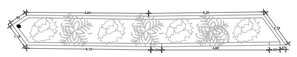
ALZADO LATERAL



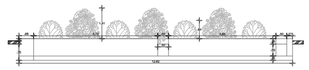
ESC 1:100

PARTERRE INUNDABLE TIPO 1 B

PLANTA



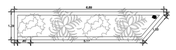
ALZADO FRONTAL



ESC 1:50

PARTERRE INUNDABLE TIPO 2 B

PLANTA



PLANTA

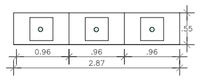
ALZADO FRONTAL



ESC 1:50

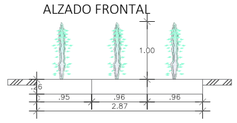
FUENTE SECA TIPO (1-13F)

PLANTA

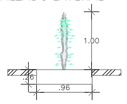


ESC 1:75

ALZADO FRONTAL

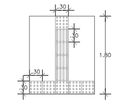


ALZADO LATERAL



PAVIMENTO PODOTÁCTIL TIPO 1 L

PLANTA



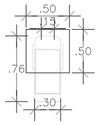
ESC 1:100

ALZADO LATERAL

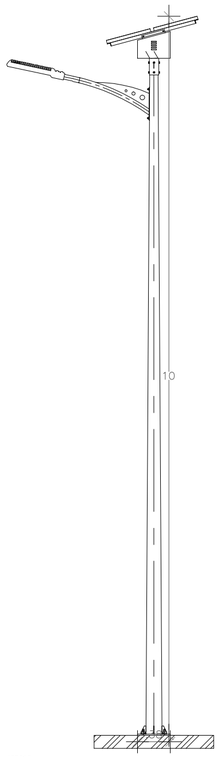


ALUMBRADO PÚBLICO TIPO (1-5N)

PLANTA



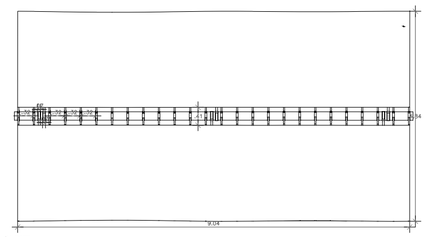
ALZADO LATERAL



ESC 1:50

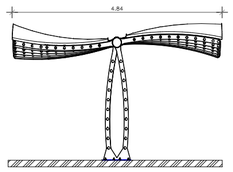
MOBILIARIO PARADA URBANA TIPO 1K

PLANTA



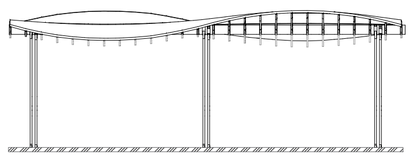
ESC 1:100

ALZADO LATERAL



ESC 1:100

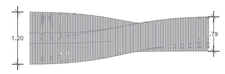
ALZADO FRONTAL



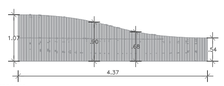
ESC 1:100

MOBILIARIO URBANO TIPO (1-2J)

PLANTA



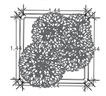
ALZADO FRONTAL



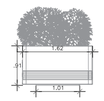
ESC 1:100

MOBILIARIO URBANO TIPO (1-3H)

PLANTA



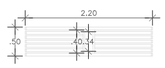
ALZADO FRONTAL



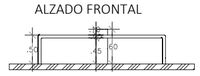
ESC 1:100

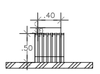
MOBILIARIO URBANO TIPO (1-9G)

PLANTA



ALZADO FRONTAL

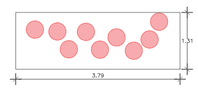




ESC 1:75

MOBILIARIO JUEGO NIÑOS

PLANTA



ALZADO FRONTAL



ESC 1:100

DISEÑO DEL ESPACIO PÚBLICO EN UN TRAMO DE LA AV. CESLAO MARÍN-PUYO

DESCRIPCIÓN

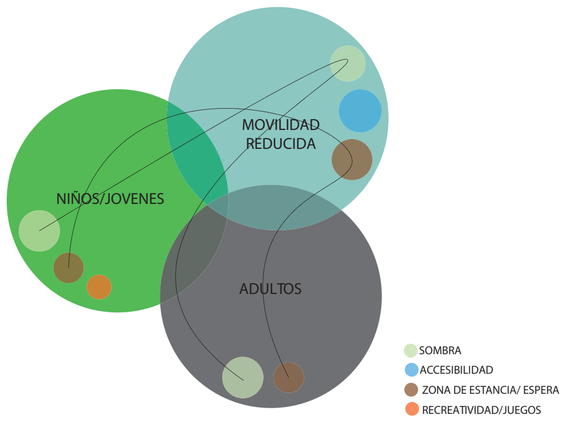
La propuesta de diseño urbano se desarrolla en un tramo de la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo, con el objetivo de cualificar el espacio público desde una visión peatonal, considerando las condiciones climáticas de la Amazonía ecuatoriana. La intervención plantea una reorganización integral del perfil vial, incorporando criterios de accesibilidad universal, confort ambiental y sostenibilidad urbana.

El proyecto transforma la avenida en un espacio público funcional, seguro e inclusivo, que deja de ser únicamente un eje de circulación para convertirse en un lugar de estancia, encuentro y uso cotidiano. Se integran áreas de descanso, una parada de bus adaptada al entorno, mobiliario urbano y espacios verdes que fortalecen la relación entre el peatón y el espacio construido.

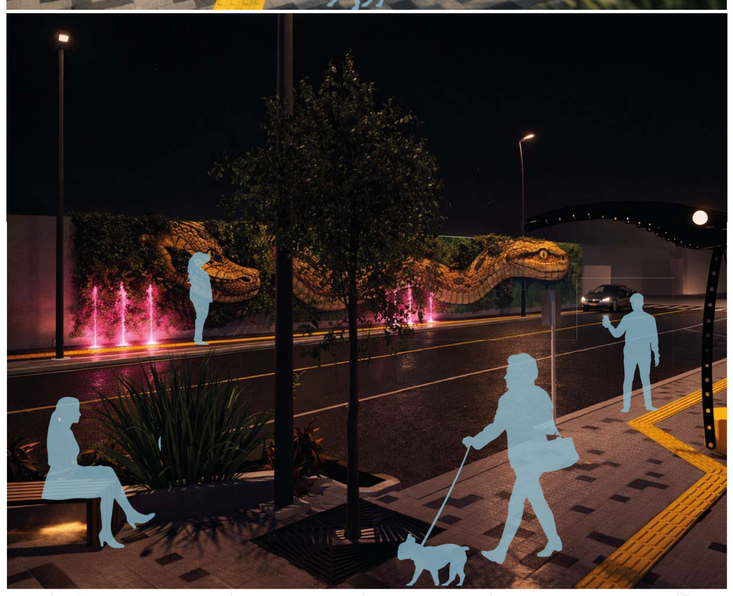
Un eje fundamental de la propuesta es la incorporación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), como alcorques, parterres y pavimentos permeables, que permiten gestionar la escorrentía pluvial, mejorar la infiltración y mitigar los efectos de las lluvias intensas características de Puyo, aportando además al confort térmico y la calidad ambiental.

De manera integral, la propuesta busca consolidar un modelo de espacio público adaptable y replicable a lo largo de la avenida Ceslao Marín, mejorando la experiencia urbana y contribuyendo

PROGRAMA

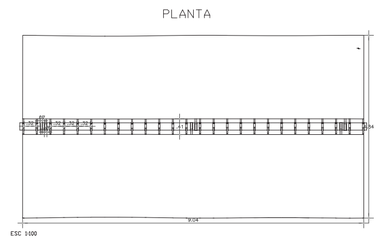




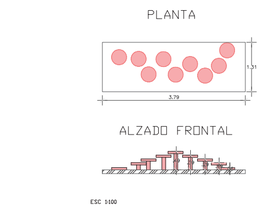


PLANOS DE MOBILIARIO Y SUDS

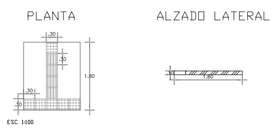
MOBILIARIO PARADA URBANA TIPO 1K



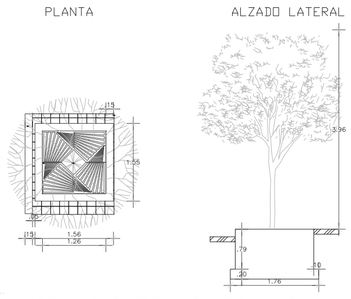
MOBILIARIO JUEGO NIÑOS



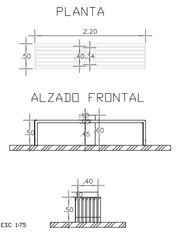
PAVIMENTO PODOTÁCTIL TIPO 1 L



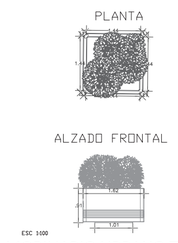
ALCORQUE INUNDABLE TIPO (1-9A)



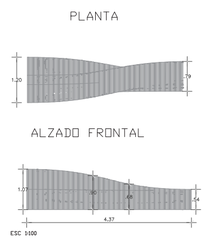
MOBILIARIO URBANO TIPO (1-9G)



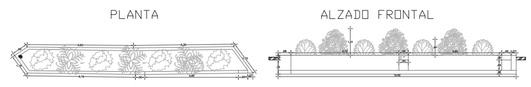
MOBILIARIO URBANO TIPO (1-3H)



MOBILIARIO URBANO TIPO (1-2J)



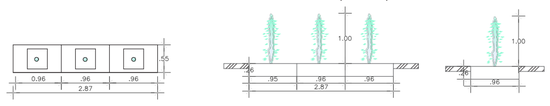
PARTERRE INUNDABLE TIPO 1 B



PARTERRE INUNDABLE TIPO 2 B

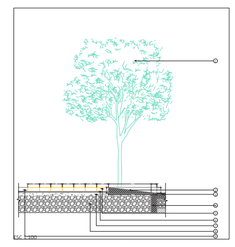


FUENTE SECA TIPO (1-13F)

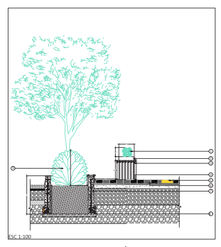


SECCIONES-DETALLES CONSTRUCTIVOS

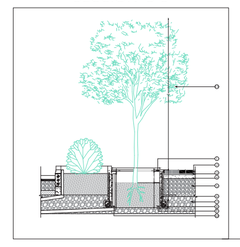
SECCIÓN S-1



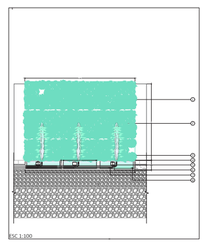
SECCIÓN S-3



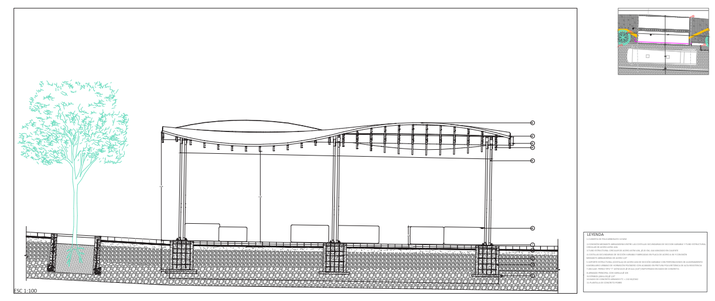
SECCIÓN S-5



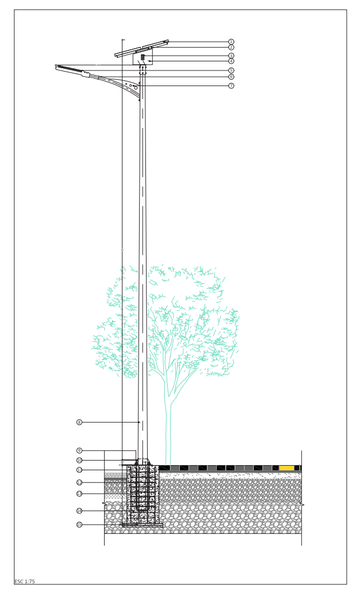
SECCIÓN S-6



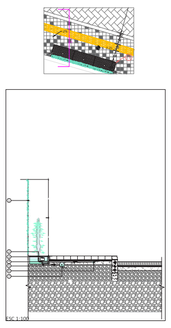
SECCIÓN S-4



SECCIÓN S-2



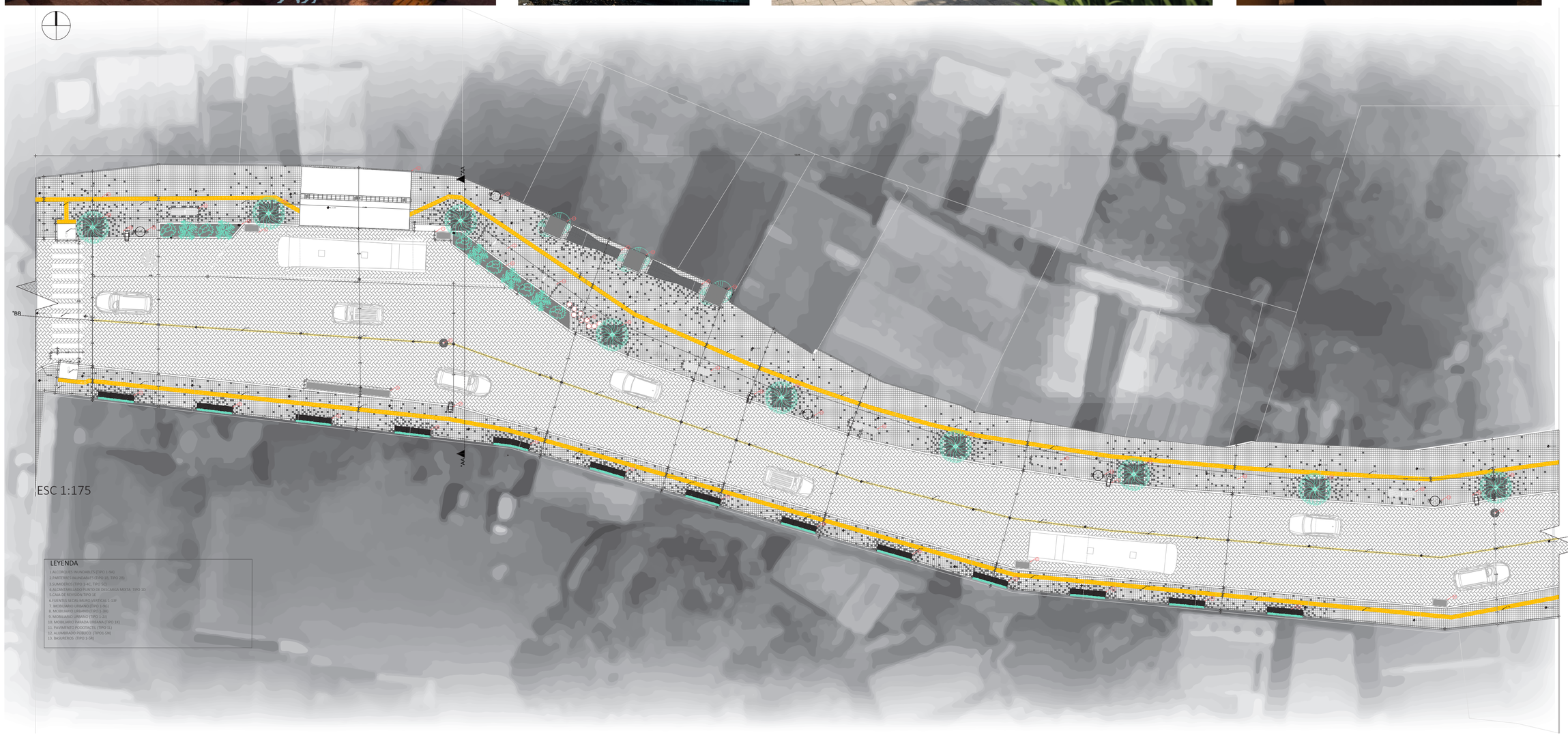
SECCIÓN S-7











3.6. Imágenes/ Visualizaciones 3D.



Figura 37: Interacción social y espera en el parada de bus.



Figura 38: Dinámica peatonal y accesibilidad en el espacio público.



Figura 39: Visualización de espacio lúdico: fuente seca y jardín vertical.



Figura 40: Visualización del proyecto: Tratamiento lumínico y señalética táctil en horario nocturno.



Figura 41: Atmósfera nocturna: Interacción de luz, agua y vegetación bajo condiciones de lluvia.



Figura 42: El arte como elemento de identidad en el recorrido peatonal.

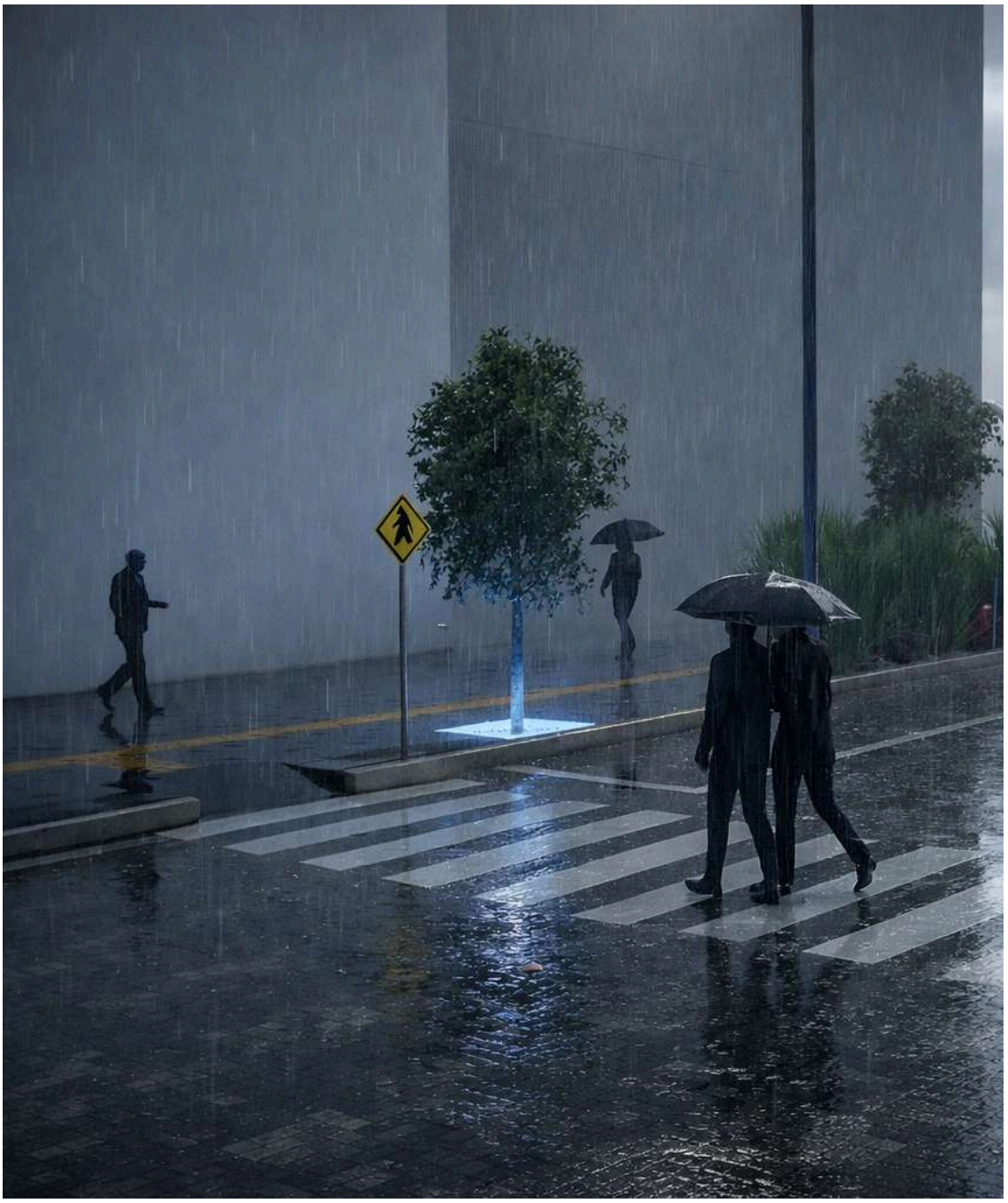


Figura 43: Perspectiva de intersección: Cruce peatonal.



Figura 44: Integración de mobiliario, iluminación y flujos peatonales.



Figura 45: Perspectiva rítmica de fuentes secas e iluminación cromática.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIÓN

4.1 Conclusiones, recomendaciones y aportes a la sostenibilidad

El estudio realizado en el tramo de intervención de la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo, concluyó en la subutilización del espacio público donde se evidencio la falta de superficie de las aceras, pendientes y gradas deficientes en el diseño urbano para su correcto recorrido, mismas que están relacionadas con problemas de drenaje de aguas pluviales, falta de equipamiento urbano, falta de sombra, confort térmico y calidad espacial, y las restricciones en la accesibilidad universal. Estas condiciones afectan directamente a la calidad del espacio urbano para los usuarios, especialmente durante las lluvias que caracterizan a la región amazónica, por lo que no existe permanencia y uso adecuado de este espacio ya que lo utilizan solo de paso. El análisis urbano que se realizó a través de la observación de las dinámicas de uso ha demostrado que la falta de una infraestructura idónea obliga a los peatones a adoptar prácticas informales de protección durante las lluvias, como permanecer en las aceras de los negocios, lo que afirma que la calidad del espacio público influye directamente con la experiencia urbana y en el ejercicio del derecho a la ciudad, tal y como sostiene Lefebvre (1974). Además, se comprobó que los grupos más afectados son los niños y los jóvenes que utilizan este tramo durante el horario escolar, lo que destaca la necesidad de dar prioridad a los peatones en el diseño de las aceras y los espacios públicos.

El estudio hidrológico, realizado con el modelo SCS-CN y la simulación HEC-HMS, permitió comprobar que el sistema de alcantarillado existente tiene una capacidad limitada para hacer frente a las precipitaciones, lo que da lugar a la acumulación de aguas superficiales y a la creación de conflictos entre peatones y vehículos. Estos resultados justifican la incorporación de sistemas de drenaje sostenible en zonas urbanas como estrategia eficaz para la gestión integrada de las aguas pluviales, ya que permiten reducir la escorrentía superficial, la promoción de la infiltración y la mejora del rendimiento hidráulico de la zona intervenida (Fletcher et al., 2015).

La propuesta de diseño muestra que la integración de alcorques inundables, suelos permeables, parterres inundables y tanques de almacenamiento temporal no solo mejora el comportamiento hidrológico de espacios públicos, sino que también contribuye al confort térmico, la calidad paisajística y la seguridad urbana. La integración de la vegetación y las soluciones basadas en la naturaleza permite regular la temperatura, mejora las condiciones ambientales y refuerza la identidad del entorno, de acuerdo con los principios de la infraestructura verde y la adaptación climática urbana (EPA, 2015). Por último, la aplicación de criterios de accesibilidad universal, combinada con la integración de mobiliario urbano y sistemas de iluminación LED alimentados con energía solar, consolida un espacio público más inclusivo, seguro y funcional. En general, las investigaciones confirman que el diseño integral del espacio público, cuando combina criterios urbanos, hidrológicos y sociales, es una herramienta fundamental para construir ciudades más resilientes, sostenibles y orientadas a las personas en la Amazonía, de acuerdo con los enfoques de Gehl (2010).

Si el proyecto desarrollado se replicara en otros tramos de la Avenida Ceslao Marín, existirían elementos invariantes y elementos que necesariamente deberían adaptarse según las condiciones físicas, funcionales y sociales de cada sector. Como elementos invariantes se mantienen los principios de diseño urbano que estructuran la propuesta, tales como la priorización del peatón frente al vehículo, la accesibilidad universal, el confort ambiental y la integración de estrategias de gestión sostenible del agua pluvial acordes al contexto amazónico. Asimismo, se conserva la concepción de la calle como espacio público multifuncional, orientado a la permanencia, la seguridad y la escala humana. Por el contrario, los elementos que deben modificarse obligatoriamente corresponden a las características específicas de cada tramo, incluyendo el perfil vial, la intensidad de los flujos peatonales y vehiculares, la presencia de equipamientos, las condiciones topográficas y los sistemas de drenaje existentes. De igual manera, la disposición del mobiliario urbano, las áreas de estancia y la vegetación deben ajustarse en función del uso y la dinámica particular de cada sector. En este sentido, el proyecto se concibe como una estrategia replicable y adaptable, y no como un modelo rígido.

Como recomendaciones derivadas del estudio, se sugiere abordar de manera integral la mejora del tramo intervenido, priorizando la experiencia y seguridad del peatón mediante la ampliación y nivelación de aceras, la corrección de pendientes y gradas, así como la aplicación de criterios de accesibilidad universal que garanticen la inclusión de todos los usuarios. Asimismo, se aconseja implementar soluciones de drenaje sostenible, tales como alcorques y parterres inundables, pavimentos permeables y tanques de almacenamiento temporal, con el fin de mitigar la escorrentía superficial y mejorar la gestión de aguas pluviales en el contexto amazónico. La incorporación de vegetación estratégica, preferentemente especies nativas adaptadas a inundaciones y condiciones climáticas locales, permitirá mejorar el confort térmico, generar sombra y fortalecer la identidad del espacio público. Complementariamente, se recomienda dotar el sector de mobiliario urbano funcional y seguro, áreas de estancia, iluminación LED alimentada con energía solar y señalética adecuada que contribuya a la orientación y bienestar de los usuarios.

Finalmente, para garantizar la sostenibilidad y replicabilidad del proyecto en otros tramos de la Avenida Ceslao Marín, se aconseja realizar diagnósticos específicos que consideren las características físicas, topográficas y sociales de cada sector, ajustando la disposición de la vegetación, mobiliario y equipamiento, así como las estrategias de gestión hídrica, de manera que se consolide un espacio público resiliente, inclusivo y de alta calidad urbana.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACO Iberia y Sudamérica. (2022). *Stormbrixx: Tanques de tormenta fabricados en polipropileno*. ACO. https://www.aco.es/tanque-de-tormentas/stormbrixx

ArchDaily México. (2024). *La transformación urbana de Medellín: un caso de estudio*. ArchDaily México.https://www.archdaily.cl/cl/1015321/la-transformacion-urbana-de-medellin-un-caso-de-estudio

Ayuntamiento de Valencia, y Aguas de Murcia. (2023). *Guía básica de diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el Término Municipal de Murcia*. https://www.apirm.es/wp-content/uploads/2024/07/Guia-B%C3%A1sica-de-dise%C3%B1o-de-Sistemas-Urbanos-de-Drenaje-Sostenible-del-municipio-de-Murcia.pdf

Campos Veliz, J. (2022, 10 24). *Regeneración Urbana Sostenible del barrio del Crèmor en Castellón.* [Tesis de máster, Universitat Jaume]. http://hdl.handle.net/10234/200893

Cherrez, K., Larco, M., y Llulluna, F. (2021). Patrones de comportamiento peatonal en relación a la calidad del espacio público en el borde del Centro Histórico de Cuenca-Ecuador. *ConcienciaDigital*, *4*. 10.33262/. https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1553

Coloma, L. (2023). *Estrategias de Reverdecimiento para enfrentar la Pérdida de Verde Urbano en Puyo*. https://repositorio.puce.edu.ec/items/27d0070b-a29a-4e9d-936b-6052880a3258

CONEXUS. (n.d.). *Conexus T3_2 Factsheets Buenos Aires Pilot 03*. OPPLA. https://oppla.eu/sites/default/files/old_files/uploads/Conexus_T3_2_Factsheets_Buenos Aires_Pilot_03_A4_8pp_EN_LoResDRAFT.pdf

Cubides, E., y Santos, G. (2018). Control de escorrentías urbanas mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): Pozos/Zanjas de infiltración. *Entre Ciencia e Ingeniería*, *12*(24), 32-42. REVISTAS UPC. DOI: https://doi.org/10.31908/19098367.3813

Fuente García, L. d. l., Perales Momparler, S., Rico Cortés, M., Andrés-Doménech, I., y Marco Segura, J. (2021). *Guía básica para el diseño de sistemas urbanos de drenaje*

sostenible en la ciudad de València. Ajuntament de València. https://www.ciclointegraldelagua.com/files/normativa/Guia_Basica_para_el_Diseno_de_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_en_la_Ciudad_de_Valencia_V02.pdf

Gamez, M. J. (2022, May 24). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. Retrieved April 8, 2025, from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente* (1a ed ed.). Ediciones Infinito. https://caeau.com.ar/wp-content/uploads/2018/10/cities_for_people-_spanish_final_ss2.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza. (2022). *Plan De Desarrollo Y Ordenamiento TERRITORIAL DEL CANTÓN PASTAZA 2020-2030, Y EL PLAN DE USO Y GESTIÓN DE SUELO DEL CANTÓN PASTAZA*. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza. https://puyo.gob.ec/doc-anexo/pdot-2020-2030-pugs-2020-2032/

Gupta, A., Yadav, M., & Nayak, B. (2025). Una revisión sistemática de la literatura sobre espacios públicos abiertos inclusivos: estándares de accesibilidad y principios de diseño universal. *urban science*, *9*, 181. https://doi.org/10.3390/urbansci9060181

INEN. (2017). *Norma INEN 2314 – Accesibilidad de las Personas al Medio Físico. Elementos Urbanos*. RIADIS. https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2020/10/Norma_INEN_2314_Elemento_Urbanos.pdf

International Commission on Illumination. (2010). *Alumbrado de vías públicas para el tráfico de vehículos y peatones, 2ª Edición*. CIE Official Publications. https://cie.co.at/publications/lighting-roads-motor-and-pedestrian-traffic-2nd-edition?utm_source=

Laurenson, S., Bolan, N., Beecham, S., & Clark, I. (2013). El papel de los sistemas de biorretención en el tratamiento de aguas pluviales. In G. L. Laurenson (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 120, pp. 223-274). Donald L. Sparks. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407686-0.00004-X

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *NEC-HS-AU: Accesibilidad Universal*. https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/3.-NEC-HS-AU-Accesibilidad-Universal.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y Departamento Nacional de Planeación. (2022). *Guía metodológica para la formulación e implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible* [Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.]. https://minvivienda.gov.co/guias/guia-metodologica-para-la-formulacion-e-implementacion-de-sistemas-urbanos-de-drenaje-sostenible

MINVU. (2017). *La Dimensión humana en el espacio público: recomendaciones para el análisis y el diseño*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Gobierno de Chile. https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/La-dimension-humana.pdf

Moka Fountain. ((2025)). *Dry Deck Fountain*. MOKA FOUNTAIN. https://www.mokafountain.com/dry-deck-fountain-design-installation/

National Association of City Transportation Officials. (2013). *Urban Street Design Guide*. Island Press. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-534-2

New York City Department of Environmental Protection. (n.d.). *Green Infrastructure - DEP*. NYC.gov. Retrieved January 23, 2025, from https://www.nyc.gov/site/dep/water/green-infrastructure.page

NOMADSEASON. (n.d.). *Monthly climate in Puyo, Ecuador*. Nodmaseason. https://nomadseason.com/climate/ecuador/pastaza/puyo.html?utm_source=

ONU. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. NACIONES UNIDAS. https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (2020, December 10). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/

Perales, S. M., y Doménech, I. A. (2008). *Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: Una Alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia*. https://www.researchgate.net/publication/237213737_Los_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_Una_Alternativa_a_la_Gestion_del_Agua_de_Lluvia

Philadelphia Water Department. (n.d.). *Green City, Clean Waters*. Green City, Clean Waters. https://water.phila.gov/green-city/

UDEM. (2019, December 12). *Conoce la pirámide de la movilidad y su importancia*. UDEM. Retrieved March 2, 2026, from https://www.udem.edu.mx/es/institucional/noticia/conoce-la-piramide-de-la-movilidad-y-su-importancia

ANEXOS

ANEXO A

A. REGISTRO FOTOGRÁFICO GENERAL

Fotografías 18 de Agosto 2024



B. REGISTRO FOTOGRÁFICO GENERAL

Fotografías 15 de Mayo 2024



ANEXO B

Estudio hidrológico de escorrentía superficial en la cuenca urbana de la avenida Ceslao Marín, Puyo

Ing. Kevin Armando Castro

Puyo
2025

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar la respuesta hidrológica de una cuenca urbana ubicada en la avenida Ceslao Marín, en la ciudad de Puyo, ante eventos de precipitación de diferentes magnitudes. Para ello, se integró el método de Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) con el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y modelamiento hidrológico en el software HEC-HMS. Este enfoque busca comprender cómo se comporta la escorrentía superficial en zonas urbanizadas de la Amazonía, proporcionando insumos técnicos útiles para la planificación del drenaje urbano, la mitigación de riesgos y la gestión del agua pluvial.

La cuenca analizada fue delimitada a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) de alta resolución, el cual permitió identificar el punto de salida principal de la cota más baja de la avenida a una altura de 925,5 msnm. A partir de este análisis morfométrico se obtuvo un área de drenaje de aproximadamente 14.591,611 m^2.



Figura 1 Área de estudio

Los eventos de lluvia de diseño fueron definidos utilizando las curvas de Intensidad– Duración– Frecuencia (IDF) disponibles en el repositorio del INAMHI para la ciudad de Puyo provenientes de la estación M − 0008. Estas curvas describen la intensidad máxima esperada de lluvia para distintas duraciones y periodos de retorno.

Se utilizó la siguiente fórmula general para obtener la intensidad I de precipitación:

$$\mathrm{IDF} = \frac{279.762 * \mathrm{T}^{0.1201}}{\mathrm{t}^{0.4262}}$$

Donde:

- i = intensidad (mm/hr),
- T = periodo de retorno (años),
- t = duración de la precipitación (min)

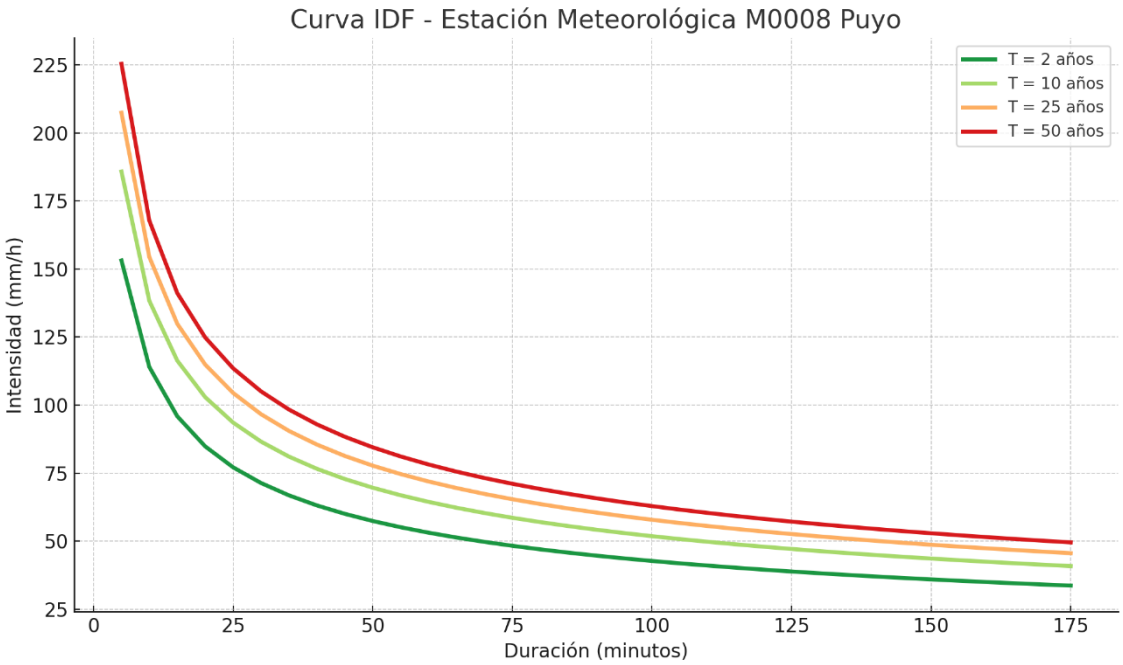


Figura 2. Curva IDF

Este procedimiento fue complementado con la identificación del uso y cobertura del suelo, lo cual permitió asignar valores de número de curva (CN) en función de la impermeabilización del área urbana, tomando como referencia las tablas del USDA (1986) adaptadas al contexto amazónico.

En función de las características urbanas de la zona de estudio, y considerando la presencia de adoquín en la superficie vial, se asumió un comportamiento hidráulico equivalente al de pavimento impermeable. Por esta razón, se asignó un valor de **número de curva (CN)** de **82**, correspondiente a superficies urbanas con alta impermeabilidad, de acuerdo con los parámetros establecidos por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS-USDA, 1986) y una abstracción inicial de 20mm.

El **tiempo de concentración (Tc)** representa el tiempo que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más lejano de la cuenca hasta su salida. Se calculó aplicando las fórmulas de Kirpich, SCS, V.T.Chow y cuerpo de ingenieros USA adaptada para entornos urbanos:

Tabla 1. Tiempo de concentración T_c adaptado para entornos urbanos

Autor	**Fórmula T_c (hrs)**	T_c (minutos)
Kirpich	$T_c = 0.06628\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$	3.76
SCS Rancer	$T_c = 0.947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	3.76
V.T.Chow	$T = 0.273\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.65}$	9.57
Cuerpo de Ingenieros USA	$T_c = 0.28\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$	9.04

Donde:

- L= longitud del flujo superficial (Km),
- S = pendiente del cauce principal (m/m).
- H= diferencia de cotas de la cuenca (m)
- T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (hrs)

La transformación de la lluvia efectiva en escorrentía se realizó mediante el método del hietograma unitario del SCS (SCS-UH), que permite generar un hietograma directo representativo del comportamiento hidrológico de una cuenca frente a un evento de lluvia de diseño.

La curva de almacenamiento del perfil urbano fue determinada a partir de un modelo digital de elevación (DEM), a partir del cual se generaron las curvas de nivel correspondientes. Utilizando esta información, se estimaron las áreas de inundación asociadas a diferentes elevaciones, lo que permitió calcular posteriormente los volúmenes acumulados de almacenamiento. La relación entre el volumen y la altura resultante constituye la curva de almacenamiento utilizada en el modelado hidráulico.

Para el análisis de evacuación del agua acumulada en la zona baja del perfil urbano, se incorporó al modelo los sumideros existentes a lo largo de la avenida Ceslao Marín, conectados a una red de drenaje pluvial conformada por tuberías circulares de **250 mm de diámetro interno**. Considerando que estas conducciones operan por gravedad y no bajo presión, se asumió un **nivel de llenado del 80%** de su sección transversal, criterio ampliamente aceptado en el diseño de sistemas de drenaje urbano. Este enfoque busca evitar condiciones de flujo a presión, reduciendo el riesgo de transiciones hidráulicas inestables y garantizando una operación más eficiente del sistema.

La capacidad hidráulica de cada tramo de tubería fue estimada mediante la **fórmula de Manning para flujo en conductos circulares parcialmente llenos**, expresada como:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * \sqrt{S}$$

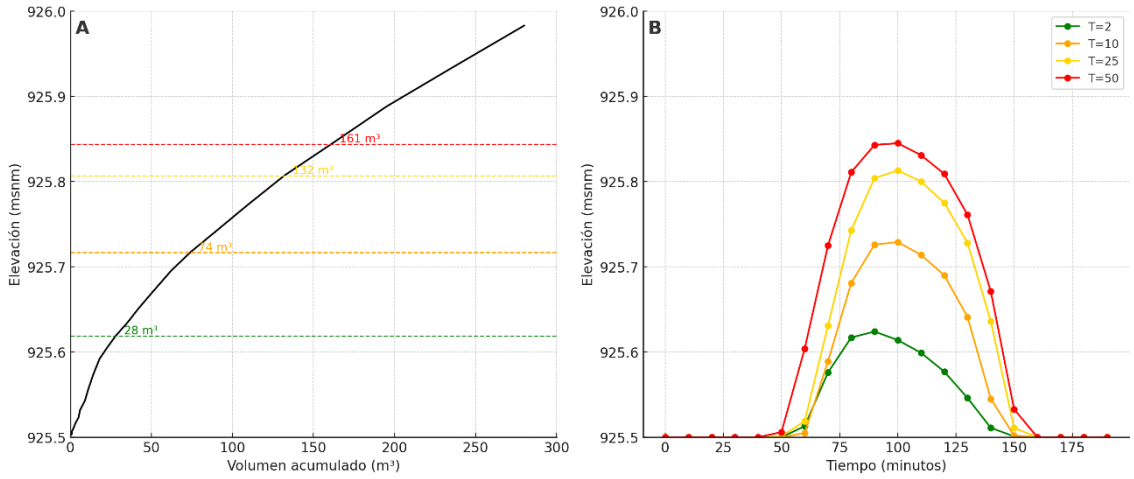
Donde:

- Q= caudal (m^3/s),
- n = coeficiente de rugosidad de Manning (0.013 para tuberías de PVC),
- A = área hidráulica (m^2),
- R = radio hidráulico (A/P),
- S = pendiente del sistema de drenaje.

Todos los componentes hidrológicos y geométricos fueron integrados en el software HEC-HMS para simular el comportamiento del sistema bajo escenarios de lluvia de 2, 10, 25 y 50 años de periodo de retorno. Esta herramienta permite modelar el balance entre el caudal de entrada, el almacenamiento temporal y la descarga hacia el sistema de alcantarillado urbano.

Resultados

Figura 5. A) Curva de almacenamiento y B) Evolución de elevaciones



La evolución del almacenamiento superficial y las cotas máximas alcanzadas durante los diferentes eventos de precipitación se presenta en las Figuras 5a y 5b. La Figura 5a muestra la curva de acumulación, construida a partir de la relación entre la elevación y el volumen acumulado derivada del modelo topográfico. En dicha figura, se incorporan líneas horizontales que indican las elevaciones máximas alcanzadas durante los eventos de diseño para periodos de retorno de 2, 10, 25 y 50 años, asociadas a volúmenes de almacenamiento de 28 m³, 74 m³, 132 m³ y 161 m³, respectivamente.

La Figura 5b presenta la evolución temporal de la elevación del reservorio durante los eventos simulados. Se evidencia que, además de incrementarse la altura máxima conforme aumenta el periodo de retorno, también se prolonga el tiempo de almacenamiento. De este modo, existe una relación directamente proporcional entre el volumen almacenado y el tiempo de permanencia del agua en la vía: eventos de mayor

magnitud generan no solo mayores volúmenes de escorrentía, sino también mayores periodos de retención local.

Tabla 2 Resumen de resultados para diversos periodos de retorno

Periodo de Retorno (años)	Elevación Máxima (m.s.n.m.)	Altura de agua	Volumen (m^3)	Tiempo al Pico (min)
T=2	925.624	12.4	28	90
T=10	925.729	22.9	74	100
T=25	925.813	31.3	132	100
T=50	925.845	34.5	161	100

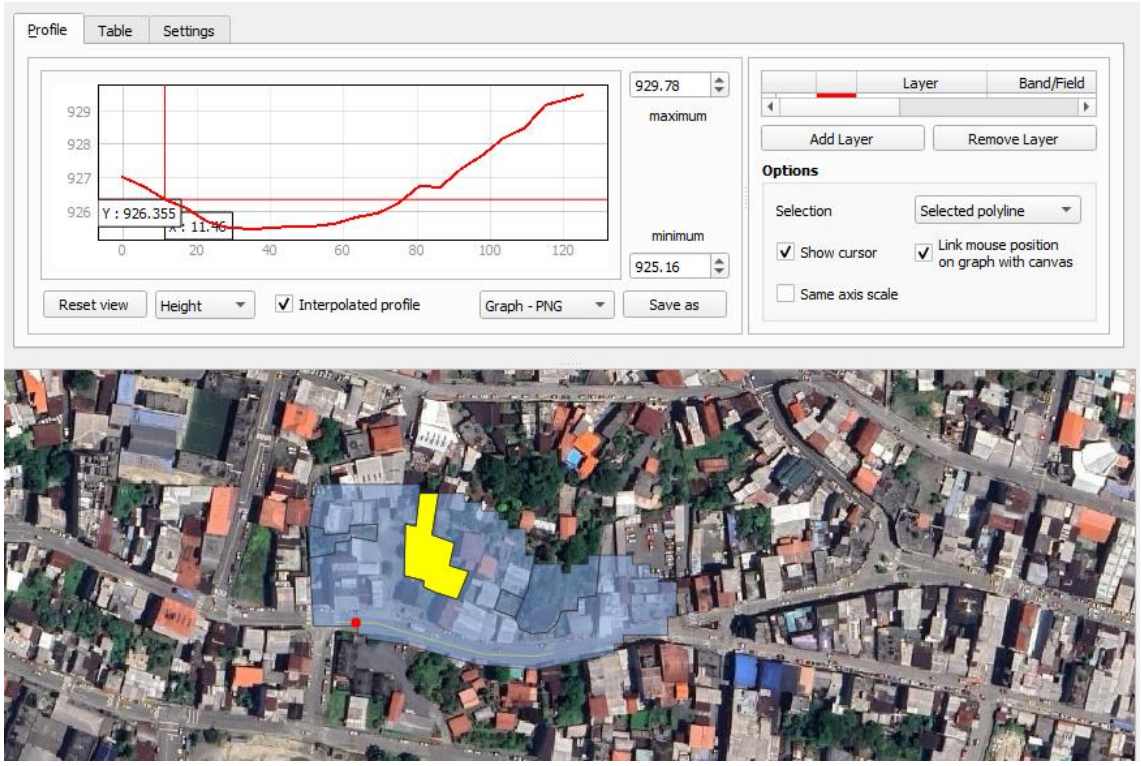
Se observa una relación directamente proporcional entre la elevación alcanzada y el volumen acumulado: a medida que se incrementa la magnitud del evento (mayor periodo de retorno), tanto la cota de almacenamiento como el volumen retenido aumentan de forma progresiva. En el evento de 2 años, el nivel máximo alcanzado fue de 925.624 m.s.n.m., correspondiente a un volumen de aproximadamente 28 m^3; mientras que en el evento de 50 años, la elevación máxima alcanzó los 925.845 m.s.n.m., acumulando hasta 161 m^3 de agua superficial **Tabla 2**

Anexos

Tabla 2. Número de curva de escorrentía (CN) (Adaptado del SCS, 1972)

Uso de la Tierra	Tratamiento / Práctica	Condición Hidrológica	CN-A	CN-B	CN-C	CN-D
Rastrojo / Cultivos en Hileras	Hileras rectas	Mala	77	86	91	94
		Buena	72	81	88	91
	Curvas de nivel	Mala	71	85	90	93
		Buena	66	75	82	89
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	65	74	82	88
		Buena	62	71	78	85
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	72	81	88	91
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	69	78	85	89

		Buena	61	73	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	75	83	87
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	67	78	85	89
		Buena	55	69	78	84
	Curvas de nivel	Mala	63	75	83	87
		Buena	51	67	77	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	58	72	80	85
		Buena	50	65	75	81
Pastos de pastoreo	Ninguno	Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Curvas de nivel	Mala	49	69	79	84
		Regular	39	61	74	80
Pastos de corte			30	58	71	78
Bosque		Regular	36	60	73	82
		Mala	44	66	77	85
Patios			54	70	79	84
Caminos de tierra			72	82	89	91
Pavimentos			98	98	98	98



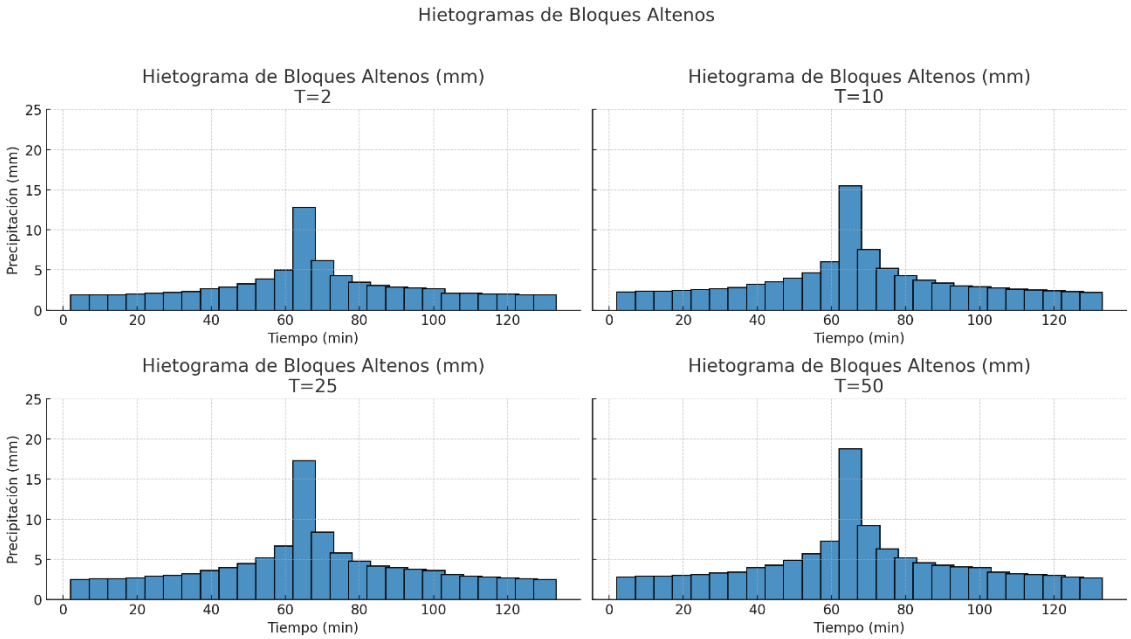


Figura 3. Hietogramas de diseño estación Puyo

ANEXO C

Metodología adaptada de Jan Gehl y MINVU (2017)

ACTIVIDAD (6:00-7:00)		USUARIOS						CALIDAD ESPACIAL (N 1-5)							CONDICIONES CLIMÁTICAS			OBSERVACIONES/ PROBLEMAS
								INDICADORES POSITIVOS (0 = Inexistente / 5 = Óptimo)			INDICADORES DE AFECTACIÓN (0 = Inexistente / 5 = Muy grave)							
		NIÑOS/JOVENES	HOMBRES A.	MUJERES A.	TERCERA E.	CONDICION ESPECIAL	N° PERSONAS OBS.	SOMBRA POR LINEA EDIFICADA	SOMBRA POR MOBILIARIO	SOMBRA POR VEGETACIÓN	BACHES	CORRIENTES DE AGUA EN LA ACERA/CALZADA/BORDILLOS	ACUMULACIÓN DE AGUA/CHARCOS	MOBILIARIO MOJADO	LLUVIOSO	CLIMA NEUTRO	SOLEADO	
NECESARIAS	Caminar	110	29	27	8	0	174	1	1	1	4	4	3	2		x		1. Condiciones espaciales deficientes 2. Uso deficiente del mobiliario 3. Alta concentración de personas esperando el bus sin condiciones óptimas para esperar 4. Participación social media
	Transitar con la bicicleta	1	2	1			4											
	Acceder a lo comercios	0	20	8		2	30											
OPCIONALES	Practica Fisica		1	1			2											
	Sentarse (Acera)	15	1	2		1	19											
	Sentarse (Mobiliario)	3	1	2		2	8											
	Pasear con la mascota	2					2											
	Esperar el bus	13	1	12	4	2	32											
	Permanecer en el espacio (Snack,etc)	7	3	1		3	14											
SOCIALES	Conversacions		2	5			7											
	Niños jugando	7					7											
	Ventas callejeras		4	3			7											
						TOTAL:	306											

Anexo D: Fichas de especies vegetales propuestas para el reverdecimiento de Puyo

FICHA DE VEGETACIÓN

V1 CARBONERO

Nombre Común: Carbonero

Nombre Científico: Acacia Riparia

Forma	Altura Max	12 m
	Crecimiento	rápido
Copa	Aspecto	redondeado
	Amplitud	5 m
	Altura	4 m
Raíz	Profundidad	profunda
	Forma	ramificada
	Longitud	extensa
	Densidad	abundante
Fruto	Forma	vaina
	Tamaño	6 cm
	Color	verde
Flor	Color	blanca
	Época	todo el año
Follaje	Densidad	abundante
	Distribución	uniforme
	Color	verde

Funciones	Recomendaciones
control de erosión	apta para zonas con altas precipitaciones
aporta fijación de nitrógeno al suelo	plantar cada 6 metros
protección de cuencas y riberas	plantar a 10 m. de redes eléctricas
alta captación de CO2	plantar a 6 metros de construcciones

FICHA DE VEGETACIÓN

V2 EUGENIA

Nombre Común: Eugenia

Nombre Científico: Eugenia Mytrifolia

Forma	Altura Max	12 m
	Crecimiento	rápido
Copa	Aspecto	cónico
	Amplitud	4 m
	Altura	10 m
Raíz	Profundidad	semi profundas
	Forma	ramificada
	Longitud	larga
	Densidad	abundante
Fruto	Forma	baya
	Tamaño	5 cm
	Color	rojo
Flor	Color	blanca
	Época	octubre - noviembre
Follaje	Densidad	abundante
	Distribución	persistente
	Color	verde rojizo

Funciones	Recomendaciones
alimento para la fauna	protegerla de las bajas temperaturas
puede conformar cercas vivas	no apta para suelos encharcados
puede utilizarse como ornamento	plantar a 3 metros de distancia
alta captación de CO2	soporta lluvias fuertes con drenaje en suelo