



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOAMBIENTALES
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

**REGENERACIÓN URBANA PAISAJÍSTICA MEDIANTE LA
ELABORACIÓN DEL MÁSTER PLAN PARA EL CANAL “EL
MACHO” EN EL TRAMO DE LOS BARRIOS RAYITO DE LUZ Y
VIVIENDAS POPULARES EN MACHALA**

Proyecto de investigación previo a la obtención del Título de:

ARQUITECTO SOSTENIBLE

AUTOR: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

TUTOR: Arq. ROBINSON MAURICIO BALCÁZAR BASANTES

COTUTOR: Ing. JUAN CARLOS ESCOBAR CARVAJAL

Napo-Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Bryan Eliú Rodríguez Calle, con documentos de identidad N° 0750459182, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento en este documento final, previo a la obtención del título de Arquitecto en Arquitectura 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 la presente investigación son de mi autoría y de mi absoluta responsabilidad.

Tena, 20 de noviembre del año 2023



Bryan Eliú Rodríguez Calle
0750459182

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE, con documentos de identidad N° 0750459182, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: “Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala” 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.

Tena, 20 de noviembre del año 2023



Bryan Eliú Rodríguez Calle

0750459182

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Certifico que el trabajo de Integración Curricular Titulado: “Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala: Proyecto de investigación en diseño arquitectónico sustentable, fue realizado por: Bryan Eliú Rodríguez Calle, bajo mi dirección.

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

Tena, 20 de noviembre del año 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Robinson Mauricio Balcázar Basantes', with a stylized flourish at the end.

Robinson Mauricio Balcázar Basantes

1600454266

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi padre Jehová Dios quien me da fuerzas y vigor cada día, también a todas las personas que estuvieron inmersos durante mi vida universitaria, también a la Universidad Regional Amazónica Ikiam por impartir el conocimiento y en la fase final facilitarme del molinete y la sonda multiparamétrica para el estudio de campo de esta tesis. De forma especial a mis tutores Daniel Tello, Javier Ayala, Robinson Balcázar y Juan Escobar que han dedicado tiempo, energías y conocimiento para esta investigación y al docente José Serrano por la guía y motivación durante el proceso de este trabajo de titulación. Muchas gracias a todos.

DEDICATORIA

Dedicado a mi padre Dios Jehová quien cada día me dio vida para seguir, de forma especial a mi familia por apoyarme incondicionalmente durante todo el proceso universitario, aunque no fue fácil, a mi padre Luis por apoyarme económicamente, emocionalmente, espiritualmente, el motor de mi vida y sustento, a mi querida Madre Rosa por ser el pilar de mi vida y por ser la mejor madre del mundo. A mis hermanos Cristian, Byron y Xiomara por estar al tanto de mi salud, del proceso universitario y la espiritualidad. Las congregaciones Palmas y Vista Hermosa que me ha ayudado a mantenerme a flote en sentido espiritual y mis amigos cercanos por apoyarme. De forma única y especial a la que será mi futura compañera de vida, Melany por estar siempre allí para mi ayudándome de formas prácticas y por ser lo que, una persona increíble.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE DERECHO DE AUTOR, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA.....	VI
TABLA DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema a investigar.....	3
Justificación de la investigación	9
Objetivo general del proyecto.....	10
Objetivos específicos del proyecto	10
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	12
1.1 Marco Histórico.....	12
1930 – 1947	12
1948 – 1981	14
1982 – 1991	15
1992 – 2000	16
2001 – 2009	17
2010 – 2019	18
2020 – Actualidad	19

1.2 Marco Conceptual	22
1.2.1 Master plan y su rol de transformar ciudades	22
1.2.2 Regeneración urbana paisajística	25
1.2.3 Síndrome del río urbano	29
1.2.3.1 Parámetros físicos de calidad de agua	29
1.2.3.2 Parámetros químicos de calidad de agua	30
1.2.3.3 Parámetros microbiológicos de calidad de agua	31
1.2.3.4 Contaminantes del agua	32
1.2.3.5 Residuos sólidos.....	32
1.2.3.6 Agua residual	32
1.2.3.7 Agua residual industrial.....	32
1.2.3.8 Aguas residuales domésticas.....	32
1.2.3.9 Agua residual agrícola	32
1.2.3.10 Agua pluvial	33
1.2.4 Soluciones basadas en ingeniería	33
1.2.4.1 Tratamiento preliminar	33
1.2.4.2 Tratamiento primario	34
1.2.4.3 Tratamiento secundario.....	34
1.2.4.4 Tratamiento avanzado o terciario	34
1.2.4.5 Desinfección	36
1.2.4.6 Manejo de lodos	36
1.2.5 Soluciones basadas en la naturaleza (SBN)	36
1.2.5.1 Fitorremediación	37
1.2.5.2 Fitorremediación con <i>Eichhornia Crassipes</i> (Jacinto de agua)	40
1.2.5.2 Fitorremediación con <i>Chrysopogon Zizanioides</i> (Vetiver)	41
1.2.5.3 Biorremediación.....	42
1.2.5.4 Humedales.....	42
1.2.5.5 Manglares	43
1.3 Marco Normativo	45

1.3.1 Normas de calidad de agua	45
1.3.1 Normas urbanas	49
1.4 Marco referencial	51
1.4.1 Parque de Sanya	51
1.4.2 Parque Houtan de Shanghái.....	53
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	65
2.1 Ubicación y delimitación de la zona de estudio	65
2.2 Análisis urbano paisajístico.....	68
2.2.1 Escala macro	68
2.2.2 Escala meso	71
2.2.3 Escala micro	75
2.3 Descripción y situación del caso de estudio del canal El Macho.....	91
2.4 Calidad del agua del canal El Macho y Caudal.....	96
2.5 Zonas inundables.....	102
2.6 Síntesis del análisis y diagnóstico.....	103
CAPÍTULO 3. PROPUESTA	107
3.1 Máster Plan	107
3.2 Máster Plan - Clasificación y uso del suelo	107
3.3 Máster Plan - Movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático.....	108
3.4 PTAR.....	111
3.5 Máster Plan - Proyecto urbano paisajístico	111
Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones	140
4.1 Conclusiones	140
4.2 Recomendaciones	141
Referencias bibliográficas	
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos de los procesos de pretratamiento.....	34
Tabla 2: Procesos de tratamiento avanzando y eficiencia remocional.....	35
Tabla 3: Ventajas y desventajas de la fitorremediación	38
Tabla 4: Procesos de fitorremediación	39
Tabla 6: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios	45
Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	46
Tabla 8: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	48
Tabla 9: Resumen de estrategias	63
Tabla 10: Resumen de estrategias.....	64
Tabla 11: Puntos de descarga de alcantarillado al canal, sistema de referencia utm wgs 84 17s	93
Tabla 12: Puntos de descarga de alcantarillado al canal, sistema de referencia utm wgs 84 17s	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zona de intervención propuesta	3
Figura 2: Provincia de El Oro	4
Figura 3: Ubicación del cantón machala.....	4
Figura 4: El boom bananero de 1948	5
Figura 5: Machala está compuesto de ecosistemas de manglares.....	6
Figura 6: Machala no cuenta con elevaciones.....	6
Figura 7: Banano.....	7
Figura 8: Descargas puntuales de aguas residuales	8
Figura 9: Parque de sanya	9
Figura 10: Malecón del estero salado.....	10
Figura 11: Los asentamientos.....	13
Figura 12: Muelle de cabotaje de puerto bolívar	13
Figura 13: Los asentamientos de la ciudad se expanden	14
Figura 14: Con el banano machala tomo identidad	15
Figura 15: Crecimiento de la población	16
Figura 16: Los asentamientos informales en las riberas.....	17
Figura 17: Toda la parte céntrica de machala está poblada.....	18
Figura 18: La mancha urbana crece al límite urbano,.....	19
Figura 19: Mancha urbana actual de la ciudad	20
Figura 20: Futura conurbación	20
Figura 21: Línea de tiempo 1930-2020.....	21
Figura 22: Master plan por mvrdiv.....	22
Figura 23: Metodología de un máster plan	25
Figura 24: La imagen de la ciudad según lynch.....	26
Figura 25: Seúl antes y después	27
Figura 26: El urbanismo paisajístico.....	28
Figura 27: La regeneración urbana paisajística rehabilita espacios.....	29

Figura 28: Jacinto de agua	40
Figura 29: Morfología del jacinto de agua.....	40
Figura 30: Las raíces de los mangles.....	43
Figura 31: Áreas de manglares	44
Figura 32: Parque de manglares de sanya.....	51
Figura 33: Contaminación	51
Figura 34: Cursos de agua	52
Figura 35: Ecotonos y cursos de agua	52
Figura 36: Zonas de estancia	53
Figura 37: Vista superior del proyecto	53
Figura 38: Problemáticas.....	54
Figura 39: Estrategias de humedales	55
Figura 40: Huertos urbanos.....	55
Figura 41: Estancias de sombra.....	56
Figura 42: Puerto hualtaco	56
Figura 43: Contaminación de los manglares y del río zarumilla	57
Figura 44: Recolección de basura	57
Figura 45: Limpieza del río zarumilla	58
Figura 46: Malecón del puerto hualtaco.....	58
Figura 47: Puerto hualtaco	59
Figura 48: Estero salado	59
Figura 49: Contaminación del estero salado	60
Figura 50: Contaminación del estero salado	61
Figura 51: Contaminación del estero salado	61
Figura 52: PTAR convencional para las aguas residuales	62
Figura 53: Malecón del estero salado.....	62
Figura 54: América del sur.....	65
Figura 55: Ecuador.....	65
Figura 56: El Oro.....	66

Figura 57: Machala.....	66
Figura 58: Ciudad de machala	67
Figura 59: Zona de estudio.....	67
Figura 60: Inundabilidad.....	68
Figura 61: Cartografía	69
Figura 62: Ecosistemas de manglares.....	70
Figura 63: Cuerpos de agua.....	71
Figura 64: Movilidad	72
Figura 65: Equipamientos e hitos	73
Figura 66: Transporte público	74
Figura 67: Barrios.....	75
Figura 68: Clasificación vial.....	76
Figura 69: Topografía e hidrografía	77
Figura 70: Clasificación del suelo.....	78
Figura 71: Uso del suelo	79
Figura 72: Área pública vs privada	80
Figura 73: Trama urbana.....	81
Figura 74: Alcantarillado	82
Figura 75: Equipamientos.....	83
Figura 76: Transporte público	84
Figura 77: Nodos.....	85
Figura 78: Estados de los nodos	86
Figura 79: Sendas.....	87
Figura 80: Análisis cullen.....	88
Figura 81: Vistas	90
Figura 82: Recorrido del canal el macho	91
Figura 83: Recorrido del canal el macho en la ciudad	92
Figura 84: Primer desfogue de aguas residuales al canal	92
Figura 85: Descargas de aguas residuales al canal	93

Figura 86: Descargas de aguas residuales al canal.....	93
Figura 87: Descargas de las viviendas de la ribera del canal	94
Figura 88: Barrio el aguador	94
Figura 89: Barrio leonor aguilar	95
Figura 90: Barrio leonor aguilar	95
Figura 91: 7 puntos de muestreo esc 1: 20 000.....	96
Figura 92: Puntos de la investigación esc 1: 20 000.....	98
Figura 93: Puntos de la investigación esc 1: 50 000.....	99
Figura 94: Concentración de cadmio.....	99
Figura 95: Concentración de cadmio en sedimento.....	100
Figura 96: Concentración de plomo en sedimento.....	100
Figura 97: Mapa de inundabilidad en un periodo de retorno de 100 años	102
Figura 98: FODA	104
Figura 99: Clasificación del suelo	107
Figura 100: Usos del suelo.....	108
Figura 101: Reubicación de la vía limón.....	109
Figura 102: Puntos de conectividad	110
Figura 103: Estrategia para combatir al cambio climático.....	110
Figura 104: Propuesta conceptual.....	112
Figura 105: PTAR con sbn	113
Figura 106: Estancia	113
Figura 107: Huertos urbanos.....	114
Figura 108: Zonas recreativas	114
Figura 109: Elevación del suelo.....	115
Figura 110: Rampas	115
Figura 111: Cruces peatonales	116
Figura 112: Tipología de puentes vehiculares.....	116
Figura 113: Reforestación de manglares	117
Figura 114: Reubicación y franja de protección	117

Figura 115: Propuesta de reubicación	118
Figura 116: Tipología de acera	118
Figura 117: Equipamiento comercial.....	119
Figura 116: Tipología de vía	119
Figura 117: Retiro.....	119
Figura 118: Máster plan del proyecto urbano paisajístico	120
Figura 119: Estrategias.....	121
Figura 120: Nodo 1.....	122
Figura 121: Axonometría y corte del nodo 11	123
Figura 122: Renders.....	124
Figura 123: Estrategias del nodo 2.....	125
Figura 124: Planta del nodo 2	126
Figura 125: Axonometría y corte del nodo 2	126
Figura 126: Renders.....	127
Figura 127: Estrategias del nodo 3.....	128
Figura 128: Planta del nodo 3	129
Figura 129: Axonometría y corte del nodo 3	129
Figura 130: Renders.....	130
Figura 130: Estrategias del nodo 4.....	131
Figura 131: Planta del nodo 4	132
Figura 132: Axonometría y corte del nodo 4	132
Figura 133: Render	133
Figura 134: Vivienda de machala durante el boom bananero	134
Figura 135: Despiece del mobiliario urbano 1.....	135
Figura 136: Despiece del mobiliario urbano 2.....	135
Figura 137: Despiece del mobiliario urbano 3.....	136
Figura 138: Despiece del mobiliario urbano 4.....	137
Figura 139: Despiece del equipamiento urbano 5	138

RESUMEN

Este trabajo de investigación aplicada propone un Máster Plan de regeneración urbana paisajística para el canal El Macho en Machala. Esta ciudad es conocida como la capital bananera del mundo debido a las grandes extensiones de este cultivo, para poder regar dichas plantaciones, la ciudad ha usado los ríos y canales, pero estos al insertarse a la ciudad se han visto masivamente contaminado por descargas puntuales de aguas residuales. Este estudio presenta un análisis y diagnóstico a tres escalas que permite conocer el territorio, la zona de estudio y las problemáticas urbanas, paisajísticas e hidrológicas que existen, se analizó referentes con situaciones similares a la de Machala y que mediante Planes Maestros hayan mitigado o resuelto sus problemas, uno de esos ejemplos es el parque de Sanya que mediante reforestación de manglares, humedales y cursos de agua, pudieron enfrentarse a inundaciones y mitigar la contaminación del río. Finalmente, se propone un Máster Plan de regeneración urbana paisajística con estrategias para combatir las problemáticas detectadas en la síntesis del diagnóstico, dicho Plan Maestro tiene tres categorías de intervención y son: el espacio público, el canal y usos de suelo.

Palabras clave: *PTAR, Urbanismo paisajístico, Agua residual, SBN, Paisaje*

ABSTRACT

This applied research work proposes a Master Plan for the regeneration of the urban landscape for the El Macho canal in Machala. This city is known as the banana capital of the world due to the large areas of this crop. To irrigate these plantations, the city has used rivers and canals, but when they are inserted into the city, they have been massively contaminated by specific wastewater discharges. This study presents an analysis and diagnosis at three scales that allows us to know the territory, the study area and the existing urban, landscape and hydrological problems. References were analyzed with situations similar to that of Machala and that have been mitigated or resolved through Master Plans. its problems, one of those examples is the Sanya park which, through the reforestation of mangroves, wetlands and waterways, was able to face floods and mitigate river pollution. Finally, a Master Plan for the regeneration of the urban landscape is proposed with strategies to combat the problems detected in the synthesis of the diagnosis. This Master Plan has three categories of intervention and they are: public space, the canal and land uses.

Keywords: *PTAR, Landscape urbanism, Residual water, SBN, Landscape*

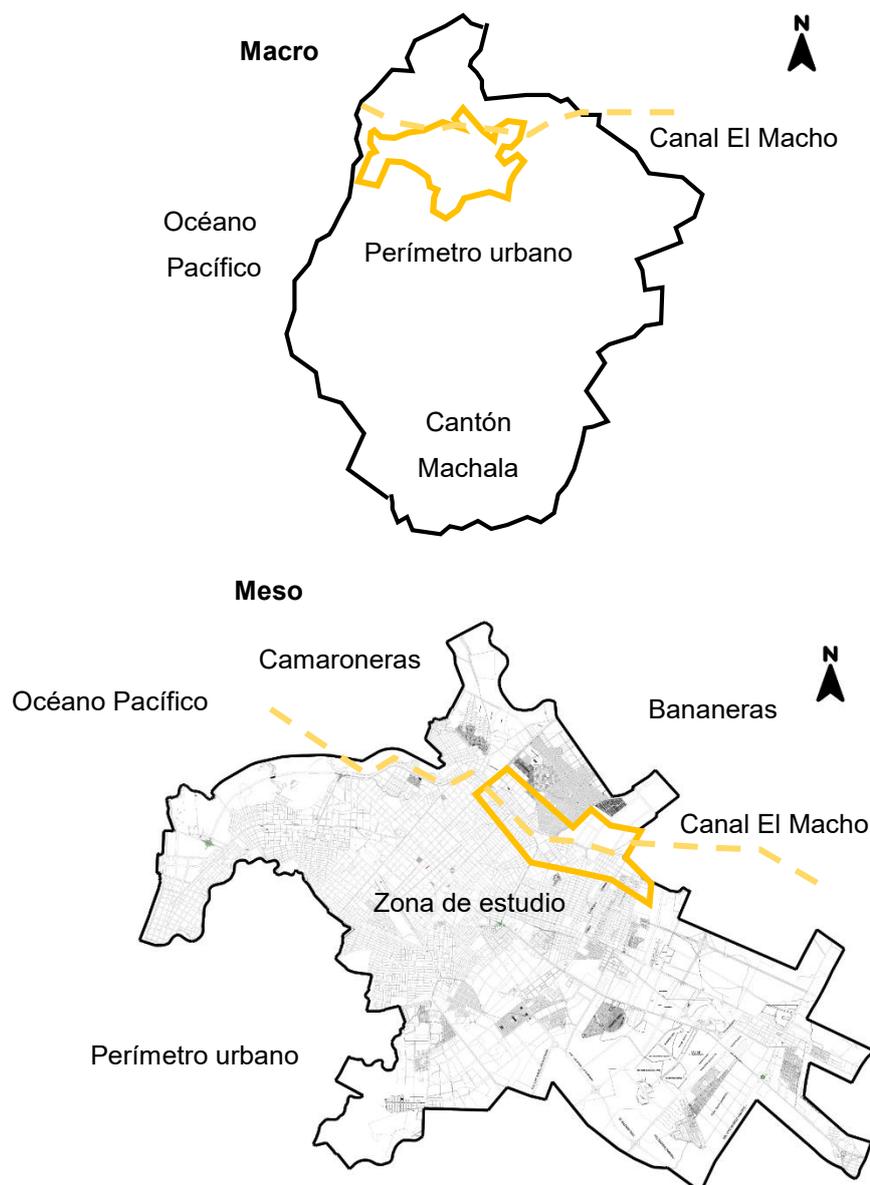
INTRODUCCIÓN

Los Máster Plan (también llamado Plan Maestro en español) son una herramienta de ordenamiento territorial que permiten organizar y planificar un territorio acorde a los objetivos planteados (Lancellotti, 2014). Los componentes principales de los planes maestros son el diagnóstico, objetivos y propuesta. El diagnóstico permite conocer el territorio, problemáticas y puntos donde trabajar e incidir. Los objetivos son metas a cumplir a corto, mediano y largo plazo. Estos van ligados a solucionar las problemáticas detectadas en el diagnóstico. Finalmente, la propuesta son las formas de intervención en el territorio para lograr cumplir los objetivos planteados (Pérez, 2014).

Debido a que los Máster plan han sido usados como herramientas de ordenamiento territorial, presentan limitaciones y retos a la hora de implementarlos, por ejemplo, debido a que los planes maestros son proyectados a largo plazo, puede que las ideas plasmadas originalmente queden obsoletas debido a que cambie la realidad del sector en donde se incidió, cambio en normativas o políticas por diferentes visiones entre los gobiernos de turno (Lancellotti, 2014). Adicionalmente, el involucramiento de las partes interesadas es primordial dado que puede ser un factor determinante en la aceptación del territorio de incidencia. Los planes maestros pueden considerar impactos ambientales de regeneración o rehabilitación de ecosistemas contaminados. Es importante recalcar que un máster plan debe ser interdisciplinario para lograr una planificación más resiliente debido a que una ciudad es un ecosistema complejo con interacciones dinámicas entre la gente, biodiversidad, agua, energía e infraestructura.

Por lo mencionado anteriormente, el presente proyecto propone un diseño arquitectónico que se enfoca en un estudio holístico de la ciudad bajo las disciplinas de la arquitectura e hidrología. Este proyecto pretende el diseño de un Máster Plan de regeneración urbana paisajística para la recuperación del canal “El Macho” entre los tramos de los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares en Machala. Realizará análisis en estos niveles o escalas: Macro (figura 1) que es a nivel del cantón y permitirá tener una visión general del canal y la afluente, Meso (figura 1) a nivel del perímetro urbano de la ciudad de Machala, que permitirá conocer dónde se adentra y donde acaba el recorrido del canal y Micro (figura 1) a nivel de la zona de estudio comprendido en un tramo de 3.5 kilómetros de recorrido del canal. El último tramo mencionado se proyectará el Máster Plan bajo un lente interdisciplinario que aparte de considerar

aspectos urbanos paisajísticos como espacio público, uso del suelo, transporte alternativo y cambio climático, incluirá información de calidad de agua y de inundaciones para crear una propuesta integral que considere aspectos de remediación ambiental al canal contaminado usando Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) con el uso de especies locales como el Jacinto de Agua y Vetiver. Estas plantas tienen propiedades para descontaminar aguas residuales por lo que se consideraron para la presente propuesta de regeneración urbanística paisajística.



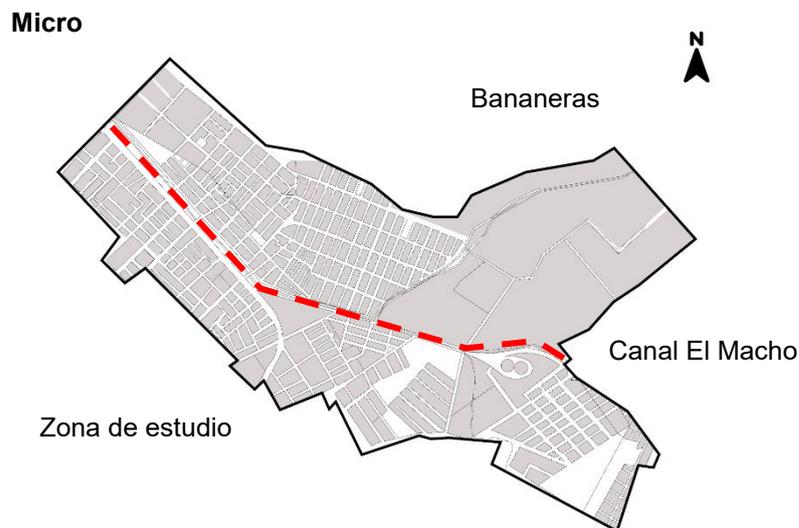


Figura 1: Zona de intervención propuesta
Realizado por: Rodríguez, 2023.

Esta sección del trabajo de investigación aplicada presenta al caso de estudio, el planteamiento del problema a investigar con su justificación y los objetivos planteados.

Planteamiento del problema a investigar

El 25 de junio de 1824 se fundó el cantón Machala, ese nombre “se deriva de las palabras Mah-Chal de la lengua Maya Quiché que significa noble, gran árbol o gran lindero” (Silva, 2022). Ubicada en Sudamérica, país Ecuador, al noroccidental de la provincia de El Oro, cuenta con 245.972 habitantes según el censo de INEC en el año 2010, sus límites políticos al norte están con Guayas, al sur con Loja y Perú, al este con Azuay y al oeste con el archipiélago de Jambelí y el Océano Pacífico.

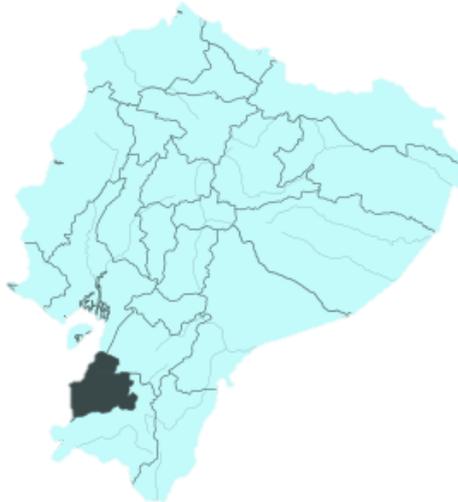


Figura 2: Provincia de El Oro
Realizado por: Rodríguez, 2023.

Es la capital de la provincia de “El Oro” y conocida como la capital bananera del mundo (Valverde, 2004). Se tiene datos de Machala desde 1563 donde se enmarca con su cercanía con Guayaquil y sus numerosas plantaciones de manglares en donde se emplaza (Villavicencio, 1992). Conforme pasó el tiempo, según Villavicencio (1992:18) esta ciudad tenía tres calles principales y la plaza central.

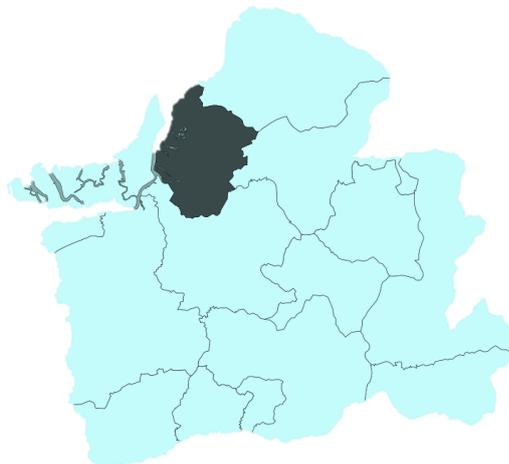


Figura 3: Ubicación del cantón Machala
Realizado por: Rodríguez, 2023.

Machala como cantón cuenta con 7 parroquias urbanas y son: La Providencia, Machala, Puerto Bolívar, Jambelí, Jubones, 9 de mayo y El Cambio, además de una parroquia rural denominada El Retiro.

Sus límites políticos a nivel cantonal son: al norte con El Guabo y Pasaje, al sur y este con Santa Rosa y al oeste con el Archipiélago de Jambelí y el Océano Pacífico.

Los inicios de la urbanización en Ecuador están estrechados con el auge cacaotero (1860 – 1920)” (Garcés, 1989). Sin embargo, el auge bananero apareció en Ecuador alcanzando su máxima intensidad entre 1948-1965 disminuyendo producto del petróleo, en ese periodo de tiempo las urbes costeras alcanzaron una tasa media de crecimiento del 6.8% anual (Garcés, 1989).



Figura 4: El boom bananero de 1948
Realizado por: La Cosecha

Por tanto, el boom bananero a partir de 1948 fue un importante impulso económico para la ciudad que dentro de su principal economía como producto de exportación es el banano. A manera de datos, para 1950 se registró 7.549 habitantes en la ciudad, pero para el 2001 Machala tenía una población de 204.548 habitantes, es decir, que en un periodo de 51 años aumentó 196.999 habitantes (Villavicencio, A. 1992).

Entendiendo el crecimiento poblacional de Machala y sus razones, es importante especificar los árboles propios de la zona, estos son: canelo, guayacán, orquídeas, manglares, etc (PDOT, 2019). Este último es importante ya que se considerará para reforestación en el Máster Plan.



Figura 5: Machala está compuesto de ecosistemas de manglares
Realizado por: Minube

Abarcando las especies de árboles, es imprescindible mencionar que Machala al ser ciudad costera es relativamente plana y llana con una elevación media de 4 a 5 m.s.n.m dentro del perímetro urbano, las primeras elevaciones se pueden presentar en los adentros de las ciudades de Pasaje y Santa Rosa ya que en esas ciudades comienza la incidencia de la cordillera de los Andes (PDOT, 2019).



Figura 6: Machala no cuenta con elevaciones
Realizado por: Minube

El banano es uno de sus principales fuentes de ingresos, además del camarón en donde las piscinas de cultivo se encuentran situadas a las afueras del límite urbano de la ciudad y el puerto ubicado en Puerto Bolívar en donde llegan embarcaciones de distintas partes del mundo. Esas son las tres principales fuentes de ingresos de la ciudad (PDOT, 2019).



Figura 7: Banano
Realizado por: El Comercio

Las zonas productivas necesitan canales de riego, por tanto, debido a la presencia del río Jubones, en su paso genera varios ramales del río que los habitantes han usado como canales de riego. Sin embargo, los ríos urbanos se han visto masivamente contaminados por descargas de aguas residuales sin el tratamiento correspondiente. Además, las poblaciones se han asentado en las riberas del canal El Macho y sus alrededores desde 1982 debido a que los organismos locales no regulaban los asentamientos y las personas buscaban sitios donde vivir, esto es peligroso debido a que esas zonas son consideradas de inundación y los ecosistemas de manglares que existían han desaparecido por dichos asentamientos humanos (PDOT, 2019).



Figura 8: Descargas puntuales de aguas residuales
Realizado por: Rodríguez, 2023.

Debido a todos los factores antes mencionados, es sumamente necesario un Plan Maestro específico para la zona de estudio entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares. Es importante señalar que Machala no cuenta con un Plan Maestro para el canal El Macho.

Justificación de la investigación

El presente proyecto del Plan Maestro busca regenerar el paisajismo urbano de los alrededores del canal entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares. Este Máster Plan aportará con estrategias para recuperar espacio público, información importante que sirve como herramienta para ordenamiento territorial y desde la interdisciplinariedad, con información hidrológica de caudales y calidad de agua. Adicionalmente, el proyecto fue enmarcado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente a: SDG 6 “agua limpia y saneamiento” y SDG 11 “ciudades y comunidades sostenibles”, y de manera secundaria al SDG 13 “acción por el clima”, SDG 14 “vida submarina” y SDG 15 “vida de ecosistemas terrestres”. Los resultados de este Plan Maestro permitirán ofrecer datos relevantes para otros campos de investigación como las ciencias ambientales, hidrología y otros, de modo que apoye a investigaciones y planificación urbana.

La interdisciplinariedad en los Máster Plan no es una novedad. Por ejemplo, en la ciudad de Sanya en China, en la provincia de Hainan, bajo la tutela del arquitecto paisajista Kongjian Yu, se entregó el reto de regenerar de forma urbana y paisajista un tramo de 10 hectáreas de la ciudad (Turenscape, 2019). El sitio de intervención es un lugar en donde, por tres décadas, el desarrollo despiadado de la ciudad destruyó el paisaje natural y contaminó sus fuentes hídricas. La solución propuesta fue crear ecotonos en varias elevaciones para fauna y flora, especialmente de diferentes especies de manglares. Además, se creó un proyecto arquitectónico con recorridos adaptados a la forma del sitio con estancias cada cierta distancia.



Figura 9: Parque de Sanya
Realizado por: Turenscape, 2019

Otro ejemplo destacable es el estero salado en Guayaquil en donde se observaban desechos sólidos flotando al aire libre en los barrios marginales afectando su belleza escénica del sitio. Además, era punto focal de desfogue de aguas negras. Ante esto, el Municipio de la Ciudad de Guayaquil creó un proyecto denominado “Programa de recuperación del Estero Salado” en donde se organizaron trabajos para recolección de los desechos sólidos y estrategias para tratar las aguas negras. También se creó un proyecto arquitectónico con pasos a desniveles en donde el habitante podría acceder y disfrutar del espacio público regenerado.

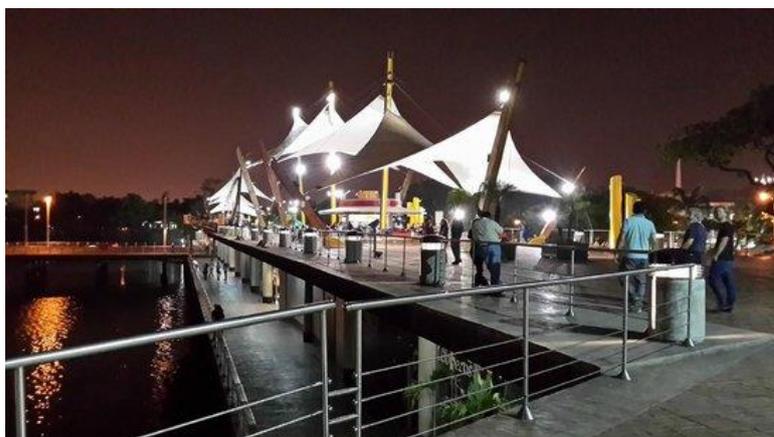


Figura 10: Malecón del Estero Salado
Realizado por: Guayaquil, 2018

Por último, en Huaquillas, cantón vecino de Machala, se creó el “Plan de manejo manglares de Hualtaco” con el objetivo de recuperar el ecosistema natural de manglares destruidos por los asentamientos humanos no regulados que finalmente, resultó en la regeneración del puerto pesquero.

Objetivo general del proyecto

Elaborar un máster plan de regeneración urbana paisajística para la recuperación del canal “El Macho” entre los tramos de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

Objetivos específicos del proyecto

- Analizar cómo los cambios de la mancha urbana entre 1930 - 2020 han influenciado en la ciudad y el agua en la zona de intervención del canal El Macho.

- Identificar que estrategias de las resoluciones en otras partes del mundo relacionadas con regeneraciones urbanas paisajísticas en fuentes hídricas puede implementarse en el máster plan.
- Diseñar el máster plan de regeneración urbana paisajística en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares del canal El Macho de Machala.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo presenta conceptos y teorías que apoyaron al diseño y configuración del Máster Plan del Canal el Macho. Se presentará una línea de tiempo histórica donde se presenta una reseña del origen de los barrios Aguador y Leonor Aguilar y como la mancha urbana se ha extendido entre 1930 - 2020. Posteriormente, se presentarán conceptos sobre oxígeno disuelto, coliformes fecales y HSD los cuales se aplicaron en la selección de la macrófita a usarse en la PTAR del presente proyecto. Adicionalmente, se presentará normativa ecuatoriana los cuales sirvieron para delimitar el diseño. Finalmente, se presentan casos de estudio exitosos como referencia de lo que ha funcionado en contextos similares cuidadosamente seleccionados.

1.1 Marco Histórico

En el marco de esta sección se analizará los cambios de la mancha urbana entre diferentes periodos de tiempo comprendidos entre 1930 a 2020 concentrándose entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares. Se eligió este periodo de tiempo debido a que fueron los años anteriores y posteriores al auge bananero, hito en donde la ciudad tomó la identidad de capital bananera del mundo y su población aumentó considerablemente. Este análisis permitirá sacar conclusiones de cómo la mancha urbana ha influido y cambiado la zona de estudio del canal El Macho y sus alrededores inmediatos.

1930 – 1947

En 1883 Puerto Bolívar pasó a ser considerada como parroquia de Machala y para el 21 de junio de 1930 se la consideró parroquia urbana del cantón Machala. En Villavicencio 1992:34 manifiesta que, con el impuesto del cacao levantaría económicamente a la ciudad consagrándose, ya que se construyó el ferrocarril que conectaba Machala con Pasaje, pero debido a que los cultivos no se cuidaron, la producción cayó volviendo a Machala en crisis, con el pasar de los años, “la industria bananera toma auge cada día y tiende a reemplazar ventajosamente al cacao” (Madero, 1934, en Villavicencio, 1992:36-37).

La mancha urbana se concentraba en lo que ahora es el centro de Machala, las poblaciones no se asentaban en el canal El Macho.

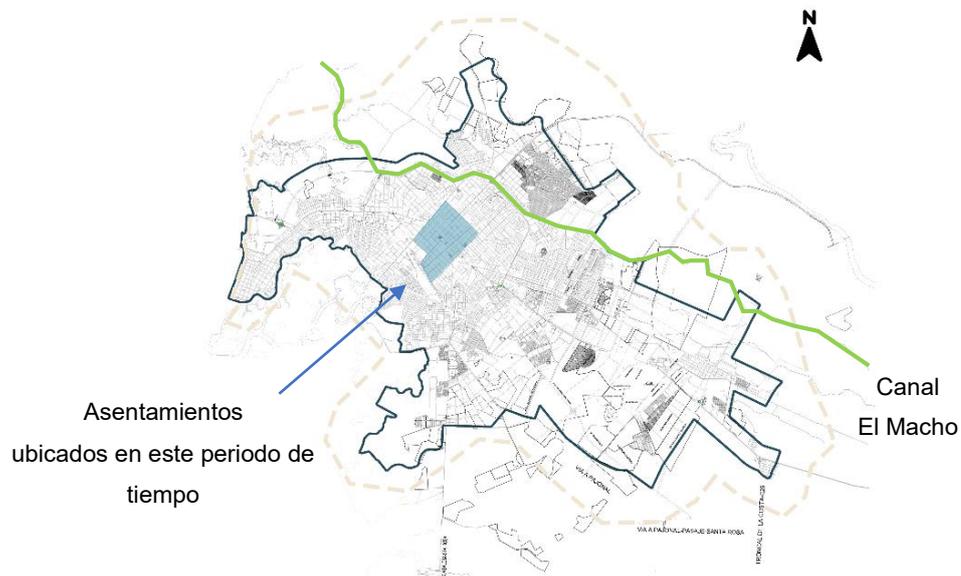


Figura 11: Los asentamientos
Realizado por: Rodríguez, 2023.



Figura 12: Muelle de Cabotaje de Puerto Bolívar
Realizado por: El Universo

1948 – 1981

Para los inicios de los años 50, las ciudades en crecimiento de Machala, Pasaje y el Guabo cultivaban de forma intensa el banano, por tanto, la provincia de El Oro entra en la dependencia del monocultivo como economía agroexportadora. La población de la capital de los orenses era de 7.549 habitantes, sin embargo, las tasas de crecimiento poblacional fueron del 11.9% anual entre 1950 y 1962 (Garcés. E. 1989).

A partir de 1970 se especializa Machala como productora de banano y para esos años un porcentaje de más del 50 % de la exportación ecuatoriana se hacía en Puerto Bolívar (Rodríguez, 1987). Para el año 1972, el boom petrolero global llegó a Ecuador naciendo la exportación del petróleo y la industrialización, no obstante, para 1976 Machala, Pasaje, Santa Rosa y El Guabo se siguieron enfocando en el banano y en menor medida el petróleo, cacao y café (Garcés, 1989).

La mancha urbana se concentraba en lo que ahora es el centro de Machala, pero las poblaciones se comenzaban a desplazar y asentar al norte hacia el canal El Macho y al sur al estero Huayla, sin embargo, el canal no presentaba contaminación por descargas puntuales de aguas residuales proveniente de la ciudad.

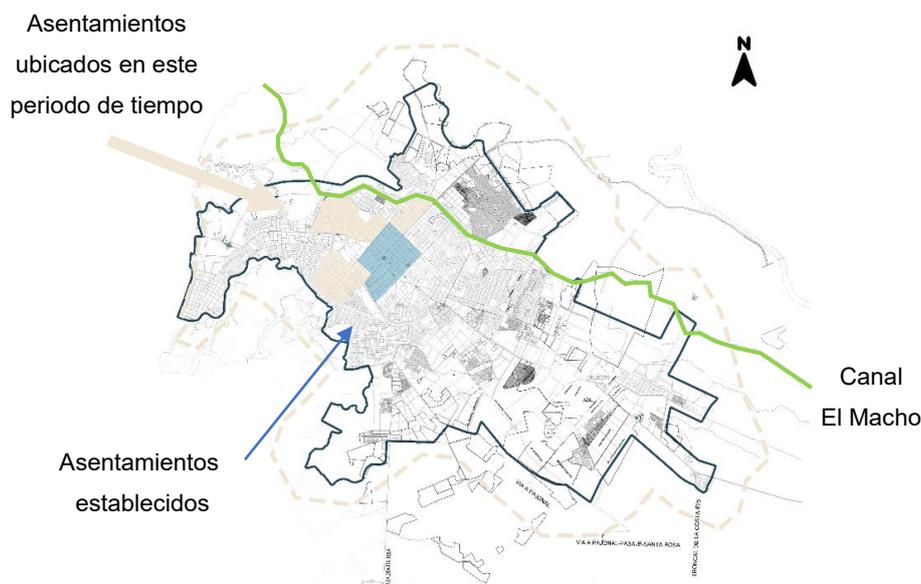


Figura 13: Los asentamientos de la ciudad se expanden
Realizado por: Rodríguez, 2023



Figura 14: Con el banano Machala tomo identidad
Realizado por: El Comercio

1982 – 1991

Para 1982, la población de la ciudad de Machala era de 106.000 habitantes consagrándose como la segunda ciudad de la costa más poblada y la cuarta a nivel de Ecuador (Garcés. E. 1989). Debido al crecimiento constante de la ciudad y las fuentes de empleo por el banano, las personas se empezaron a desplazar más a Machala y sus alrededores, como consecuencia, en 1982 se da la conurbación vial entre Puerto Bolívar y Machala, también, las poblaciones rebasan los límites urbanos delimitados por la avenida circunvalación norte y sur llegando en 1986 con 128.000 habitantes (Silva. E. 2022).

Entre este lapso de tiempo las poblaciones ya se encuentran asentadas en el cauce del canal “El Macho”, la planificación urbana fue inexistente y se regulaba por acuerdos internos de invasiones con las compra y venta de terrenos, debido a que no contaban con alcantarillado, las aguas residuales se depositaban directamente en el canal

presentando los inicios de contaminación en el canal (información obtenida de un poblador, Luis Rodríguez, con más de 40 años viviendo en el sector). Es en este periodo de tiempo es donde los ecosistemas de manglares en las riberas del canal se perdieron por la creciente población y las aguas empezaron a notarse aceitosas.

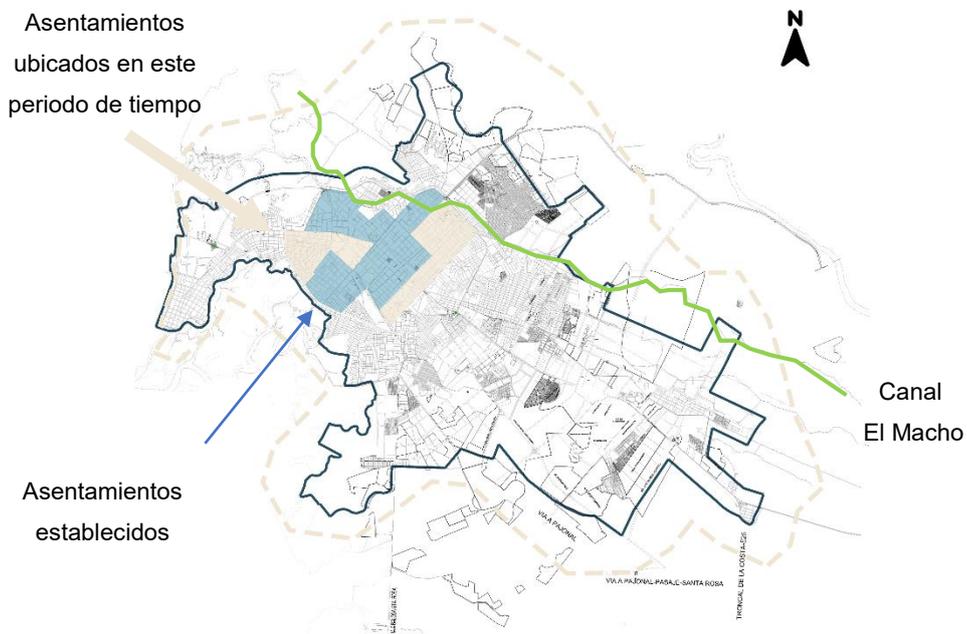


Figura 15: Crecimiento de la población
Realizado por: Rodríguez, 2023

1992 – 2000

Para 1992 el banano se volvió en identidad debido a que existían grandes extensiones de cultivo para el banano, por el contrario, el mangle estaba siendo desplazado por la otra actividad económica, las camarónicas, ya no solo en las riberas del canal El Macho (Villavicencio, 1992:37). La infraestructura básica de la ciudad, así como los servicios, no son abastecidos para la población total ya que, por ejemplo, el 70% de las calles no tenían pavimentación, carecen de agua potable y sin redes de alcantarillado (Villavicencio, 1992:33).

Para este periodo de tiempo, barrios como los Vergeles y Viviendas Populares se fundan, además, se marca el hito en donde las personas dejan de usar el canal El Macho para el aseo personal o la pesca.

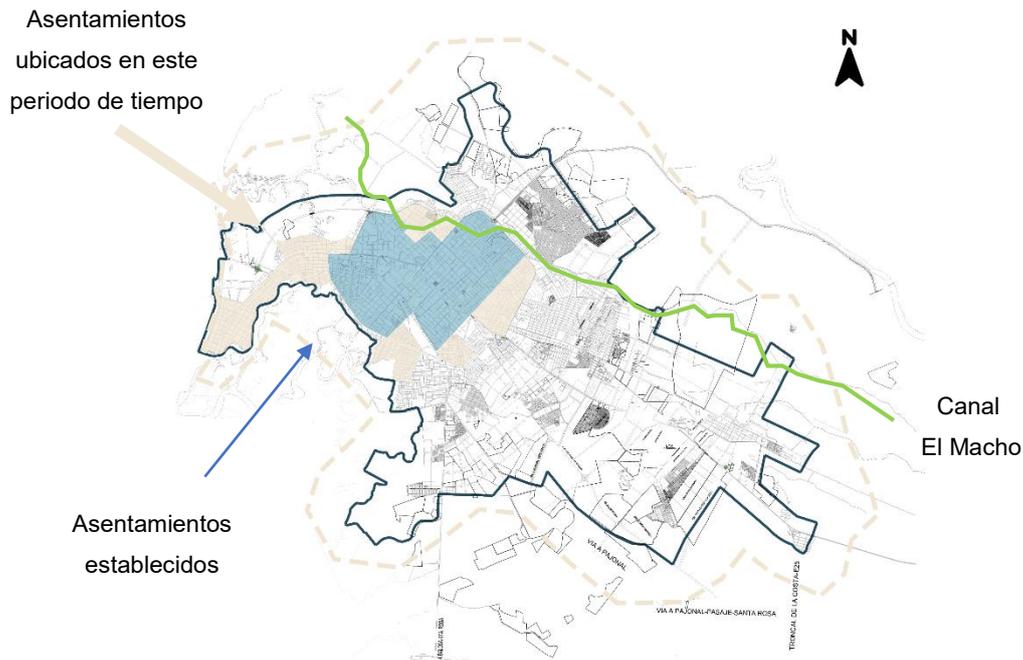


Figura 16: Los asentamientos informales en las riberas
Realizado por: Rodríguez, 2023

2001 – 2009

Según datos del INEC para el año 2001, Machala contaba con 217.696 habitantes siendo la predominancia del género masculino con 109.011 frente a la del género femenino con 108.685, la población general de la ciudad representa el 41.4% del total de la provincia creciendo a un ritmo de 2.9% como promedio anual entre los intervalos de tiempo de 1990 – 2001.

Por otra parte, en el documento generado por la municipalidad para el año 2001 se explica que, pese al boom bananero y el crecimiento económico, no garantizó un nivel adecuado de vida para sus pobladores y provoca un “caos urbano generando una realidad de segregación socio – habitacional” (Villavicencio, 1992).

En este lapso de tiempo se consolidan barrios y asentamientos que en años anteriores eran invasiones, las construcciones de los moradores eran de caña o madera, dato de vital importancia ya que son materiales que se usarán para proyectar el Máster Plan. La ciudad ya ha incidido totalmente en el canal El Macho y sus alrededores inmediatos.

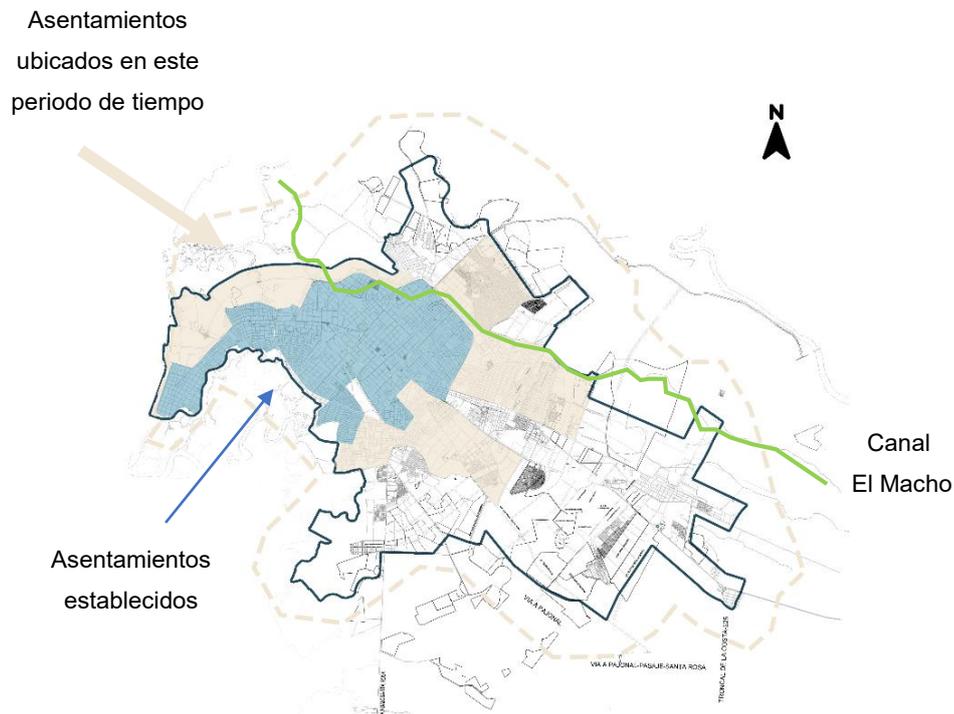


Figura 17: Toda la parte céntrica de Machala está poblada
Realizado por: Rodríguez, 2023

2010 – 2019

La población de Machala según el INEC para el 2010 fue de 245.972, representando el 40.95% del total provincial con un crecimiento anual del 1.37% (Gobierno provincial de El Oro, 2012).

Los asentamientos informales se comienzan a desplazar al este de la mancha urbana de Machala, también los barrios Vergeles y Viviendas populares construyen la red de alcantarillado y asfalto entre los años 2010 a 2014, a partir de eso todas las descargas puntuales de aguas residuales de las redes de alcantarillado fueron depositados en el canal El Macho. El barrio Aguador, barrio que se encuentra en las riberas del canal, no posee alcantarillado y descarga todas las aguas residuales al canal.

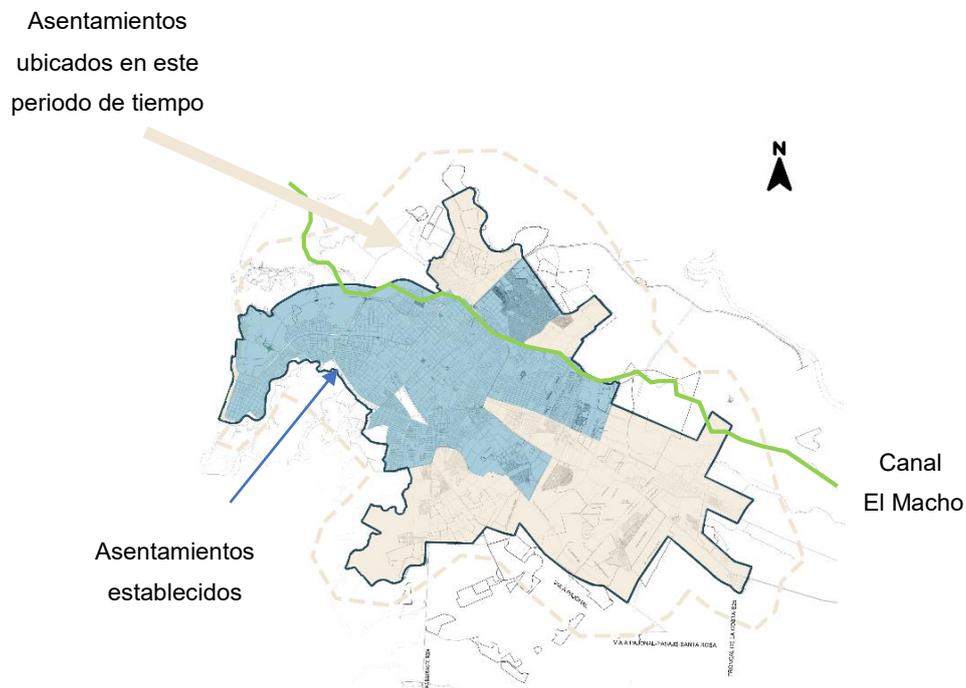


Figura 18: La mancha urbana crece al límite urbano,
Realizado por: Rodríguez, 2023

2020 – Actualidad

La población de la urbe crece constantemente ya que, debido al banano y camaróneras, existen fuentes de empleo para las personas, sin embargo, los nuevos asentamientos irregulares rozan las zonas agrícolas de la ciudad y se prevé una expansión de los límites urbanos a largo plazo según el PDOT, el canal El Macho presenta contaminación masiva a causa de la falta de tratamiento de las aguas residuales desfogadas en el canal. Durante y después de la pandemia del Covid – 19 existieron nuevas invasiones como son los casos de los barrios Nueva Jerusalén y Génesis, estos asentamientos informales limitan con el perímetro urbano (Nueva Jerusalén) (1) y se encuentra fuera del perímetro urbano (Génesis) (2) (Ver imagen 19).

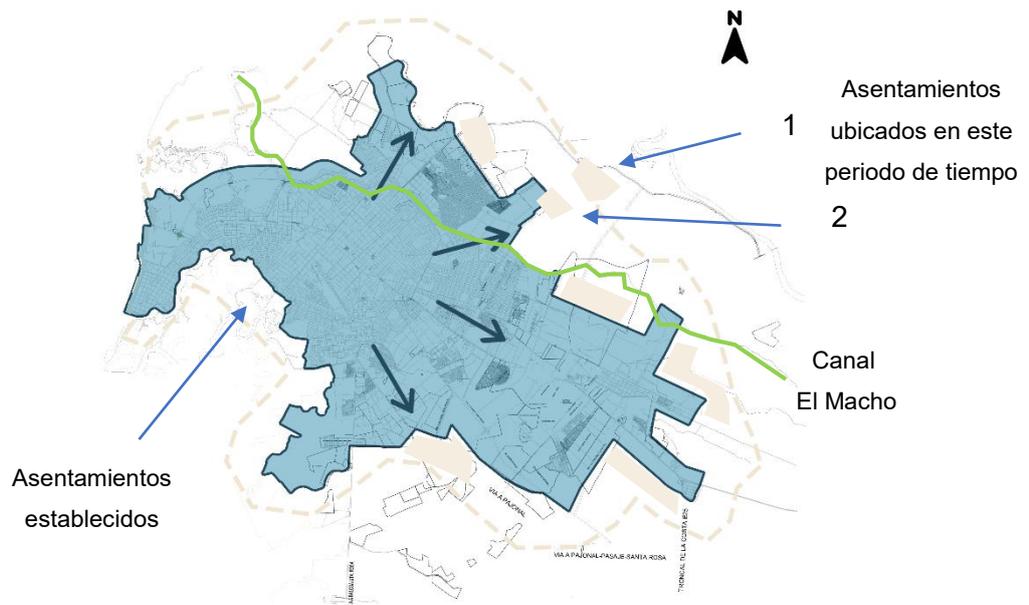


Figura 19: Mancha urbana actual de la ciudad
Realizado por: Rodríguez, 2023

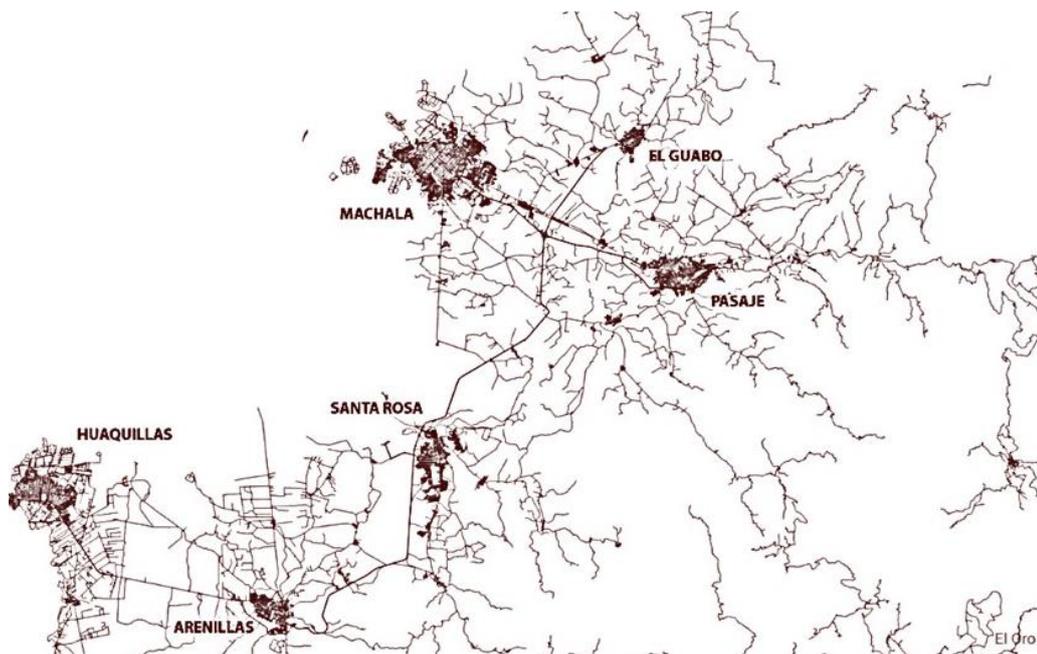


Figura 20: Futura Conurbación
Realizado por: Skyscraper City

LÍNEA DE TIEMPO DE MACHALA

Se analiza desde 1930 hasta el 2020, se graficará como la mancha urbana se ha extendido hasta el canal El Macho



1930 - 1947

La población se emplaza en lo que hoy es el centro de la ciudad

El canal el Macho no cuenta con poblaciones aledañas



1948 - 1981

Inicio del boom bananero, la población se empieza a asentar en todas las direcciones de la ciudad
El canal el Macho no cuenta con poblaciones aledañas



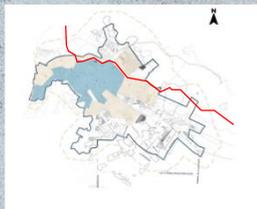
1982 - 1991

Los asentamientos empiezan mediante invasiones a asentarse en las riberas del canal, el canal comienza a tener contaminación



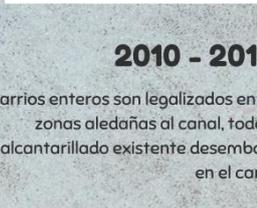
1992 - 2000

No existe planificación urbana, los asentamientos se dan por invasiones y el ecosistema natural del canal es destruido y contaminado



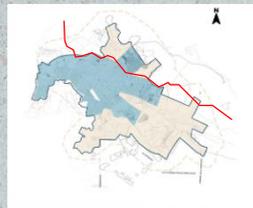
2001 - 2009

Existe caos urbano debido a la falta de planificación urbana y regulación de los asentamientos, el canal es masivamente contaminado.



2010 - 2019

Barrios enteros son legalizados en las zonas aledañas al canal, todo el alcantarillado existente desemboca en el canal



2020

La mancha urbana crece hacia las zonas de cultivo generando pérdidas de hectáreas de banano, el canal se vuelve desembocador de aguas servidas y negras

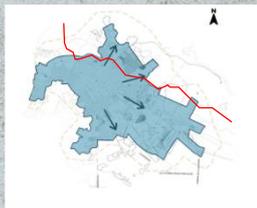


Figura 21: Línea de tiempo 1930-2020

Realizado por: Rodríguez, 2023

1.2 Marco Conceptual

Esta sección contiene una reseña de los conceptos pertinentes aplicados al Máster Plan del Canal el Macho. Se comenzará con una presentación del concepto de Máster Plan y luego se explicará las etapas y el rol que tiene para el desarrollo de la ciudad. Se explorarán conceptos de regeneración urbana y paisajística, así como también adentrarnos en lo que es el síndrome del río urbano, soluciones basadas en ingeniería y las que son de la naturaleza.

1.2.1 Master plan y su rol de transformar ciudades

El Máster Plan, Plan Maestro o Plan Director es un instrumento donde su origen data en el año 1960 en los países de habla inglesa (Lancellotti, 2014). Va de la misma línea del ordenamiento territorial pero la diferencia es que el master plan tiene como concepto “delimitar y planificar el desarrollo de un área particular” (Lancellotti, 2014). Parte de metas para alcanzar el desarrollo de la zona de estudio y un conjunto de estrategias para lograr esas metas, finalmente se le debe dar el seguimiento urbanístico correspondiente (Pérez, 2014).



Figura 22: Master plan por MVRDV
Realizado por: MVRDV, 2013

Dentro de los beneficios que puede aportar un Plan Maestro es que crea un entorno caminable, con el peatón como eje central de diseño, además, conecta zonas cercanas mediante estrategias urbanísticas permitiendo la articulación del espacio público, áreas verdes y equipamientos (Esteban, C. 2022).

Sin embargo, el Máster Plan ha sido objeto de críticas, por ejemplo, en África los Planes Maestros siguen la visión utópica del modernismo urbano, sin entender ni manejar las necesidades y realidades inmediatas existentes, como consecuencia, se pretende imponer modelos que han funcionado en otras partes del mundo a realidades totalmente opuestas (Harrison, P. S. Croese. 2022).

Para la creación del master plan se debe tener en cuenta 6 fases (estas fases están basadas en la metodología que se usó en el estudio del plan piloto de gestión para la quebrada Shinshín de la parroquia Baños, Cuenca) y son:

Fase 1. Diagnóstico

En esta parte se analiza el sitio a intervenir desde tres campos. Geofísico, es decir, como es el sitio a intervenir, su topografía, si existen causas hídricas, así como las características propias del lugar.

En segundo lugar, el análisis socioambiental del sitio, como está distribuida la sociedad y sus asentamientos y cómo estos han incidido en el contexto inmediato de los ecosistemas.

Finalmente, el paisajismo, estudia las relaciones de las poblaciones con los ecosistemas naturales y cómo convergen en un todo, es decir, las relaciones entre la población y los ecosistemas. Todo debe responder a, ¿Cuáles son las problemáticas?

Fase 2. Síntesis del diagnóstico

Entendiendo cómo está el territorio a incidir, se hace un modelo actual, esto permite entender cómo está la zona actualmente, después se realiza el balance de F.O.D.A para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, finalmente se realiza la sistematización y caracterización de los problemas a incidir.

Fase 3. Imagen objetivo

Es el modelo objetivo plasmado mediante imágenes del objeto a deseñar. Aquí se establecen el objetivo general y específicos estratégicos, también se desarrolla la prognosis en base a escenarios tendencial, concertado y óptimo. Responde a la pregunta, ¿A dónde quiero llevar el proyecto?

Fase 4. Determinantes del plan

Se define en esta etapa el nuevo metabolismo urbano en base a los objetivos establecidos, en este metabolismo se define:

Clasificación del suelo, urbano y rural

Nuevos usos del suelo, residencia, comercio, mixto, agrícola, etc.

Resiliencia y adaptación al cambio climático, es decir como el territorio se adapta a las necesidades del mundo y cómo enfrentarlos.

Productividad y nueva economía, fuentes donde la población podrá vivir económicamente.

Movilidad y conectividad, formas de conexión y movilidad peatonal, vehicular y alternativo.

Manejo y gestión de las fuentes hídricas.

Identidad y memoria, conservando las raíces culturales y la historia.

Fase 5. Modelo de gestión

El modelo de gestión se delimita que organismo o personal se responsabilice por la ejecución, seguimiento y finalización de las obras organizado a base de programas y plazos a cumplir en donde interactúan todas las variables (Vergara, et al. 2009). Responde a, ¿Cómo lo puedo lograr? ¿Qué tengo que hacer? ¿Cómo funciona? ¿Quiénes estarán a cargo?

Fase 6. Componentes de inversión

Son los planes, programas y proyectos con el fin de llegar al modelo de gestión deseado del territorio que se está incidiendo.

Los planes son ideas generales para incidir en el territorio, están delimitados por periodos de tiempo, por ejemplo, plan de corredores ecológicos en Machala 2023 - 2033
Los programas son los componentes que hacen funcionar al plan, por ejemplo, programa de fomento de movilidad no motorizada.

Y el proyecto son ideas específicas a efectuarse, por ejemplo, proyecto de corredores verdes en la circunvalación norte de Machala.



Figura 23: Metodología de un máster plan
Realizado por: Rodríguez, 2023

1.2.2 Regeneración urbana paisajística

Para entender lo que significa regeneración urbana paisajística, es indispensable conocer el significado de cada palabra y su aplicabilidad. Para conocer el significado de urbano “es preciso conocer el significado de ciudad” (Hernández, M. 2016). Según la RAE (Real Academia Española) la ciudad es el espacio físico dentro de un suelo urbano

con edificios y calles, de igual forma, lo urbano según la RAE es relativo a la ciudad, por tanto, urbanismo o urbano es el estudio de las interacciones de las personas con su entorno inmediato pretendiendo estudiar las dinámicas sociales, económicas, entre otras. En urbanismo se definen componentes básicos de la ciudad según Lynch como: Bordes, pueden ser naturales o contruidos, aquí se define el límite entre lo urbano y rural.

Sendas, son las conexiones que existen dentro de la ciudad para la movilización de sus habitantes.

Mojones, son puntos de referencia característicos de cada ciudad.

Nodos, puntos estratégicos de movilización

Barrios, conjunto de manzanas habitadas por personas, la acumulación de barrios genera parroquias, a su vez las parroquias forman ciudades.

Hitos, elementos físicos de valor cultural (Lynch, K. 2008).

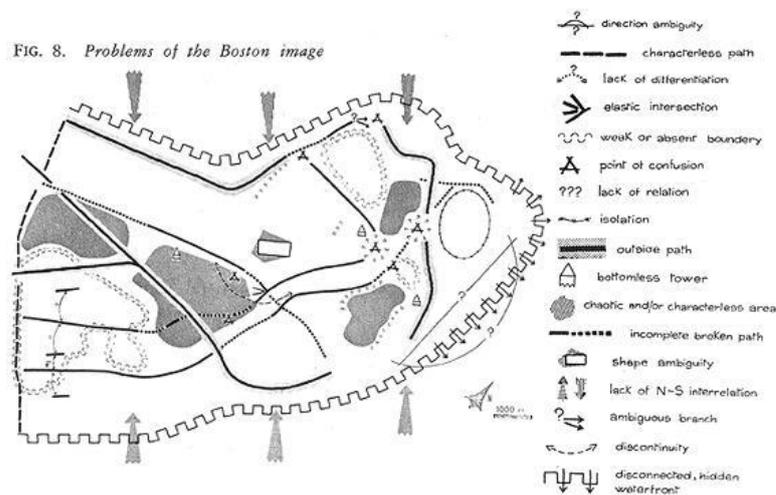


Figura 24: La imagen de la ciudad según Lynch
Realizado por: Lynch, 1960

Entendiendo lo que urbano, la regeneración urbana desde el siglo XX es una herramienta para transformar y desarrollar una ciudad, remodela áreas urbanas para revertir decadencia económica, demográfica, social y de servicios con intervenciones que generalmente son productos de inversión pública (Carreter, C. 2016). Las

regeneraciones urbanas ayudan para potenciar y mejorar la calidad de vida solventado soluciones a problemas relacionados con la ciudad.



Figura 25: Seúl antes y después
Realizado por: Mi Diario Urbano

Comprendiendo lo que es urbanismo y la regeneración urbana, es importante conocer el significado de paisaje como tal, pues “paisaje proviene del latín *pagensis, campestre*, que habita en el campo, y después del francés *pays*, que venía a significar espacio rural peculiar” (Santos y Ganges, 2002).

Sin embargo, el paisaje ha adoptado varias terminologías, por ejemplo, en Santos y Ganges, pp 45 afirma que el paisaje natural responde a clima, suelo, relieve, agua, etc., por tanto, el paisaje abarca configuraciones espaciales con distintos factores y elementos convergiendo en formas, funciones, dinámicas y aspectos (Cabrera, M. 2022). Coderch, J. 2010 pp. 7 citando a Folch, 1999 afirma que el paisaje va ligado con la presencia del hombre, de lo contrario solo existirían ecosistemas. “El paisaje construido es también un paisaje urbano” (Gissel, 2023). Son las vistas que genera una ciudad hacia sus usuarios, estas vistas están conformadas por sus avenidas, edificios, equipamientos, parques y plazas, topografía, población, espacio público etc.

El paisaje hídrico es la convergencia de procesos sociales, políticos y urbanos en los cauces hídricos (Gissel, E. 2023). Por tanto, es la relación entre lo construido y lo hídrico (ríos o canales).

Entendiendo lo que es el paisaje como tal, Landscape urban o urbanismo paisajístico en español “contrapone al urbanismo tradicional, o más bien lo reconfigura” (García, M.

2015). Nace como la reconfiguración del urbanismo integrando el paisaje y las personas a la ciudad, se reflexiona en que el humano no es un robot con zonificaciones estrictas estáticas dependiendo de cada tipo de ciudad acorde a lineamientos urbanistas, más bien, es el resultado de la naturaleza integradora con valores ecológicos y culturales reconociendo la identidad de cada territorio (García, M. 2015). Pero no basta con saber el valor del paisaje, el urbanismo paisajístico dota de aspecto funcional, participativo, sostenible y con eficiencia de recursos creando rehabilitadas redes en respuestas a necesidades construyendo paisajes activos e integrados (García, M. 2015). Por tanto, la naciente agenda del urbanismo del siglo XXI es la coacción de la planificación y diseño desde el enfoque paisajístico (García, M. 2015).



Figura 26: El urbanismo paisajístico
Realizado por: Turenscape, 2019

Entendiendo lo que es urbanismo paisajístico, es indispensable definir lo que es la regeneración urbana paisajística, esta hace frente a los nuevos problemas de la sociedad actual, estos son el cambio climático, gestión de residuos y la ocupación del suelo, en ese contexto, la regeneración urbana paisajística reconstruye el entorno del hombre para hacer frente a los nuevos problemas globales y mitigarlos, esto conlleva cambios radicales en la forma de habitar del hombre (García, M. 2015). Los Planes Maestros generalmente proponen regenerar de forma urbana y urbana paisajística en la zona donde incida.



Figura 27: La regeneración urbana paisajística rehabilita espacios
Realizado por: Turenscape, 2019

1.2.3 Síndrome del río urbano

Cuando los Planes Maestros inciden en afluentes hídricas, es sumamente necesario conocer ese cuerpo de agua y sus propiedades, por tanto, el síndrome del río urbano es la pérdida de las características naturales de los ríos o canales producto de la urbanización, generalmente por acción de contaminación física, química, microbiológica o descargas de aguas residuales (Martín, R. Mijaíl, S. 2021). Como consecuencia, es imprescindible investigar la calidad del agua (López, 2015) para poder proyectar estrategias que quedarán plasmadas en los Planes Maestros.

1.2.3.1 Parámetros físicos de calidad de agua

Temperatura

Denota la energía que provoca la transferencia de calor acuático alterando las propiedades físico químicas. (Hernández, et al. 2016). Los cambios de temperatura provocan alteraciones en ecosistemas acuático afectando la velocidad de las reacciones químicas y solubilidad de gases disueltos (Sierra, C. 2011).

Turbiedad

Parámetro de que denota la existencia de sólidos coloidales orgánico e inorgánico, es provocado por la erosión y transporte de materia coloidal, fibras vegetales y descargas de aguas residuales (Fernández, 2012). Los turbidímetros fundamentados en principios nefelométricos miden la turbiedad registradas en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). La referencia usada para la medición es mezcla entre hexametiltetramina y sulfato de hidrazina (Sierra, 2011).

1.2.3.2 Parámetros químicos de calidad de agua

Potencial de hidrógeno

Es un indicador de acidez o basicidad de una sustancia dictaminada por la cantidad de iones libres de hidrógeno (H⁺) (Hernández, et al. 2016). Si el pH es bajo, el níquel, cobre, hierro, plomo, cadmio entre otros; aumentan su solubilidad incrementando la toxicidad del agua, en caso contrario, valores de pH entre 6 y 9 permite el desarrollo de vida acuática (Carrillo, & Urgilés, 2016).

Demanda bioquímica de oxígeno

Es la cantidad de oxígeno usada por los organismos presentes en el agua para degradar, estabilizar u oxidar la materia carbónica y nitrogenada (Milhelcic, Zimmerman, 2011). La DBO experimental somete a prueba la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de agua sellada a temperatura constante al inicio y final en un periodo de 5 días (Fernández, 2012).

Fosfatos

El fósforo es indispensable para el desarrollo de las plantas y los seres vivos en general, este indicador permite conocer la presencia de detergentes fosfatados en el agua (Aznar, 2000). En niveles superiores a 0.01 mg/l causa eutrofización, es decir, crecimiento acelerado de plantas y algas cayendo la cantidad de oxígeno disuelto y como consecuencia provoca olores desagradables (Sierra, 2011).

Nitratos

Forma más oxigenada del nitrógeno, se origina en la descomposición de sustancias orgánicas nitrogenadas. Si el agua presenta concentraciones superiores a 5 mg/l significa que existe contaminación por desechos animales, domésticos y escorrentía superficial (Sierra, C. 2011).

Sólidos totales

Es la materia que resulta después de evaporar el agua, se dividen en sólidos suspendidos y sólidos disueltos (Sierra, C. 2011). Los ST proceden de la erosión del suelo o fuentes domésticas, como consecuencia puede taponar sistemas de riego, afección de organismos que necesitan de la radiación solar, etc. (Sierra, 2011).

Oxígeno disuelto

Este parámetro es importante para la subsistencia de los organismos asociados a ecosistemas acuáticos (Milhelcic, Zimmerman, 2011). En niveles menores a 4 o 5 mg/l el agua desarrolla condiciones anaeróbicas, como consecuencia, pierde biodiversidad, malos olores y elevada turbidez (Milhelcic, Zimmerman, 2011). El oxígeno disuelto es menor cuando en ese recurso hídrico existe desechos industriales o domésticos sin tratamiento (Milhelcic, J., Zimmerman, 2011).

1.2.3.3 Parámetros microbiológicos de calidad de agua

Coliformes fecales

Las coliformes fecales se identifican por ser bacilos gram-negativos no esporulados con la potencialidad de fermentar la lactosa a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de 24 ± 2 horas y producir gases (Andrade, Carrión, 2018).

Se usan para dictaminar contaminación del agua proveniente heces provenientes de los humanos y animales (Sierra, 2011). Los efectos que puede causar la *Escherichia coli* puede variar y depende al tipo de cepa, dosis y susceptibilidad del individuo, como

consecuencia produce diarrea, siendo más común esto en países en vías de desarrollo al consumir agua con esta bacteria (UNAM, 2008).

1.2.3.4 Contaminantes del agua

Los contaminantes del agua es toda sustancia que altera las propiedades originales del agua, estas pueden ser aguas residuales, aguas municipales, las aguas tratadas poseen contaminación de forma mínima, aunque no como si no estuvieran tratadas, en las zonas agrícolas puede existir detergentes, pesticidas y fertilizantes que, al desembocar en los ríos o canales, contamina (Masters, G., Ela, W. 2008).

1.2.3.5 Residuos sólidos

Es basura insoluble en el agua proveniente de la de acciones humanas al depositar estas en el agua (Andrade, A., Carrión W. 2018).

1.2.3.6 Agua residual

Es agua que se empleó de forma doméstica, industrial, comercial, agrícola, pecuario u otra actividad que sufrió degradación a su calidad original (Tulsma, 2011).

1.2.3.7 Agua residual industrial

Este tipo de aguas residuales se generan en industrias, siendo el transporte, uso en los procesos de la industria o lavado lo más comunes, estos alteran las características propias del agua en su estado natural (Corona, 1976).

1.2.3.8 Aguas residuales domésticas

Es la mezcla del agua evacuada de casas, espacios públicos, instituciones, etc. Estas descargas contienen microorganismos y materia orgánica soluble o coloidal (Chalarca, Mejía, Aguirre. 2007).

1.2.3.9 Agua residual agrícola

Es el agua que se usa para realizar actividades agrícolas o ganadera, generalmente contienen en contaminantes pesticidas y fungicidas, en América Latina los agricultores

emplean agua cruda no tratada para sus cosechas (Silva, J., Torres, P., Madera, C. 2008).

1.2.3.10 Agua pluvial

Son aguas provenientes de las precipitaciones, están son conducidas en los sistemas de alcantarillados que en su paso arrastra lodos, basura y sedimentos, como consecuencia, tiene una incidencia significativa de contaminación (Ramalho, R. 2003)

1.2.4 Soluciones basadas en ingeniería

Si dentro del diagnóstico y análisis del Plan Maestro se encuentra que el cuerpo de agua urbano presenta contaminación por algún factor detallado con anterioridad, se debe buscar una solución para mitigar o eliminar la contaminación. Dentro de las soluciones basadas en la ingeniería para descontaminación de aguas residuales está la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). El objetivo principal es devolver el agua residual recolectada de la ciudad a las fuentes hídricas de tal manera que no contamine o altere procesos naturales (Rojas, 2002). Para determinar el diseño de una PTAR un criterio fundamental es conocer la calidad de aguas residuales a tratar (Rojas, 2002). Los métodos para tratar se los agrupa en dos grupos que son: operaciones unitarias y procesos unitarios. En el primero se aplican criterios físicos y en el segundo procesos químicos y biológicos (Rojas, 2002).

Según Rojas, R. 2002 pp. 12 – 16, destaca las etapas de tratamiento del agua residual en:

1.2.4.1 Tratamiento preliminar

Prepara las aguas residuales para proteger las instalaciones de sólidos gruesos, en la tabla 2 se muestra el proceso y objetivo del pretratamiento.

Tabla 1: Objetivos de los procesos de pretratamiento

Proceso	Objetivo
Rejas o tamices	Elimina sólidos gruesos
Trituradores	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravilla
Desengrasadores	Eliminación de aceites y grasas
Preaeración	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: Rojas, R. 2002.

1.2.4.2 Tratamiento primario

Remueve entre el 25 y 40% de carga orgánica de la DBO y entre el 50 y 65% de sólidos suspendidos (Rojas, 2002). Los tipos de tratamiento primario “son: sedimentación primaria, flotación, precipitación química, filtros gruesos, oxidación química, coagulación, floculación, sedimentación y filtración” (Rojas, 2002).

1.2.4.3 Tratamiento secundario

El tratamiento secundario disminuye la materia orgánica en sólidos sedimentables separados en tanques de decantación, el proceso más usado es por lodos activados (Rojas, R. 2002). En ese tratamiento también incluye lagunas de estabilización y aeradas o biológico usando oxígeno puro y tratamiento anaeróbico, tienen una eficacia remocional de la DBO entre el 85 % al 95%.

1.2.4.4 Tratamiento avanzado o terciario

Complementa los procesos anteriores logrando efluentes más puros, los “compuestos comúnmente removidos son: fosfatos y nitratos, huevos y quistes de parásitos, sustancias tóxicas activas, algas, bacterias y virus, radionúclidos, sólidos totales y disueltos y temperatura” (Rojas, 2002). En la tabla 4 se detalla la eficiencia remocional y su tratamiento.

Tabla 2: Procesos de tratamiento avanzando y eficiencia remocional

Proceso	Eficiencia remocional							
	SS	DBO	DQO	NH ₃	Norg	NO ₃	P0 ₄	STD
Arrastre de amoniaco				85-98				
Filtración								
Múltiple	80-90	50-70	40-60		20-40			
Diatomea	95-99							
Microfiltro	50-80	40-70	30-60		20-40			
Destilación	99	98-99	95-98		90-98	99	99	95-99
Flotación	60-80				20-30			
Congelación	95-98	95-99	90-99		90-99	99	99	95-99
Separación fase gas				50-70				
Aplicación en suelo	95-98	90-98	80-90	60-80	80-95	5-15	60-90	
Ósmosis inversa	95-98	95-99	90-95	95-99	95-99	95-99	95-99	95-99
Porción		50	40				99	10
Carbón activado	80-90	70-90	60-75		50-90			
Precipitación química	60-80	75-90	60-70	5-15	60-50		90-95	20
Precipitación química en lodo activado	80-95	90-95	85-90	30-40	30-40	30-40	30-40	10
Intercambio iónico		40-60	30-50	85-98	80-95	80-90	85-98	
Electroquímico	80-90	50-60	40-50	80-85	80-85		80-85	
Electrodialisis				30-50		30-50	30-50	40
Oxidación química		80-90	65-70	50-80				
Reducción						NO ₃ -NH ₃		
Asimilación bacteriana	80-5	75-95	60-80	30-40	30-40	30-40	10-20	
Desnitrificación						60-95		
Lagunas		50-75	40-60	50-90	50-90	50-90	50	
Nitrificación – desnitrificación						60-95		

Fuente: Rojas, R. 2002.

1.2.4.5 Desinfección

Eliminación de virus o bacterias previo a su disposición final, se lo realiza por procesos físicos, químicos, mecánicos y radiación, aunque el más usado químicamente es por cloro (Rojas, 2002).

1.2.4.6 Manejo de lodos

Es el resultante del tratamiento primario y secundario con alto contenido de materia orgánica en proceso de descomposición, de forma general, “los lodos provienen de la sedimentación primaria y representa entre el 0.22% y el 0.93% del volumen del agua residual y el contenido de sólidos volátiles es del 63% al 83%” (Rojas, 2002).

Para manejar los lodos se usa la incineración u oxidación para reducir la materia orgánica y la concentración, deshidratación y acondicionamiento para eliminar humedad (Rojas, 2002).

1.2.5 Soluciones basadas en la naturaleza (SBN)

Otra alternativa para mitigar o eliminar contaminantes de las aguas residuales son las SBN, estas surgieron para combatir el cambio climático, consiste en aprender de la naturaleza y cómo resuelven los problemas para aplicar a la realidad del ser humano, las SBN aportarían “hasta el 2030 el 37% de la mitigación de emisiones necesario a escala global para situarnos en el camino de limitar el calentamiento global a 2 °C” afirma el artículo científico Natural Climate Solutions de Griscom, Adams, Ellis et al, 2017. Existe tres grupos de SBN y son:

Con las masas forestales, que consiste en la reforestación, restauración de zonas altamente incididas por el hombre, volver ciudades a comunidades verdes y dotar el desarrollo de plantas y árboles (Arauz, C, Marzo, M. 2021).

Relacionas con pastizales y tierras agrícolas, significa en cultivar con bajas emisiones de “carbono en la reforestación de pastos o en la introducción de una alimentación animal libre de emisiones” (Arauz, Marzo, 2021).

Relacionadas con masas de agua y humedales, que son la recuperación de ecosistemas de agua contaminados, conservación de humedales y protección de la vida acuática (Arauz, Marzo, 2021). En esta investigación usará este tipo de SBN debido a que el Máster Plan incide en un canal contaminado. Las SBN están alineadas a varios ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU).

1.2.5.1 Fitorremediación

Dentro de las SBN relacionadas con las masas de agua y humedales, se encuentra la fitorremediación, el cual es un mecanismo que usa plantas para remover, estabilizar, transferir o destruir contaminantes presentes en el agua, suelos, lodos y sedimentos (Betancur, Lina, et al. 2005).

En la tabla 3 se analiza las ventajas y desventajas de la fitorremediación y la tabla 4 los tipos, procesos y la contaminación tratada.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la fitorremediación

Ventajas	Desventajas
Tecnología sustentable	Es un proceso relativamente lento
Eficiente para tratar diversos tipos de contaminantes in situ	(cuando las especies son de vida larga, como árboles o arbustos)
Aplicable a ambientes con concentraciones de contaminantes de bajas moderadas	Es dependiente de las estaciones
Es de bajo costo, no requiere personal especializado para su manejo ni consumo de energía	El crecimiento de la vegetación puede estar limitado por extremos de la toxicidad ambiental
Es poco perjudicial para el ambiente	Los contaminantes acumulados en las hojas pueden ser liberados nuevamente al ambiente durante el otoño (especies perennes)
No produce contaminantes secundarios y por lo mismo no hay necesidad de lugares para desecho	Los contaminantes pueden acumularse en maderas para combustión
Tiene una alta probabilidad de ser aceptada por el público, ya que es estéticamente agradable	No todas las plantas son tolerantes o acumuladoras
Evita la excavación y el tráfico pesado	La solubilidad de algunos contaminantes puede incrementarse, resultando en un mayor daño ambiental o migración de contaminantes
Tiene una versatilidad potencial para tratar una gama diversa de materiales peligrosos	Se requieren áreas relativamente grandes
Se pueden reciclar recursos (agua, biomasa, metales)	Pudiera favorecer el desarrollo de mosquitos (en sistemas acuáticos)

Fuente: Núñez, R. 2004

Tabla 4: Procesos de fitorremediación

Tipo	Proceso involucrado	Contaminación tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar los contaminantes en las partes cosechables (principalmente la parte aérea)	Diversas aguas contaminadas con cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio y zinc
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar los contaminantes a partir de efluentes líquidos contaminados y degradados compuestos orgánicos	Aguas contaminadas con cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc, isótopos radioactivos y compuestos fenólicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes se usan para reducir su movilidad y evitar el pasaje a capas subterráneas o al aire	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros, aguas residuales. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc, aguas residuales agropecuarias
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican los contaminantes o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración	Aguas residuales agropecuarias, aguas con mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.	Aguas residuales agropecuarias, municiones (TNT, DNT, RDX, nitrobenzénico, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados, DDT, pesticidas, fosfatos, fenoles y nitrilos, etc.

Fuente: Reigosa, 2004.

1.2.5.2 Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua)

El Jacinto de agua posee gran potencial para remover materia orgánica (Fernández, et al. 2005).



Figura 28: Jacinto de agua
Realizado por: Lema, S. 2018

Esta planta es catalogada como dañina ya que es invasiva (Lema, 2018). Debido a que su flor se extiende, impide el paso de luz al interior de las masas de agua cuando se encuentran en abundancia (Fernández, et al. 2005). Se debe mantener entre 20 a 30 grados centígrados y una humedad relativa al 90% para el desarrollo normal de la planta, de lo contrario, su reproducción es mermado o nulo (Fernández, et al. 2005).

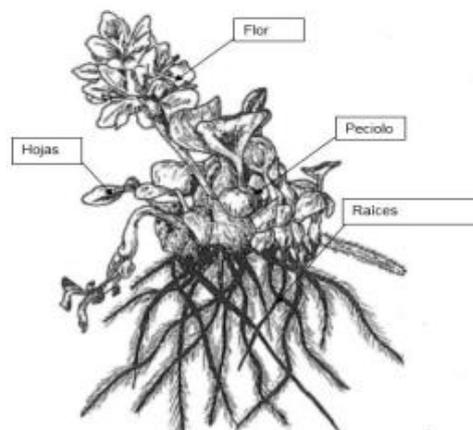


Figura 29: Morfología del Jacinto de agua
Realizado por: Lema, S. 2018

La puesta en marcha de estas macrófitas es muy conveniente en ambientes controlados por acción humana como en estanques de tratamientos de aguas residuales (Lema, 2018). Se puede usar como un sistema secundario no airado para PTAR o como terciario en la remoción de fósforo y nitrógeno (Fernández, et al. 2005). Esta planta también es usada para generar bioenergía por su facilidad para biodegradarse y celulosa (Rodríguez, A. et al. 2017). Las plagas que le puede afectar al Jacinto son los coleópteros, lepidópteros y hongos, también peces depredadores ((Fernández, G. et al. 2005).

Para la implementación de PTAR con Jacinto de agua es necesario grandes extensiones terreno en áreas con varios estanques con profundidades variables entre 0.4 a 1.8 metros (Crites, R. et al. 1998).

Ajayi, T., Ogunbayio, A. 2012 después de un ensayo experimental durante 5 semanas con Jacintos de agua en aguas residuales, concluyo que en promedio removió el 53.3% de sólidos suspendidos totales (SST), 64.41% para DBO, 65.4% de oxígeno disuelto (OD), 47.22% de nitrato-nitrógeno, 94.67% para cadmio y 30.30% para hierro. Como consecuencia, el Jacinto de agua es eficaz para eliminar contaminantes de las aguas residuales (Rezania, et al. 2015).

Martelo, J. y Lara, J (2012), en su estudio concluye que el Jacinto de agua logra reducir las DBO5 del 95% y 90.2% para el DQO, en los sólidos suspendidos disminuye entre 21% a 91%, en fosforo total y nitrógeno, alcanzan a remover entre el 91.7% y 98.5% respectivamente.

Finalmente, en el estudio experimental desarrollado por Alex Michael Cantuña Elizalde en el año 2019 en el canal El Macho usando Jacinto de agua llego a la conclusión que la planta reduce los niveles de pH en 17%, nitritos en 54%, turbidez es 94%, coliformes fecales en 87%, DQO en 19% y SST en 43% en un periodo de 20 días de tratamiento.

*1.2.5.2 Fitorremediación con *Chrysopogon Zizanioides* (Vetiver)*

Vetiver es una planta tropical que, a diferencia del Jacinto de agua, esta no es invasiva que para poder plantarla se necesita la raíz ya que forma flores, pero no semillas, su raíz puede alcanzar los 5 metros de profundidad misma que es efectiva para tratar aguas residuales (Darajeh, et al. 2019). En un experimento bajo laboratorio y con 30 plantas

de género Vetiver, eliminó el 96% de DBO y el 94% de DQO, también se encontró que tiene capacidades muy altas para remover y absorber nitrógeno y fósforo en un 71 y 98% respectivamente después de 4 semanas del tratamiento (Darajeh, et al. 2019). Dicha planta es tolerante a cambios de clima y olas de calor, además, puede eliminar metales pesados como el aluminio, arsénico, cadmio, plomo, entre otros (Truong and Baker, 2001). Su capacidad máxima de remoción es bajo humedales híbridos de flujo sub-superficial vertical y horizontal (Koech, et al. 2017). Otro estudio comparó con el Jacinto de agua y el vetiver en la remoción de amoníaco y fósforo, el Vetiver removió el 66.7% de amoníaco y 75.4% de fósforo mientras que el Jacinto 15.8% y 89.7% respectivamente, como conclusión él es más eficiente en remover amoníaco y el Jacinto con el fósforo (Darajeh, et al. 2019).

1.2.5.3 Biorremediación

Es el uso de microorganismos vivos para la depuración de suelos o aguas contaminados por acción del hombre, en aguas residuales se dividen en tres tecnologías principales y son: depuración natural, es decir, los contaminantes se reducen por microorganismos nativos, bioestimulación, donde se añaden nutrientes para potenciar la degradación de contaminantes y bioaumentación, que consiste en añadir microorganismos especializados para mejorar la eficiencia (Barrera, Mejía, 2018). Estos procesos para eliminar contaminantes del agua son de bajo impacto económico y ambiental (Barrera, Mejía, 2018).

1.2.5.4 Humedales

Los humedales son “terrenos cuyos suelos están permanente o periódicamente inundados o saturados” (López, et al 2010). Entre los beneficios que dotan están el hecho que aporta al ciclo hidrológico al regular los flujos de agua y ser fuente de abasto para la población o como tratamientos secundarios de aguas residuales, los humedales son reguladores de emisiones a la atmósfera (López, et al 2010). Existen humedales naturales y artificiales creados por el hombre para un fin, estos pueden ser: humedales construidos basados en macrófitas flotantes (*Eichhornia Crassipes*, *Lemna Minor*), macrófitas de hojas flotantes (*Nymphaea Alba*, *Potamogeton Gramineus*), macrófitas sumergidas (*Littorella Uniflora*, *Potamogeton Crispus*) y con macrófitas emergentes (*Thypha Latifolia*, *Phragmites Australis*) (Arias, 2003).

1.2.5.5 Manglares

Los manglares permiten absorber y regular el agua, trata desechos residuales y potencia la producción de alimentos y vida de ecosistemas (Calderón, Aburto, Ezcurra.,2009).



Figura 30: Las raíces de los mangles
Realizado por: Calderón, C. Aburto, O. Ezcurra, E. 2009

Olguín, et al (2007) afirma que en los ecosistemas de manglares se desarrollan sistemas complejos de vida, siendo esta el habitat para moluscos, cangrejos o variedad de peces, también, las raíces del manglar actúan como esponja al retener cantidades de agua.

En la investigación desarrollada por Jhonatan Caballero Peluffo y Reynaldo Osorio Fernández (2016) usaron el mangle rojo como sistema de tratamiento de aguas residuales como humedales, ellos afirman que “los coliformes totales y fecales en este tipo de humedales con la vegetación utilizada es recomendable cumpliendo la norma colombiana”. Esta especie tiene la capacidad de resistir a altas concentraciones de sal, además, las remociones de carga orgánica fueron superiores al 80%.

En Ecuador los bosques de mangles abarcan 157.094 ha (Pernía, et al. 2019), en esas hectáreas se encuentran “*Rhizophora mangle* (mangle rojo), *R. racemosa*, *R. x harrisonii*, *Laguncularia racemosa* var. *racemosa*, *L. racemosa* var. *glabriflora*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*” (Cornejo, 2014), lamentablemente estos ecosistemas de manglares poseen de contaminación por hidrocarburos, metales pesados, deforestación, minería, etc. (Pernía, et al. 2019).



Figura 31: Áreas de manglares
Realizado por: SGMC, 2016

1.3 Marco Normativo

La presente sección abordará las normas que regulan la implementación del Máster Plan. Se divide en dos que son la de calidad de agua y normas urbanas.

1.3.1 Normas de calidad de agua

La Tulsma (norma que rige el agua y la calidad para los diferentes usos en Ecuador) en la tabla 2 página 14 (en este documento tabla 6) afirma los criterios de calidad de agua admisibles para la vida acuática, de no estar los valores dentro de los rangos, la vida acuática no puede mantenerse.

Tabla 6: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterios de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Cadmio	Cd	Mg/L	0.001	0.005
Oxígeno disuelto	OD	% de saturación	Mayor que 80	Mayor que 60
Plomo	Pb	Mg/L	0.001	0.001
Nitritos	NO ₂	Mg/L	0.2	-
Nitratos	NO ₃	Mg/L	013	200
Demanda química de oxígeno	DQO	Mg/L	40	-
Sólidos suspendidos totales	SST	Mg/L	Max incremento de 10% de la condición natural	-
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6.5 – 9	6.5 – 9.5

Fuente: Tulsma, 2015

En la tabla 9 página 21 y 22 (en este documento tabla 7) menciona los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	Mg/L	30.0
Alkil mercurio		Mg/L	No detectable
Aluminio	Al	Mg/L	5.0
Arsénico total	As	Mg/L	0.1
Bario	Ba	Mg/L	2.0
Boro total	B	Mg/L	2.0
Cadmio	Cd	Mg/L	0.02
Cianuro total	CN	Mg/L	
Cinc	Zn	Mg/L	5.0
Cloro activo	Cl	Mg/L	0.5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	Mg/L	0.1
Cloruros	Cl	Mg/L	1000
Cobre	Cu	Mg/L	1.0
Cobalto	Co	Mg/L	0.5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 MI	2000
Color real	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	Mg/L	0.2
Cromo hexavalente	Cr+6	Mg/L	0.5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO	Mg/L	100

Demanda química de oxígeno	BQO	Mg/L	200
Estaño	Sn	Mg/L	5.0
Fluoruros	F	Mg/L	5.0
Fósforo total	P	Mg/L	10.0
Hierro total	Fe	Mg/L	10.0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	Mg/L	20.0
Manganeso total	Mn	Mg/L	2.0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	Mg/L	0.005
Níquel	Ni	Mg/L	2.0
Nitrógeno amoniacal	N	Mg/L	30.0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	Mg/L	50.0
Compuestos organoclorados	Orfanoclorados totales	Mg/L	0.05
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	Mg/L	0.1
Plata	Ag	Mg/L	0.1
Plomo	Pb	Mg/L	0.2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	Mg/L	0.1
Sólidos suspendidos totales	SST	Mg/L	130
Sólidos totales	ST	Mg/L	1600
Sulfatos	(SO ₄)-2	Mg/L	1000
Sulfuros	S-2	Mg/L	0.5
Temperatura	Grados centígrados		Condición natural +/- 3

Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	Mg/L	0.5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	Mg/L	1.0

Fuente: Tulsma, 2015

En la norma del agua peruana 2017 en la página 18 categoría 4 (en este documento tabla 8) se destaca los límites permisibles de lagunas y lago, así como en ambientes de los ríos en la costa y sierra, esos límites si se sobrepasan provoca la muerte del ambiente acuático.

Tabla 8: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Unidad de medida	E1: Laguna y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Aceites y grasas	Mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Mg/L	5	10	10	15	10
Potenical de hidrógeno	Unidades de pH	6.5 – 9	6.5 – 9	6.5 – 9	6.8 – 8.5	6.8 – 8.5
Conductividad	Us/cm	1000	1000	1000	-	-

Fuente: Norma Peruana, 2017

En el libro titulado “Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados” (2010) en la página 34 afirma que, para plantas de tratamiento de aguas residuales se debe proyectar la población que usará esa PTAR entre 20 a 25 años, es decir, esa PTAR debe funcionar correctamente esa cantidad de tiempo.

1.3.1 Normas urbanas

En la fase III volumen 2 del PUGS (Plan de Uso y Gestión de Suelo) de Machala la sección 4 Aprovechamiento del suelo literal E, bajo uso del suelo de protección o conservación dictamina que, para la protección de los esteros y canales de la ciudad, se dejará libre 5 metros medido desde el borde a los dos lados del canal o estero, no permite ningún tipo de construcción. El PUGS reconoce que la ciudad desemboca las aguas residuales al canal El Macho, siendo este identificado como zona de estudio de especial protección. La zona de estudio en micro es zona urbana no consolidada.

El PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial) del cantón Machala afirma que no cuenta con espacios públicos suficientes (1.3.6 Modelo territorial – componente sociocultural párrafo 4, Pp. 208), las zonas aledañas al canal El Macho son inundables (hidrología – literal d, pp. 133)(la inundabilidad se profundizará en el capítulo 2), existe deforestación de los ecosistemas de manglares para situar piscinas de camarónicas (Suelo – literal d, pp. 111), existe un proyecto de PTAR para el norte de la ciudad pero no especifica el lugar exacto en donde se emplaza (ficha de proyecto, Pp. 411) y existe un proyecto de creación de ciclovías como movilidad alternativa (ficha de proyecto, pp. 418). En cuanto a asentamientos humanos, reconoce que los asentamientos del barrio Aguador son de riesgo de inundabilidad y se planea la reubicación ofreciendo programas de asentamientos humanos planificados (1.3.4, Componente de asentamientos humanos página 150 - 198), sin embargo, no proponen un sitio específico para la reubicación. Finalmente, este documento planea dotar con los servicios básicos a toda la zona de estudio (3.3 Políticas para el desarrollo territorial - cuadro de asentamientos humanos, página 326).

A nivel de Ecuador las normativas en base a la constitución del 2008 son:

Art. 14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Art. 23. “Las personas tienen derecho a acceder y participar del espacio público como ámbito de deliberación, intercambio cultural, cohesión social y promoción de la igualdad en la diversidad. El derecho a difundir en el espacio público las propias expresiones culturales se ejercerá sin más limitaciones que las que establezca la ley, con sujeción a los principios constitucionales”.

Art. 31. “Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía”.

La ley orgánica de recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua de 2014 afirma:
Art. 1. “Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria”.

La secretaria nacional de planificación mediante el plan de creación de oportunidades 2021-2025 bajo el eje de transición ecológica hace especial énfasis a los recursos naturales, conservación de los ecosistemas y el patrimonio natural, con objetivos que son:

Objetivo 11: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales.

Objetivo 12: Fomentar modelos de desarrollo sostenible aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Objetivo 13: Promover la gestión integral de los recursos hídricos.

1.4 Marco referencial

En esta sección identificará las estrategias que usaron en otras partes del mundo relacionadas con regeneraciones urbanas paisajísticas en fuentes hídricas contaminadas. Al finalizar se hará un cuadro resumen de los referentes con las estrategias que implementaron, así como la crítica de cuales son aplicables para la realidad de la zona de estudio del Máster Plan para el canal El Macho.

1.4.1 Parque de Sanya



Figura 32: Parque de manglares de Sanya
Realizado por: Turenscape, 2019

La información recopilada está en el sitio web de Turenscape.

Ubicación: Sanya – China

Responsable: Kongjian Yu

Año: 2016

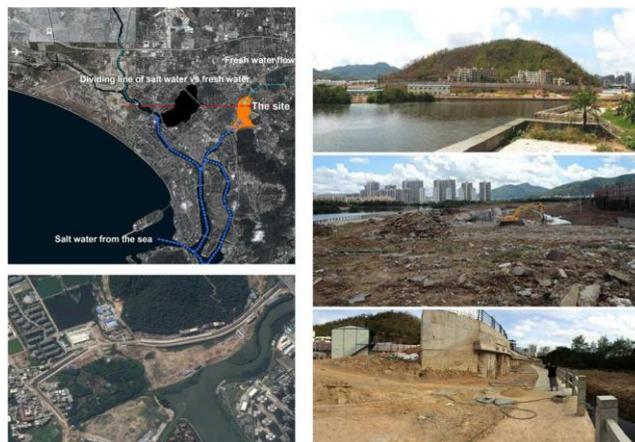


Figura 33: Contaminación
Realizado por: Turenscape, 2019

En donde se emplaza el Máster Plan del parque de Sanya existía contaminación de su cuerpo de agua producto de las aguas residuales de la ciudad, también, la deforestación de manglares y muros de hormigón para contener las inundaciones. Ante esto problemáticas, las estrategias que propusieron fueron:

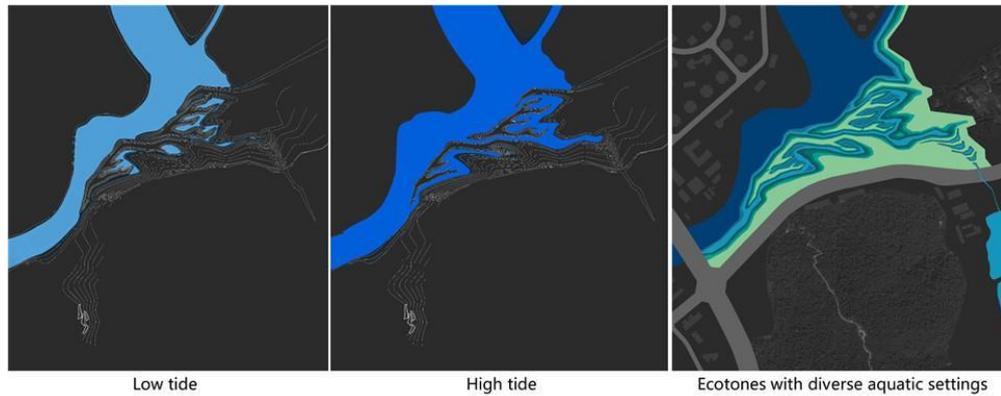


Figura 34: Cursos de agua
Realizado por: Turenscape, 2019

Para contener las inundaciones, la estrategia fue cursos de agua, esto permite que el agua siga estos nuevos cauces y que no se concentren solo en el cauce original. Para la deforestación de manglares, la estrategia fue la reforestación de todos los cursos de agua con manglar, de esta manera estas plantas servían como esponjas naturales y contenían el agua (figura 34).

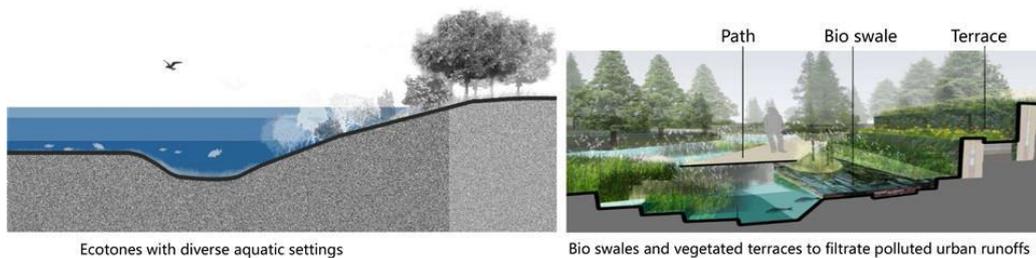


Figura 35: Ecotonos y cursos de agua
Realizado por: Turenscape, 2019

Para descontaminar las aguas residuales, la estrategia fueron ecotonos, bio-zanjas o humedales y terrazas verdes con manglares y macrófitas (vetiver), de esta manera mediante el uso de SBN con plantas y las raíces con la capacidad de destruir contaminantes presentes en el agua, mitigaron la contaminación del río (figura 36).



Figura 36: Zonas de estancia
Realizado por: Turenscape, 2019

En los cursos de agua reforestados con manglar, crearon un sistema de caminerías de recorridos orgánicos con estancias, de esta manera las personas pueden recorrer todo el proyecto y en esas estancias apreciar el paisaje urbano que también sirven como puntos de encuentro y descanso.

1.4.2 Parque Houtan de Shanghái

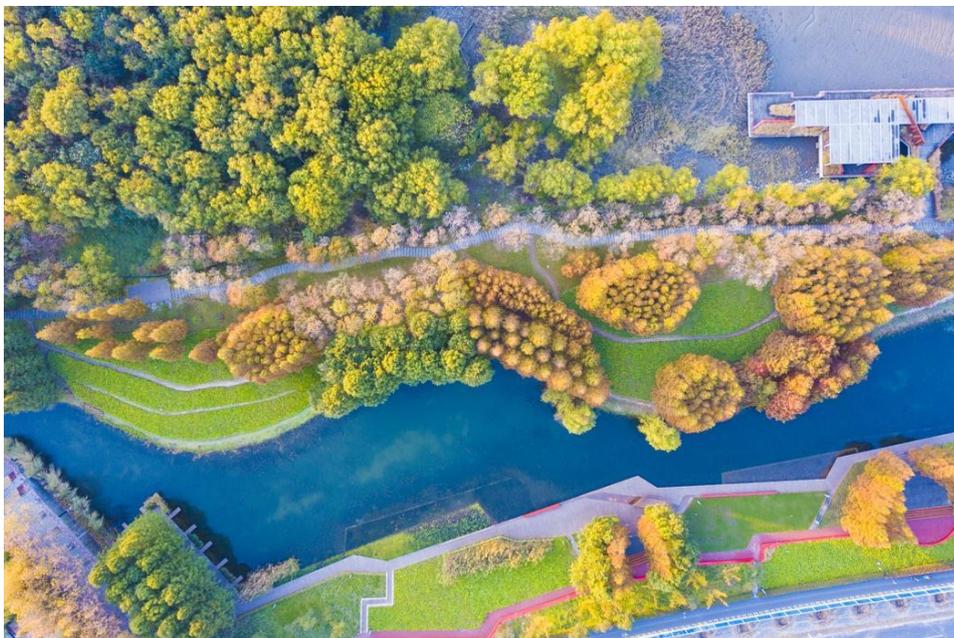


Figura 37: Vista superior del proyecto
Realizado por: Turenscape, 2019

La información recopilada está en el sitio web de Turenscape.

Ubicación: Shanghái – China

Responsable: Turenscape

Año: 2010



Figura 38: Problemáticas
Realizado por: Turenscape, 2019

El Máster Plan del parque de Houtan de Shanghái se emplazó en zonas que eran industriales, las problemáticas que se encontraban eran residuos metálicos de las fábricas que existían, así como vestigios de sus estructuras, el río contaminado por la actividad industrial que se realizaba y de descargas puntuales de la ciudad, el sitio de intervención era lineal con anchos promedios entre 30 a 80 metros. Las estrategias que usaron para solventar las problemáticas fueron:

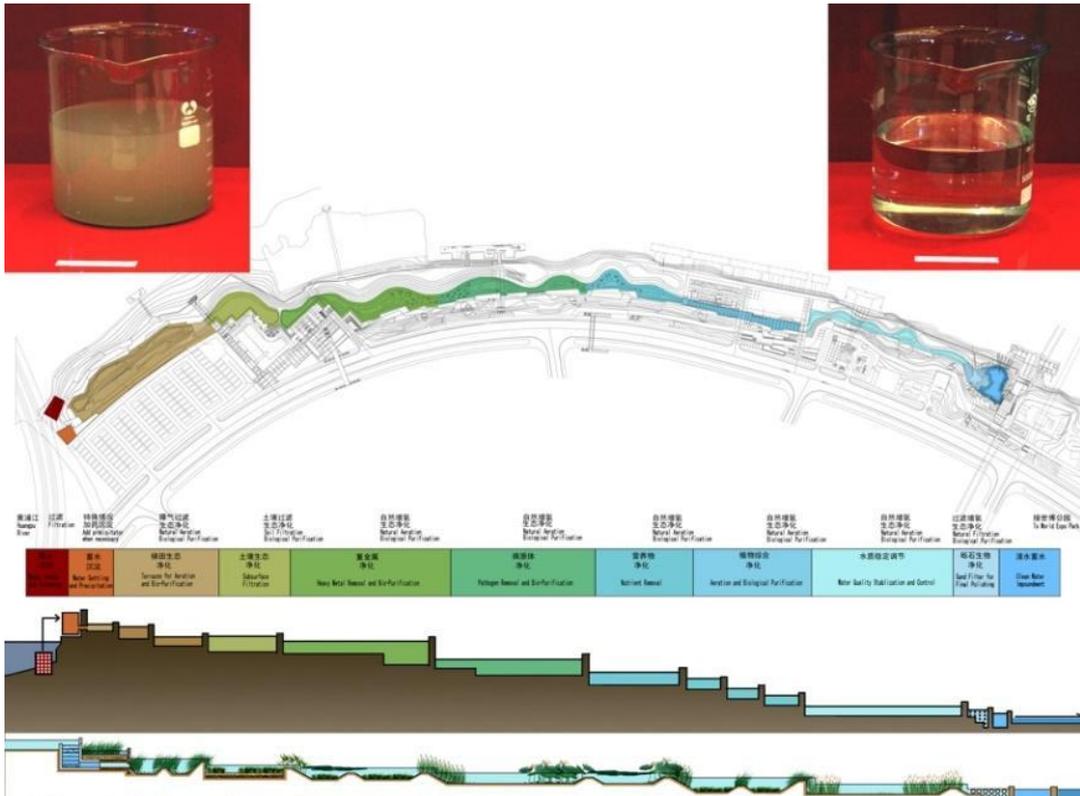


Figura 39: Estrategias de humedales
Realizado por: Turenscape, 2019

Para descontaminar el río y contener las inundaciones, crearon un sistema de humedales artificiales de flujos superficiales y sub-superficiales usando macrófitas emergentes, de esta manera, se aprovechó el largo del proyecto provocando que las aguas al incidir la zona de intervención sean contaminadas, pero al pasar y finalizar la zona de incidencia del proyecto, sean descontaminadas por los sistemas de humedales.



Figura 40: Huertos urbanos
Realizado por: Turenscape, 2019

Para mitigar la contaminación por la actividad industrial, crearon huertos urbanos junto a las caminerías, de esta manera, usando abono y la biomasa de las mismas plantas, revirtieron los efectos contaminantes producto de la actividad industrial.



Figura 41: Estancias de sombra
Realizado por: Turenscape, 2019

Finalmente, materiales y estructuras que aún existían de las fábricas, rehusaron para crear zonas de estancias o sombra a lo largo del proyecto, como consecuencia, se conservó la identidad industrial histórica que tenía el sitio, pero con todas las nuevas estrategias implementadas y eliminando los contaminantes en las aguas del río.

1.3.2 Puerto Hualtaco



Figura 42: Puerto Hualtaco
Realizado por: GAD Huaquillas

Información obtenida del documento “Plan de manejo manglares de Hualtaco”.

Ubicación: Huaquillas – Ecuador

Responsable: Fundación ecológica arcoíris

Año: 2009



Figura 43: Contaminación de los manglares y del río Zarumilla
Realizado por: GAD Huaquillas

El Plan de manejo manglares de Hualtaco describe que su zona de incidencia tenía problemáticas como: deforestación de los ecosistemas de manglares y contaminación por metales pesados, basura constante del canal Zarumilla y abandono del espacio público producto de los malos olores que generaba las aguas contaminadas. Las estrategias ante estas problemáticas fueron:



Figura 44: Recolección de basura
Realizado por: Ministerio de transporte y obras públicas

Para remediar la deforestación y contaminación por metales pesados, como estrategia, se reforestó con mangle rojo, este tiene la capacidad de eliminar contaminantes por metales pesados y su vez se recuperó el ecosistema de manglares.



Figura 45: Limpieza del río Zarumilla
Realizado por: Ministerio de transporte y obras públicas

Para remediar la basura constante y como consecuencia malos olores del río Zarumilla, junto a la comunidad se hicieron varias mingas para la recolección de la basura, de esta manera el canal quedó libres de residuos.



Figura 46: Malecón del Puerto Hualtaco
Realizado por: Ministerio de transporte y obras públicas

Para la recuperación del espacio público, como estrategia se creó el malecón del Puerto Hualtaco, este malecón tiene estancias y ejes comerciales, también, caminerías con balcones para observar el paisaje.



Figura 47: Puerto Hualtaco
Realizado por: Ministerio de transporte y obras públicas

También, volvió a resurgir el puerto, de esta manera los pescadores podían pescar y dejar sus lanchas, ya no en mar adentro, si no en el puerto, apropiándose de las riberas de Puerto Hualtaco.

1.3.3 Estero Salado



Figura 48: Estero Salado
Realizado por: Primicias

Información obtenida del documento “Programa de recuperación del Estero Salado”

Ubicación: Guayaquil – Ecuador

Responsable: GAD Guayaquil

Año: 2003 – 2005



Figura 49: Contaminación del Estero Salado
Realizado por: Diario Expreso

El Máster Plan para el Estero Salado en Guayaquil pretendía solucionar problemáticas como: deforestación de los ecosistemas de manglares por acción del hombre, contaminación del estero producto de las aguas residuales y basura, finalmente, espacio público olvidado. Ante esto, el Máster Plan propuso:



Figura 50: Contaminación del Estero Salado
Realizado por: Ministerio del medio ambiente

La basura flotante se logró erradicar mediante la estrategia de involucramiento de sectores sociales, de esta manera, personas de distintos grupos a favor de la naturaleza y con la guía del GAD, recolectaron todos los residuos presentes en el estero.



Figura 51: Contaminación del Estero Salado
Realizado por: Diario Expreso

Para mitigar la deforestación, se reforestó con 4 tipos de manglares todo el ecosistema, de esta manera, se recuperaron todas las plantaciones de manglar.



Figura 52: PTAR convencional para las aguas residuales

Realizado por: GAD Guayaquil

Para las descargas puntuales de aguas residuales que desembocaban en el estero, se construyó una PTAR de lodos activados. De esta manera, se pretendía tratar las aguas residuales de esa zona para que, al momento de desembocar en el estero, no altere los procesos naturales.



Figura 53: Malecón del Estero Salado

Realizado por: La Nación

Finalmente, se creó el proyecto del malecón del Estero Salado, este proyecto contiene caminerías, estancias, ejes comerciales, balcones, miradores y pasos peatonales que permiten conectar al peatón entre ambos lados del estero, también lo usuarios podrían hacer usos de las aguas para navegar.

Entendiendo los referentes expuestos y las estrategias, se procede a hacer un cuadro resumen y la crítica respectiva si será aplicable para el Máster Plan.

Tabla 9: Resumen de estrategias

Referente	Problemática	Estrategia	Aplicable para el Máster plan
Máster Plan del Parque de Sanya	Inundaciones	Cursos de agua	No (Machala no cuenta con elevaciones pronunciadas)
	Deforestación	Reforestación con manglar	Si
	Contaminación del río por descargas de aguas residuales	Sistemas de humedales, bio-zanja y ecotonos	Si
	Abandono del espacio público	Sistemas de caminerías con estancias	Si
Master Plan del parque de Houtan de Shanghai	Contaminación del río por residuos industriales	Humedales de flujo superficial y sub-superficial con macrófitas emergentes	Si
	Suelo contaminado por actividad industrial	Huertos urbanos empleando abono y biomasa	Si
	Material y vestigios de las estructuras de las fábricas que existían	Reutilización de los materiales y estructuras para zonas de estancia y sombra, de esta manera se conservó la identidad	Si
Máster Plan del Puerto Hualtaco	Deforestación de manglares	Reforestación de manglares con mangle rojo	Si
	Presencia de metales pesados en las aguas	El mangle rojo tiene propiedades para eliminar contaminantes de metales pesados	Si
	Basura en el canal y malos olores	Recolección de la basura del canal	Si
	Espacio público olvidado	Proyecto del malecón con estancias y un puerto para Hualtaco	Si
Programa de recuperación del Estero Salado	Basura flotante y desechos	Recolección de todos los desechos	Si
	Pérdida de los ecosistemas de manglares	Reforestación con 4 tipos de mangles que existían en el sitio	Si
	Presencia de aguas residuales de la ciudad al estero	PTAR de lodos activados	Si

	Espacio público segregado	Proyecto del malecón del Estero Salado	Si
--	---------------------------	--	----

Realizado por: Rodríguez, 2023

Tabla 10: Resumen de estrategias

Resumen de estrategias potenciales para el Máster Plan del canal El Macho
1. Reforestación para remediar deforestación
2. Sistema de humedales artificiales de flujo sub-superficial para descontaminar aguas residuales
3. Dotar de función a los espacios públicos y que los pobladores se apropien de dicho espacio
4. Huertos urbanos usando su biomasa como abono
5. Reuso de materiales o usar de la zona para conservar la identidad local
6. Alineado al punto 2, otra solución es una PTAR para descontaminar aguas residuales
7. Uso del mangle rojo para eliminar residuos de metales pesados en las aguas residuales
8. Alineado al punto 3, que es espacio público tenga caminerías y puntos de estancia que recorran todo y que las personas se apropien del espacio.

Realizado por: Rodríguez, 2023

El sustento de las estrategias potenciales se verá solidificado en el capítulo de la propuesta, esto debido a que en el capítulo de análisis y diagnóstico se le hace la radiografía al territorio para detectar las problemáticas y su síntesis y en la propuesta las estrategias para remediar los problemas, sin embargo, este análisis de referentes sirve para partir y tener noción de estrategias que han funcionado bajo realidades similares al canal El Macho y proyectarlas en el Máster Plan.

De estos referentes y su análisis, se concluye que espacios públicos con presencia de cuerpos de aguas contaminadas, mediante un Máster Plan que integre estrategias urbanas, paisajísticas e hidrológicas, pueden regenerar o mitigar la contaminación, brindar espacio público de calidad y que esté integrado a la ciudad.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

El presente capítulo profundizará en el análisis urbano paisajístico, así como en calidad de agua.

2.1 Ubicación y delimitación de la zona de estudio

La zona de estudio geográficamente se ubica en:

A nivel continental, en el continente de América del Sur



Figura 54: América del Sur
Realizado por: Rodríguez, 2023

A nivel regional, en el país de Ecuador.



Figura 55: Ecuador
Realizado por: Rodríguez, 2023

A nivel provincial, en la provincia de El Oro.



Figura 56: El Oro
Realizado por: Rodríguez, 2023

A nivel cantonal, en el cantón Machala, este nivel es importante ya que es la escala macro de análisis urbano paisajístico.

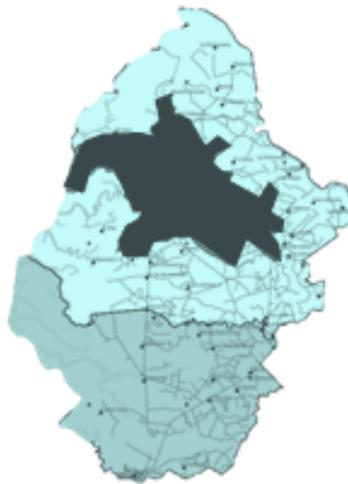


Figura 57: Machala
Realizado por: Rodríguez, 2023

A nivel local, en la ciudad de Machala, este nivel es importante ya que es la escala meso de análisis urbano paisajístico.



Figura 58: Ciudad de Machala
Realizado por: Rodríguez, 2023

A nivel de la zona de estudio, es lo tramos comprendidos entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares con un recorrido del canal de 3.5 kilómetros de largo, este nivel es importante ya que es la escala micro de análisis urbano paisajístico y es donde se proyectará el Máster Plan de regeneración urbano paisajística para el canal El Macho.

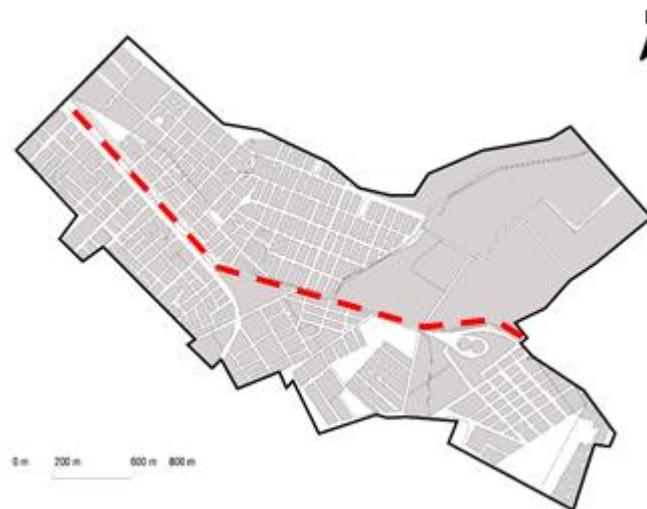


Figura 59: Zona de estudio
Realizado por: Rodríguez, 2023

Entendiendo de forma clara la ubicación geográfica de la investigación, las escalas de análisis y la zona de estudio donde se proyectará el Máster Plan. se procede a hacer el análisis urbano paisajístico en sus diferentes escalas.

2.2 Análisis urbano paisajístico

2.2.1 Escala macro

A esta escala cantonal, se pretende lograr un análisis de inundabilidad, áreas prioritarias de conservación de los cuerpos de agua y la ubicación de los ecosistemas de manglares existentes, bajo cada análisis existen las conclusiones que pueden servir para el Máster Plan.

Amenaza de inundaciones

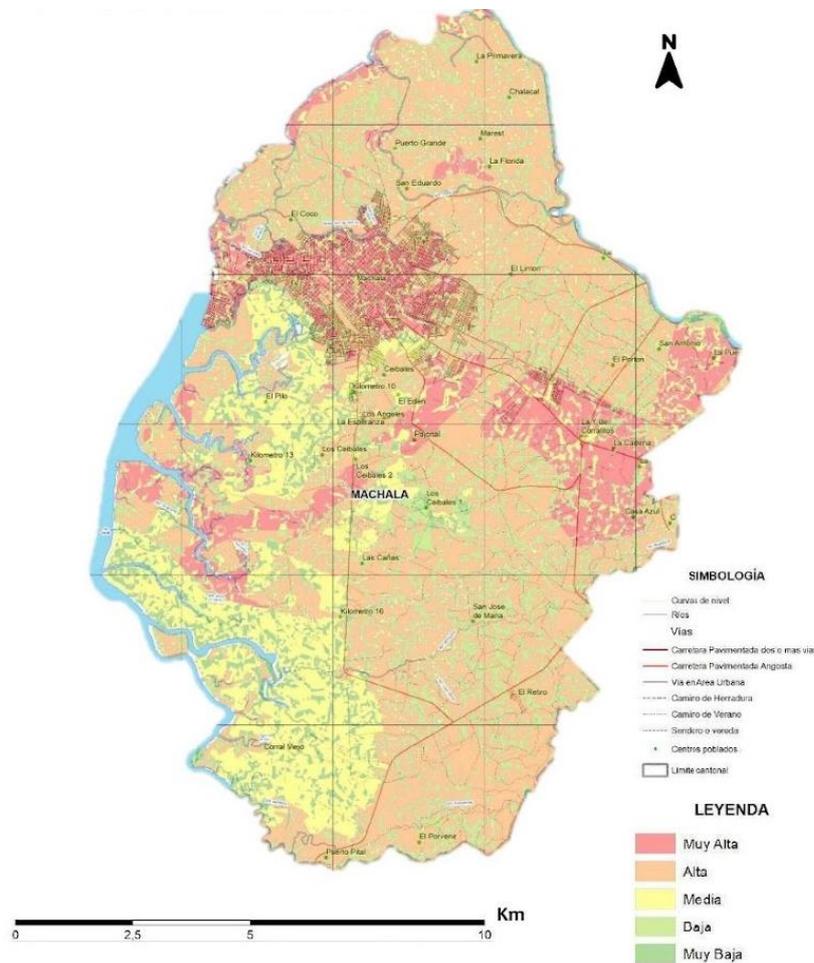


Figura 60: Inundabilidad
Realizado por: Rodríguez, 2023

En esta cartografía se encuentra la amenaza de inundaciones, esto debido a que al ser una ciudad costera y colindando con el océano pacífico, su elevación no es pronunciada y varía entre los 4 a 6 m.s.n.m en promedio, se destaca que Machala como ciudad tiene una amenaza entre media a muy alta de inundabilidad mientras que en el resto del

cantón se encuentra entre media y alta, pero en las zonas cercanas a canales el riesgo es alto. De este análisis se concluye que Machala se encuentra emplazado en una zona de inundabilidad alta debido a su falta de elevación sobre el nivel del mar, la cercanía al océano y fuentes hídricas como canales y ríos. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere estrategias para combatir la inundabilidad latente en el cantón.

Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el cantón y cuerpos de agua

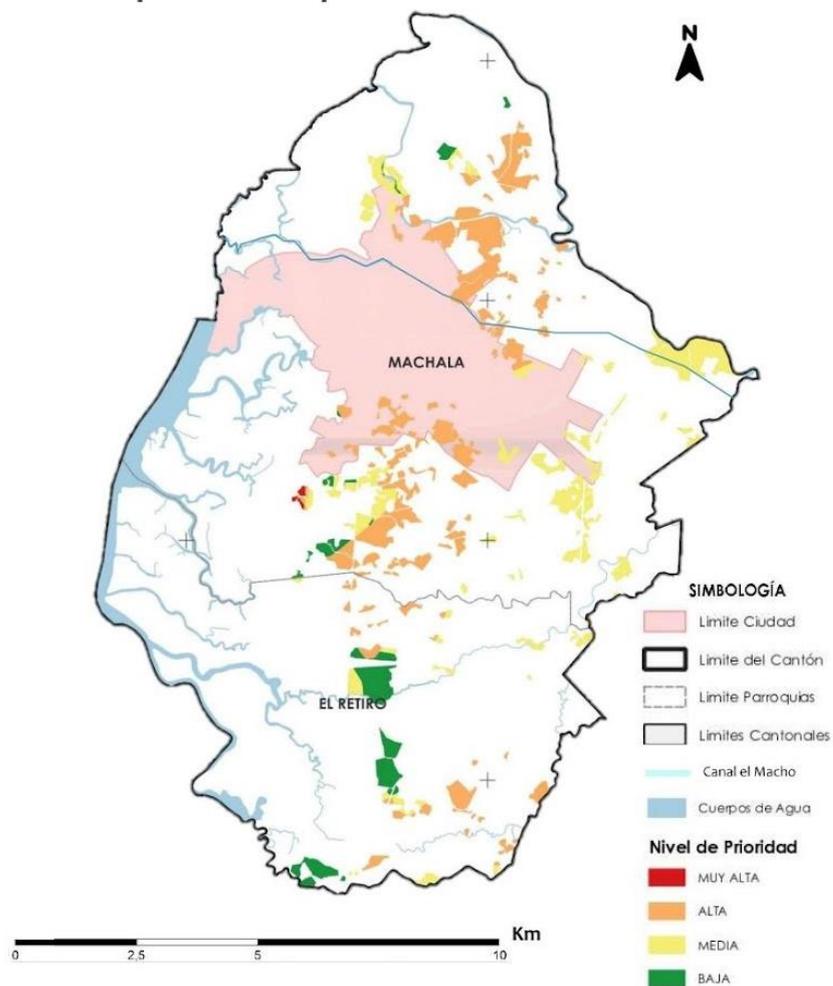


Figura 61: Cartografía
Realizado por: Rodríguez, 2023

Esta cartografía plasma que existen zonas cercanas a la ciudad con nivel de protección media – alta en conservación de la biodiversidad, esto debido a que se encuentran bosques menores como manglares y montes nativos, también se observa que las zonas aledañas a los cuerpos de agua tienen prioridad de conservación baja – media, como

consecuencia, no se conservan esos ecosistemas y las fuentes hídricas son contaminadas por acción del hombre. El canal “El Macho” recorre todo el norte del cantón desembocando en el océano, desde su nacimiento en Pasaje recorriendo 14 km. De este análisis se concluye que Machala no cuenta con extensas zonas dentro de su límite cantonal para la protección y conservación de la biodiversidad y los cuerpos de agua, esto es debido a que las áreas de conservación son desplazadas por plantaciones de monocultivo (banano). Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere estrategias para delimitar franjas de protección a los cuerpos de agua y canales.

Ecosistemas de manglares

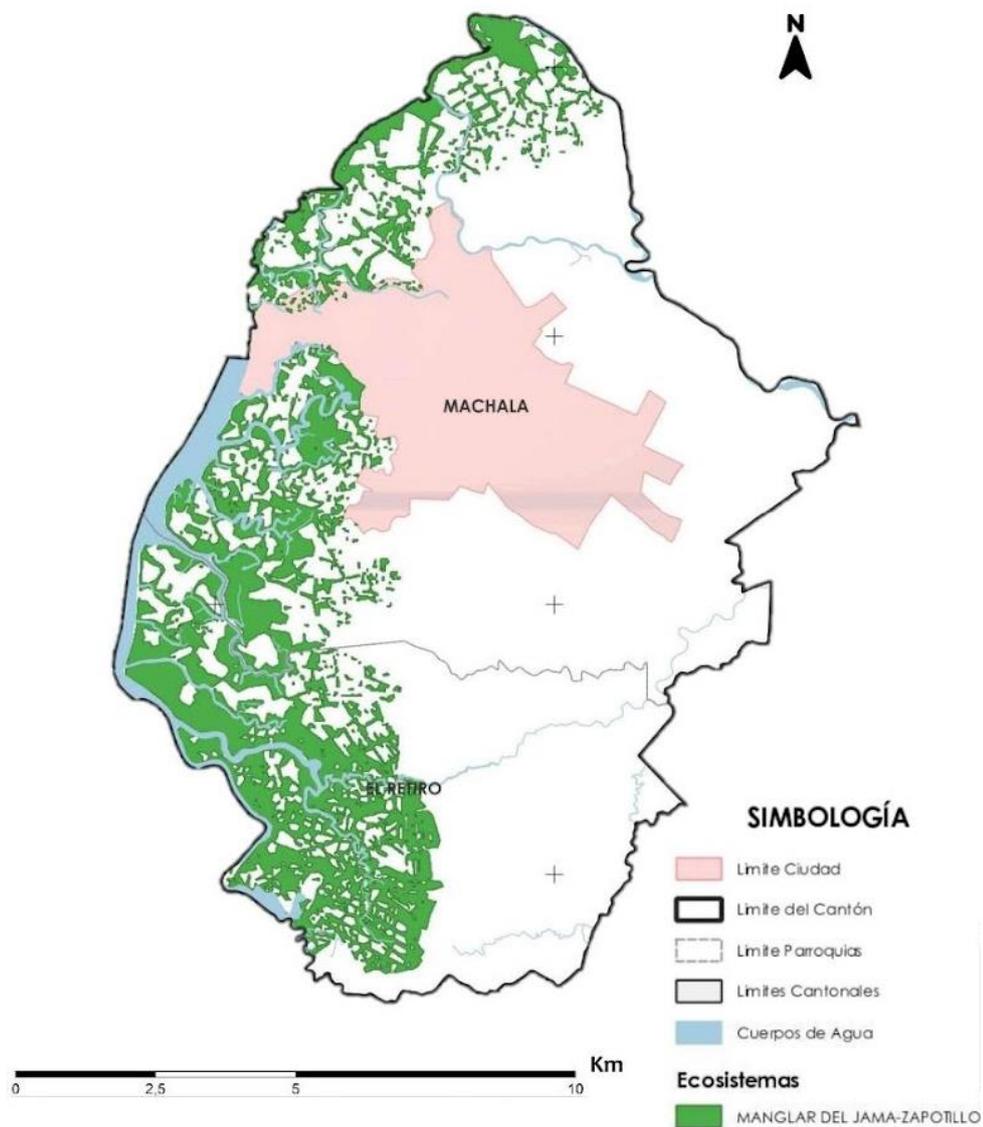


Figura 62: Ecosistemas de manglares
Realizado por: Rodríguez, 2023

Esta cartografía de los ecosistemas de manglares presentes en el cantón, analiza que todos son en las zonas cercanas al océano pacífico ya que los manglares son plantaciones que deben estar constantemente inundadas por aguas. Se observa también que dentro de la mancha urbana de la ciudad de Machala no existen ecosistemas de manglares, debido a que estos son desplazados por los asentamientos humanos. Finalmente, se analiza que las afluentes hídricas adentradas al cantón no cuentan con manglares. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere estrategias para recuperar los ecosistemas de manglares dentro de la mancha urbana.

2.2.2 Escala meso

A esta escala de la ciudad, se analizará los cuerpos de agua y sus afluentes, movilidad, equipamientos, áreas verdes e hitos y el transporte público, bajo cada análisis existen las conclusiones que pueden servir para el Máster Plan.

Cuerpos de agua y afluentes hídricas

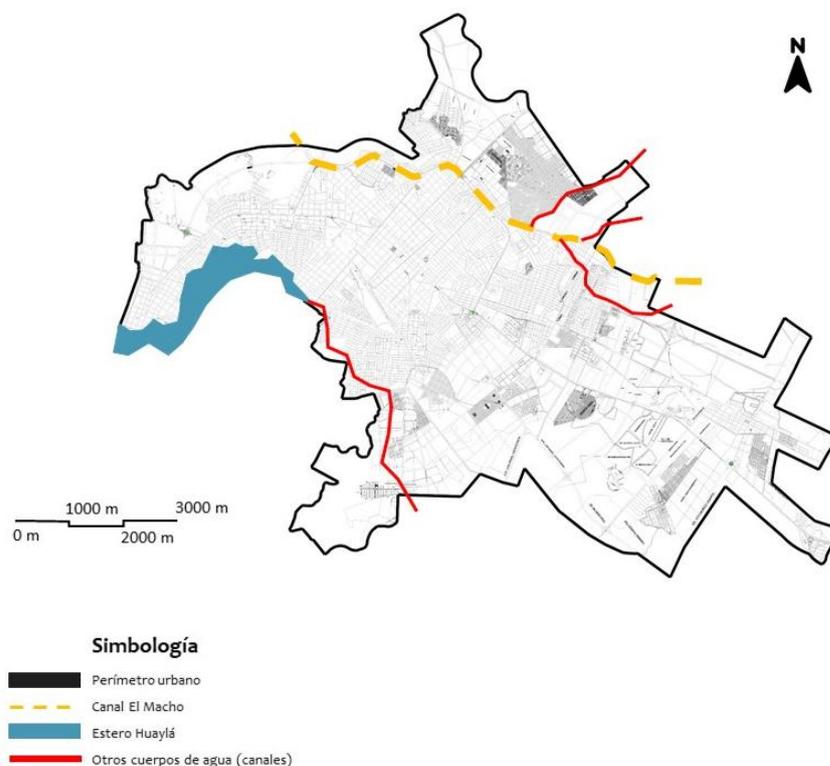


Figura 63: Cuerpos de agua
Realizado por: Rodríguez, 2023

La mancha urbana de Machala está limitada por el perímetro urbano, al norte y sur por zonas destinadas a la producción agrícola y camaroneras, al este por el cantón Pasaje y al oeste con el océano pacífico. Al sur se observa dónde está ubicado el estero Huaylá con una afluyente hídrica adyacente, dicho estero también se encuentra contaminado por aguas residuales. Por otra parte, el canal El Macho recorre todo el norte urbano de Machala con sentido de recorrido del agua de este a oeste y contando con 3 afluentes hídricas adyacentes. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere que en la zona de estudio está la presencia de la afluyente hídrica del canal El Macho y sus canales adyacentes.

Movilidad

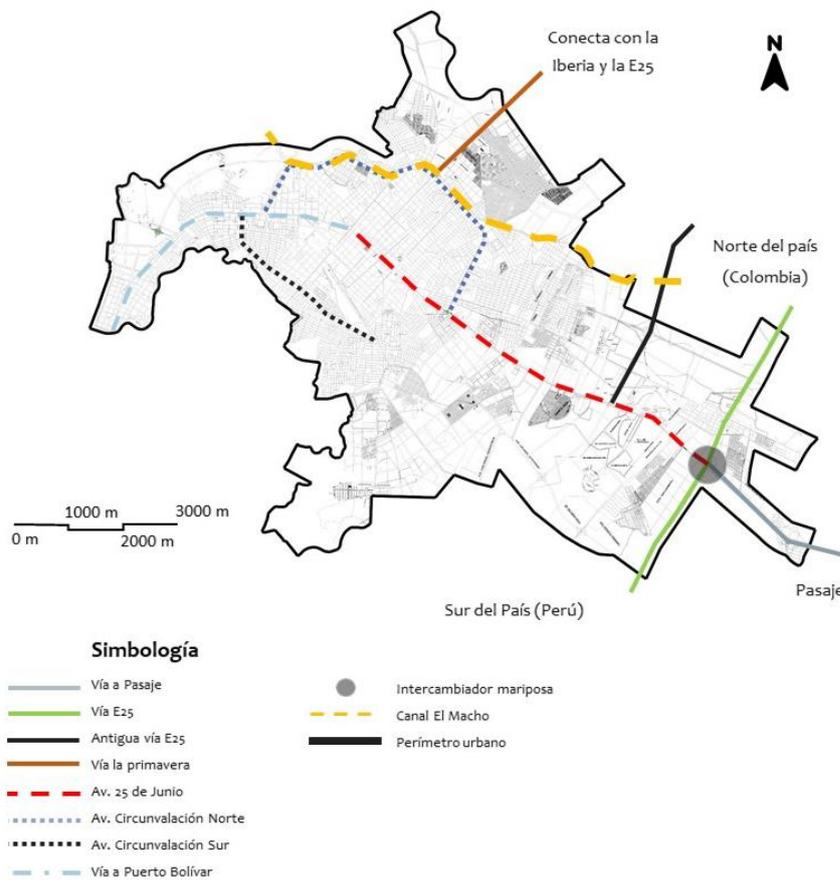


Figura 64: Movilidad
Realizado por: Rodríguez, 2023

Una de las vías principales es la E25, esta vía es la que conecta Machala con Guayaquil, además, conecta con la sierra ecuatoriana terminando en la frontera norte con Colombia. Al sur la E25 conecta a Machala con los demás cantones terminando en la

frontera sur con Perú, en el intercambiador mariposa hacia el este se encuentra la vía a Pasaje y al oeste nace la vía principal de Machala, la 25 de junio en honor a la fecha de cantonización, al finalizar la Av. 25 de junio nace la vía a Puerto Bolívar, entre estas dos avenidas se encuentran la circunvalación norte y sur. Al norte de la ciudad se encuentra la vía la primavera, vía que sirve para alivianar a la E25 ya que conecta con La Iberia y después con la dicha avenida. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere la conectividad con su entorno urbano, cantonal, provincial y nacional.

Equipamientos, áreas verdes e hitos

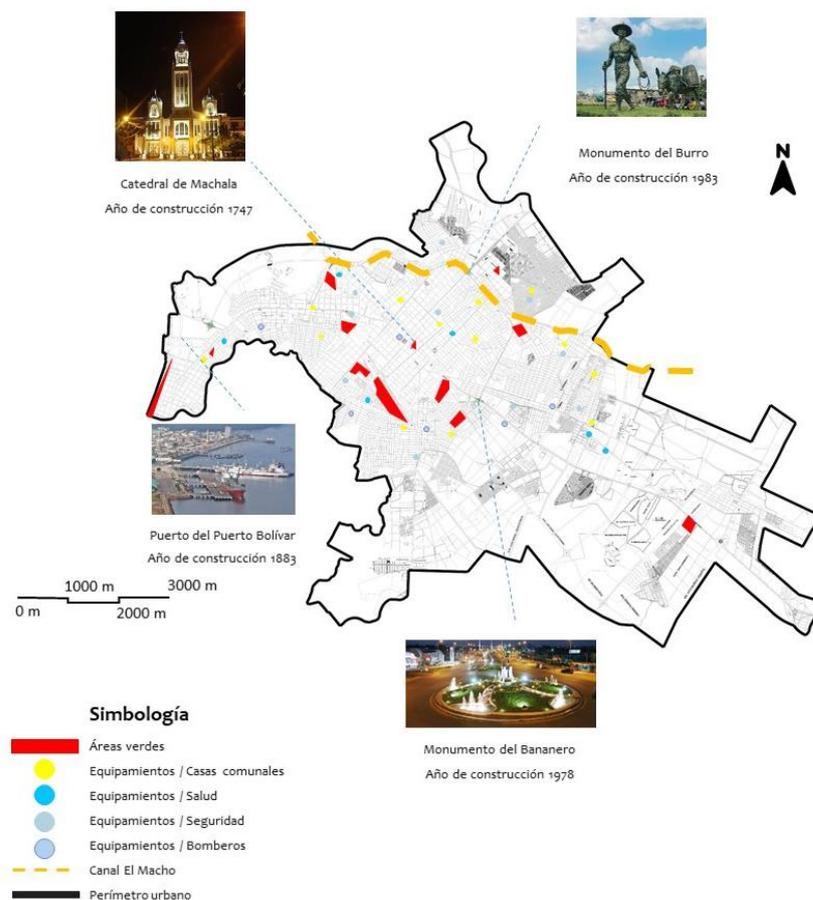


Figura 65: Equipamientos e hitos
Realizado por: Rodríguez, 2023

Machala no cuenta con áreas verdes suficientes dentro de la trama urbana (PDOT, 2019). Machala si cuenta con equipamientos importantes como salud, comunales, seguridad y bomberos. Finalmente, hitos históricos y característicos de la ciudad son la catedral (1747) ubicado en el centro junto al parque central y el paseo de la Merced, el monumento del Burro (1983) localizado en la intersección de la Av. Circunvalación Norte y la Primavera, el monumento al bananero (1978) ubicado en la Av. principal de la ciudad

y el puerto de Puerto Bolívar (1883), dichos sitios son icónicos y se consideran hitos de la ciudad. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere cuáles son los hitos característicos (banano) y conservarlos como identidad del Plan Maestro.

Transporte público

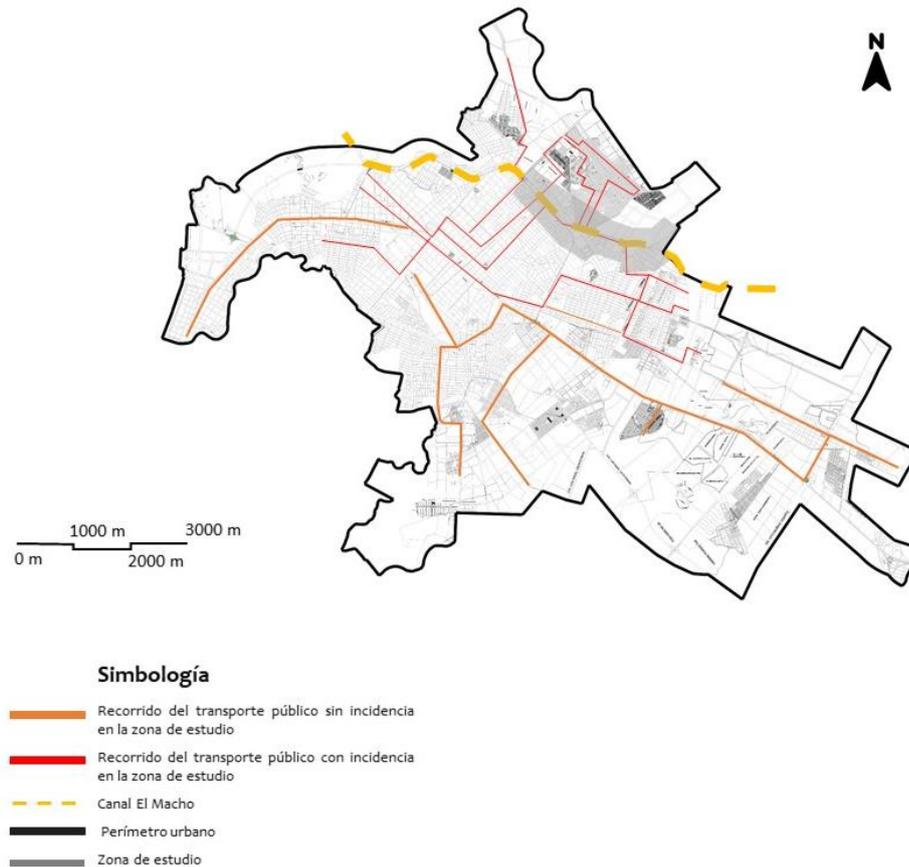


Figura 66: Transporte público
Realizado por: Rodríguez, 2023

El transporte público recorre toda la zona urbana de la ciudad, en esta cartografía se hizo la distinción entre el recorrido de buses con incidencia en la zona de estudio y sin incidencia. De este análisis se concluye que el transporte público desde la zona de estudio no llega a toda la ciudad, sino más bien, se debe hacer escalas para llegar a lugares como el Puerto Bolívar, El Retiro o la Unión Colombiana, en otras palabras, desde la zona de estudio las personas no tienen acceso a toda la ciudad con transporte público. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, considere la conectividad del Plan Maestro con sitios importantes de la ciudad.

2.2.3 Escala micro

A esta escala de la zona de estudio, se analizará los barrios, clasificación vial, topografía e hidrografía, clasificación y uso del suelo, área pública vs privada, trama urbana, red de alcantarillado, equipamientos, transporte público, nodos y el estado, sendas, análisis según Cullen y la flora y fauna, bajo cada análisis existen las conclusiones que pueden servir para el Máster Plan.

Barrios

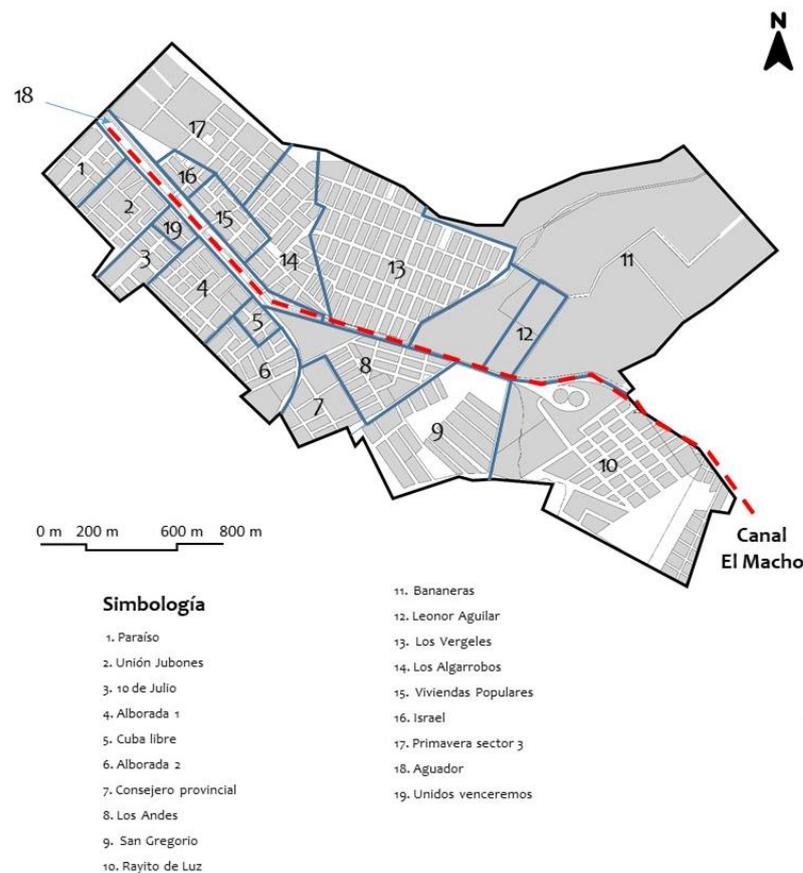


Figura 67: Barrios
Realizado por: Rodríguez, 2023

La zona de análisis urbano en micro consta desde el barrio Rayito de luz hasta el barrio Viviendas populares con un total de 19, es importante mencionar que el barrio El Aguador no es un barrio legal ante el organismo local regulador, esto porque se encuentra emplazado en las riberas del canal (PUGS, 2019). Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se delimite exactamente el sitio de intervención (llámese sitio de intervención en donde incidirá el Máster Plan, esta es la misma que la zona de estudio o análisis).

Clasificación vial

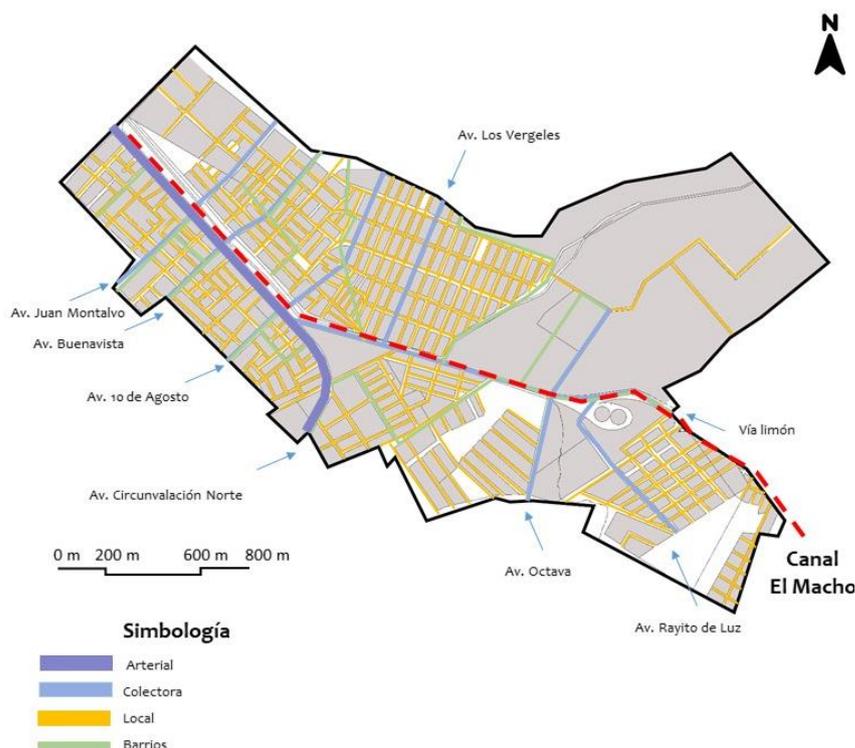


Figura 68: Clasificación vial
Realizado por: Rodríguez, 2023

En la cartografía de clasificación está la arterial, es decir, aquella avenida principal de la ciudad de rápida movilización, en este caso es la avenida Circunvalación Norte, también se encuentra las vías colectoras que se encarga de conectar las calles locales con las avenidas arteriales, en este caso son las avenidas Juan Montalvo, Buenavista, 10 de Agosto, Octava, Rayito de Luz, Limón y Los Vergeles. Las calles locales son todas aquellas que permiten a los pobladores conectarse con la ciudad y las avenidas colectoras y arteriales. De este análisis se concluye que el sitio de análisis cuenta con una arteria de la ciudad (Av. Circunvalación Norte) y colectoras (Vía limón, Avenidas Octava, Rayito de luz, Los Vergeles, 10 de Agosto, Buenavista y Juan Montalvo) y varias locales. Esto permite la movilización de las personas y accesibilidad con la ciudad. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se conecte con la arteria y las colectoras presentes en el sitio de análisis.

Topografía e hidrografía

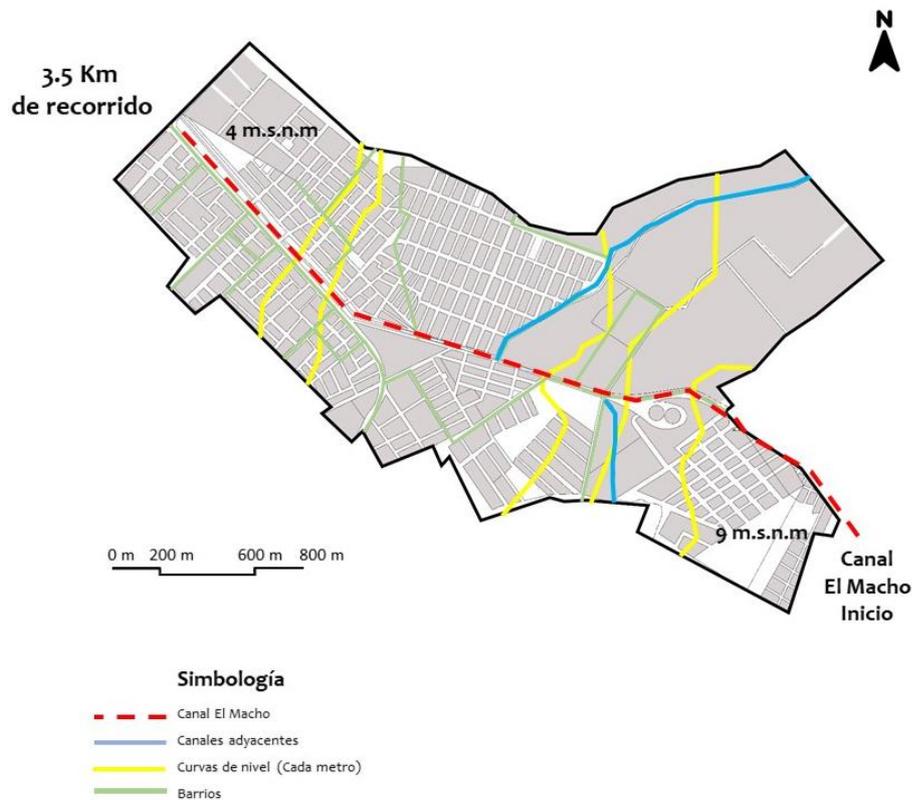


Figura 69: Topografía e hidrografía
Realizado por: Rodríguez, 2023

En hidrografía se encuentra el canal El Macho que atraviesa toda la zona de estudio con un total de 3.5 km de largo, en su recorrido tiene dos canales adyacentes. La topografía es mínima cayendo 5 metros, esto debido a que Machala es una ciudad costera y no tiene elevaciones pronunciadas. De este análisis se concluye que el canal El Macho es el principal canal que atraviesa la zona de estudio, además, debido a su pendiente mínima, la velocidad de las aguas del canal es lento en comparación o canales con elevaciones pronunciadas, como consecuencia, las aguas del canal El Macho tiende a estancarse en verano ya que no llueve en comparación con el invierno. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se considere que el canal tiene una caída de 5 metros y que en la intersección con los canales adyacentes se apliquen estrategias de conectividad.

Clasificación del suelo



Figura 70: Clasificación del suelo
Realizado por: Rodríguez, 2023

El suelo de la zona de estudio es urbano y rural (en el suelo rural en esta zona de estudio están las bananeras), el urbano se subclasifica en urbano consolidado, en proceso de consolidación y de protección (canal El Macho y la ribera junto a su franja de protección). Cabe mencionar que entre lo urbano y lo rural no existe integración. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se integren los dos tipos de suelo y se planteen estrategias para que el canal sea de protección como tal.

Uso del suelo

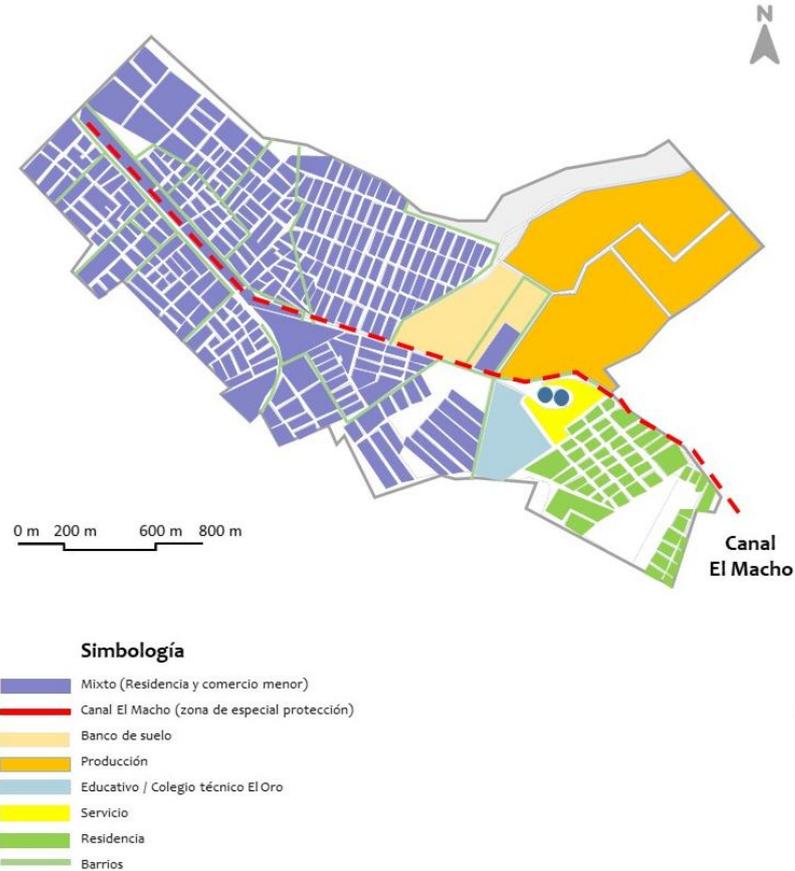


Figura 71: Uso del suelo
Realizado por: Rodríguez, 2023

El uso del suelo según el PUGS para la zona de estudio predomina el uso mixto de residencia y comercio menor, esto debido a que la Av. Circunvalación Norte recorre toda esa zona y produce movimiento de personas lo que a su vez los residentes han aprovechado para la venta de productos de primera necesidad y artículos varios. Existe la problemática ya que, al ser el suelo de comercio menor, genera concentración de negocios, lo que, a su vez, después de usar las aguas para distintos usos, termina en los desfuegos de alcantarillado desembocando en el canal. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se proponga nuevos usos del suelo.

Área pública / Área privada

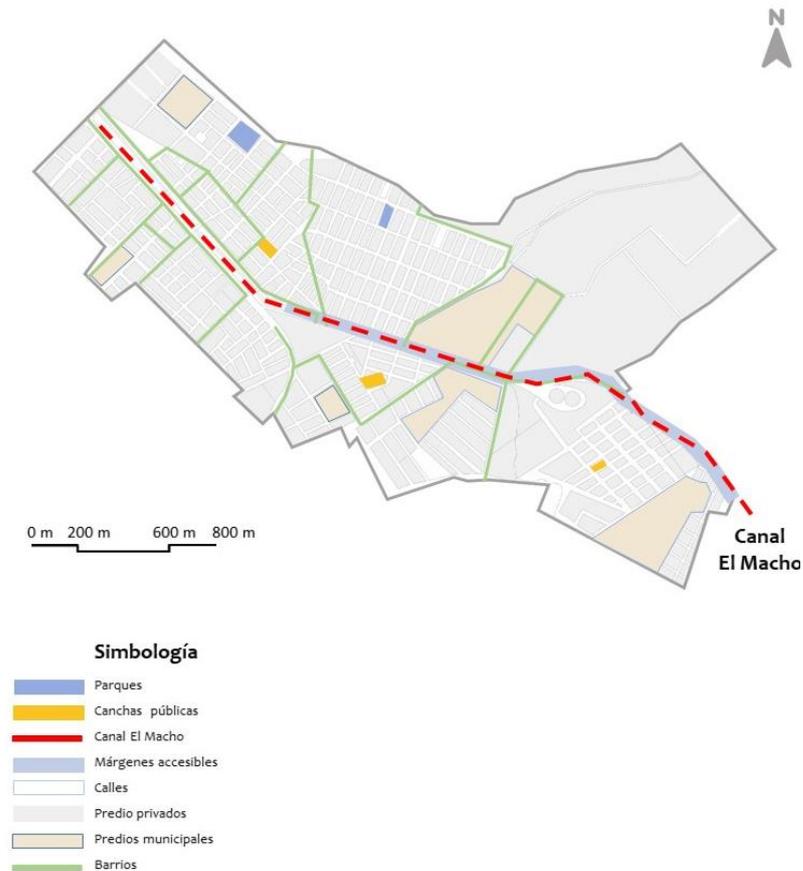


Figura 72: Área pública vs privada
Realizado por: Rodríguez, 2023

Existen dos parques para uso público de la zona, estos son el parque del barrio Los Vergeles y Cabanilla en el barrio Las Villas, también existen canchas públicas generalmente de hormigón, cubiertas con zinc. Los márgenes accesibles al canal se encuentran desde el barrio Rayito de Luz hasta Los Vergeles, después de este tramo no es accesible porque actualmente está emplazado el barrio llamado El Aguador. También, existen predios municipales sin función. De esto se concluye que la zona no estudio no cuenta con suficiente espacio público. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, se regenere el espacio público y dar función a predios municipales actualmente sin función específica (PDOT, 2019).

Trama urbana

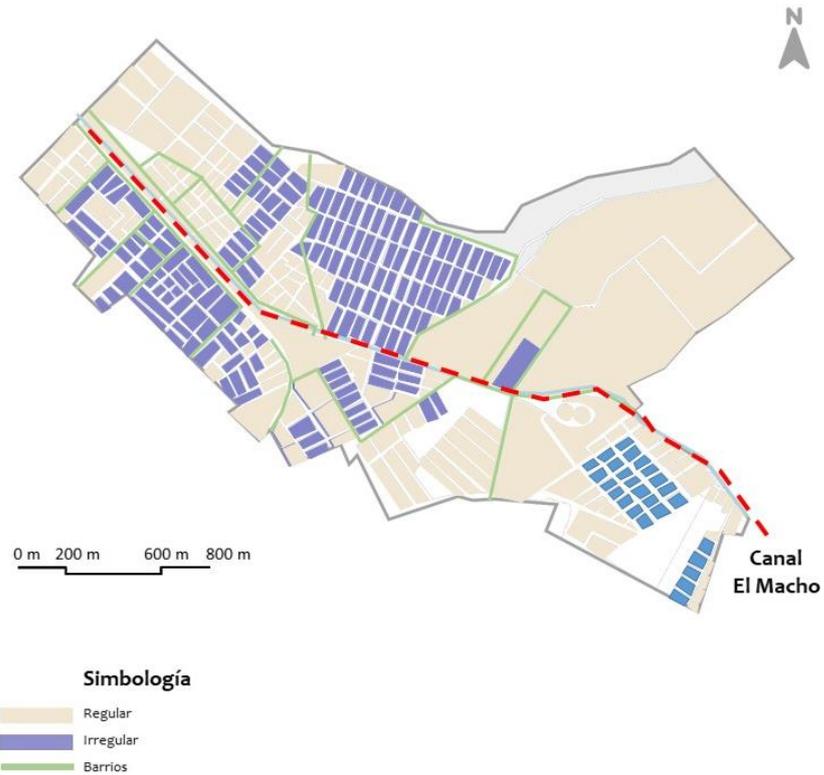


Figura 73: Trama urbana
Realizado por: Rodríguez, 2023

La trama urbana permite conocer cómo están distribuidas las manzanas y su morfología, para este estudio se definió en dos, regular e irregular. Este análisis permitirá proponer puntos de conexión entre la ciudad y el sitio de intervención que serán desarrollados en el Máster Plan.

Red de alcantarillado

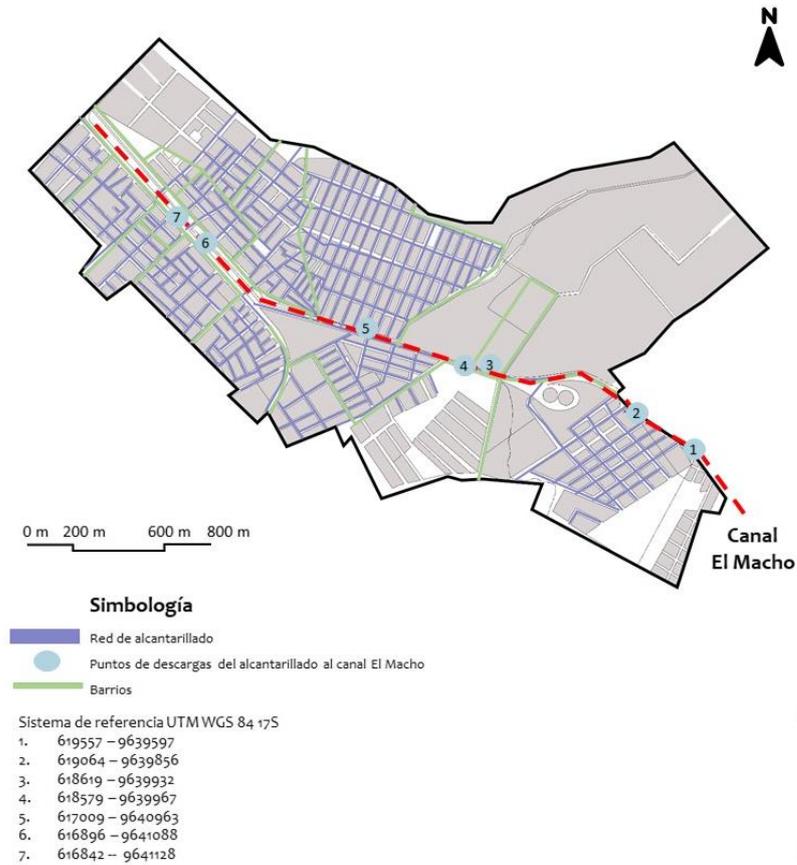


Figura 74: Alcantarillado
Realizado por: Rodríguez, 2023

Cartografía que muestra la red de alcantarillado de esta zona de estudio, parte del barrio La Primavera sector 3, San Gregorio y Rayito de luz no cuenta con la red de alcantarillado, es importante mencionar que la red de alcantarillado está unido a la red de aguas pluviales, por tanto, cuando llueve se mezclan. También se especifica que existen 7 puntos de descargas puntuales de aguas residuales al canal El Macho. Este análisis servirá para que al proyectar el Máster Plan, se proponga un anillo colector que una los 7 puntos a un PTAR usando SBN.

Equipamientos

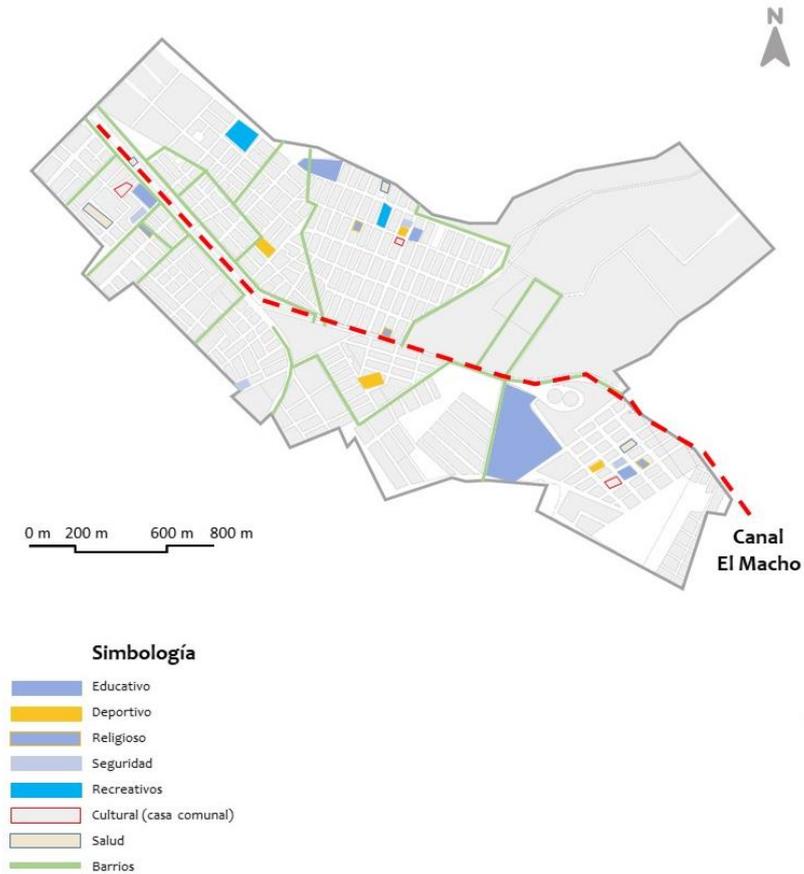


Figura 75: Equipamientos
Realizado por: Rodríguez, 2023

En este análisis de los equipamientos, se puede destacar que los barrios Rayito de luz, Vergeles y Unión Jubones son los que más poseen equipamientos, mientras que los demás barrios cuentan con pocos o ninguno. El espacio público como los deportivos o recreativos son mínimos. Este análisis servirá para que, al proyectar el Máster Plan, en los predios municipales sin función, se proyecten equipamientos de uso recreativo, que son los que más faltan.

Transporte público

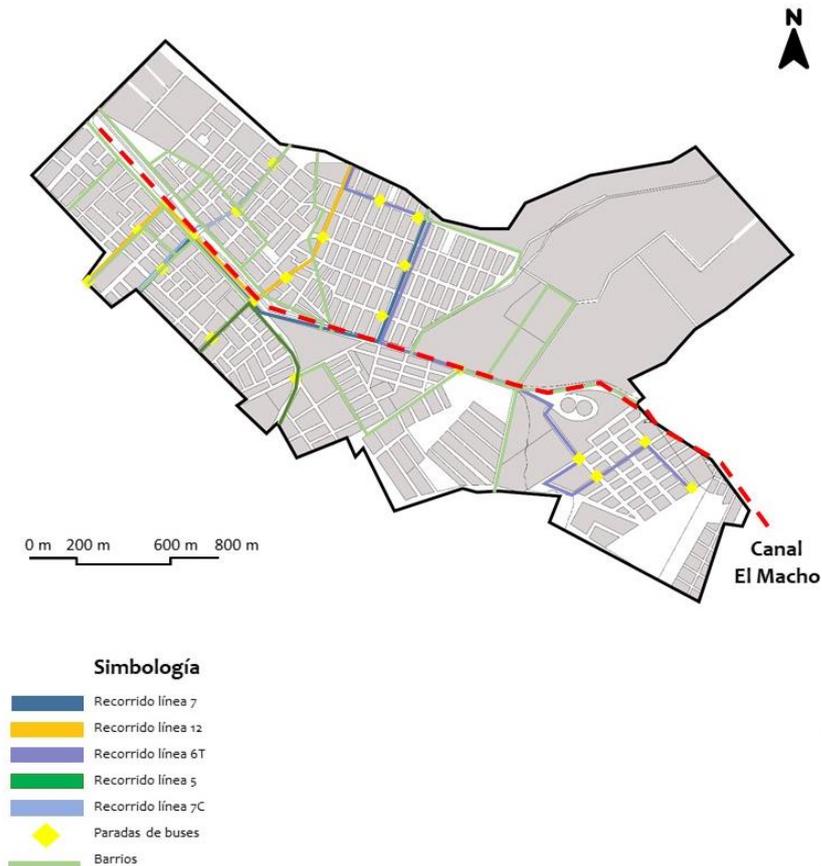


Figura 76: Transporte público
Realizado por: Rodríguez, 2023

En el análisis del transporte público concluye que 5 líneas atraviesan la zona de estudio, estas 5 llevan a sitios como:

Línea 7: recorre el barrio los Vergeles y lleva a sitios como el centro de Machala, el estadio, el parque Colón, etc.

Línea 12: recorre principalmente el barrio Algarrobos y lleva a sitios como el centro de Machala, el estadio, el mercado central, al colegio 9 de octubre, etc.

Línea 6T: recorre principalmente los barrios Algarrobos, Vergeles y Rayito de Luz, lleva a sitios como el colegio "El Oro", el paseo Shopping, el monumento al bananero, la terminal terrestre, etc.

Línea 5: recorre los barrios Cuba Libre y Alborada, lleva a sitios como el centro de la ciudad, el paso a desnivel, la terminal terrestre, el centro comercial Unioro, etc.

Línea 7C: recorre principalmente los barrios Viviendas Populares y Primavera, lleva a sitios como el centro de la ciudad, mercado central, los bomberos, el colegio Ismael Pérez Pazmiño, etc.

Este análisis permite concluir que el transporte público abastece para ir a sitios importantes de la ciudad, pero para acceder a sitios como el Puerto Bolívar o poblados como El Retiro o la Unión Colombiana o al sur de la ciudad, se debe hacer escalas. Esto servirá para que, al proyectar el Máster Plan, el proyecto integre el transporte público para minimizar el uso del vehículo particular.

Análisis según Lynch, nodos



Figura 77: Nodos
Realizado por: Rodríguez, 2023

Según Lynch, los nodos son puntos importantes de encuentros de sendas y concentraciones de cosas con determinadas características (Lynch, K. 2008). En este análisis se identificaron como nodos todos los puentes vehiculares. Estos son puntos de convergencia entre ambos puntos del canal El Macho en donde existen intercambios de personas y vehículos cada día. También se identificó el redondel del Burro debido a que

es un punto intensivo que sirve como intercambiador de tráfico entre avenidas como la circunvalación norte, Vía La Primavera y la calle Guayas.

Estado de los nodos



Figura 78: Estados de los nodos
Realizado por: Rodríguez, 2023

De este análisis se concluye que, si existen conexión vehicular entre ambos lados del canal, pero estos puentes presentan dos problemas y son:

Están en mal estado

Son vehiculares, pero no peatonales ya que en algunos ni aceras para el peatón tienen. Esto permitirá al proyectar el Máster Plan, dar prioridad al peatón por sobre el vehículo y proponer una nueva tipología de puentes vehiculares que integre al peatón.

Análisis según Lynch, sendas

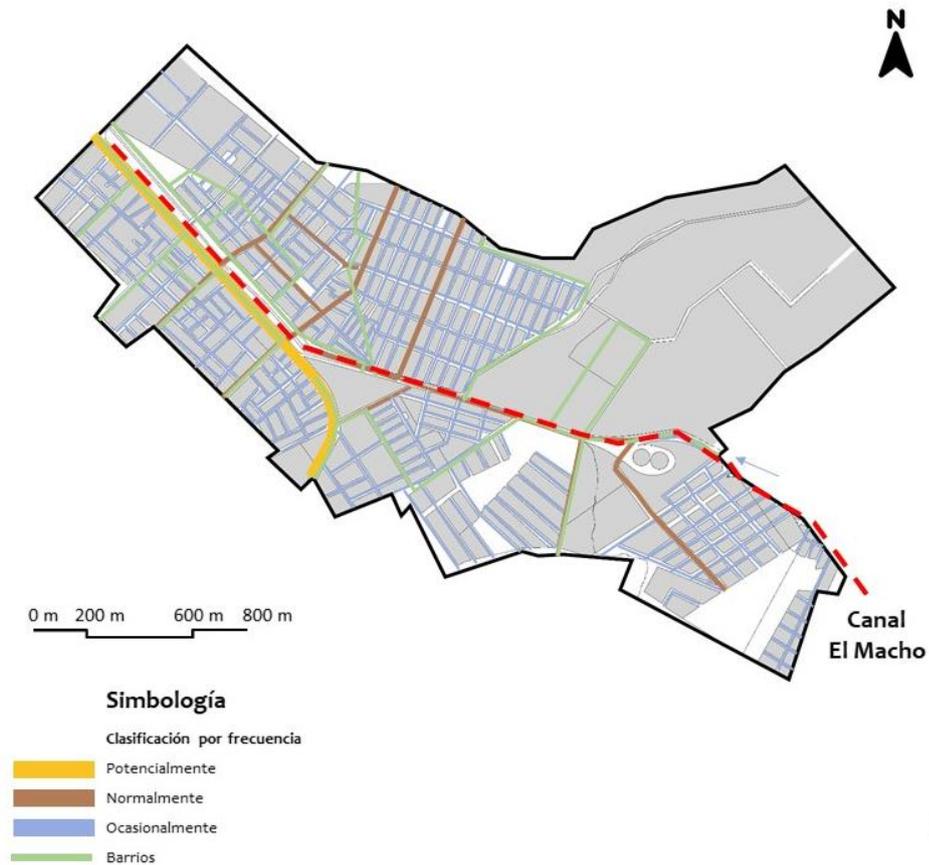


Figura 79: Sendas
Realizado por: Rodríguez, 2023

Lynch afirma que las sendas son las calles o líneas de tránsito en donde las personas pueden apreciar la ciudad mientras caminan (Lynch, K. 2008). En ese análisis se clasificaron las sendas por frecuencia y son:

Potencialmente, son las sendas que se usan masivamente, en el sitio de análisis es la Av. Circunvalación Norte donde existe comercio.

Normalmente, son las que usan las personas con moderación para transitar, en el sitio de análisis son las sendas que llevan directamente a los puentes de conexión menos la del puente de la Juan Montalvo.

Ocasionalmente, son aquellas sendas que no se ve presencia de habitantes o su flujo no es regular.

En la convergencia de sendas potenciales y normales se encuentran los puntos de mayor incidencia de las personas, es decir, esos sectores están abarrotados de personas. Este análisis permite al momento de proyectar el Máster Plan, dar énfasis a las zonas de mayor presencia de personas para mediante estrategias urbanas, atraer el usuario al proyecto.

Análisis según Cullen



Figura 80: Análisis Cullen
Realizado por: Rodríguez, 2023

Cullen Gordon asentó las bases del análisis visual de una ciudad (Gordon, 1974), por tanto, se realizó un levantamiento fotográfico del sitio de análisis para concebir desde

una óptica visual el paisaje construido e hídrico. Se observa la Circunvalación Norte (1), el canal visto desde el puente de la Buenavista (2), parte de las calles del barrio Los Algarrobos (3) que cuenta con los servicios básicos menos el asfaltado de las calles, la vía limón en el transepto del barrio Los Vergeles (4), esa misma vía en los tramos de los barrios Los Andes (5) y San Gregorio (6) en donde se observa el canal y una aglomeración de vehículos en la entrada del Colegio El Oro, parte del barrio Rayito de Luz (7) y los inicios del canal El Macho previo a la inserción con la ciudad (8) en donde se observan las bananeras y montes nativos en su ribera. Mediante el análisis se destaca el rompimiento de paisajes, el canal contaminado se lo toma como una cicatriz y tratan de tapar con asentamientos en sus riberas, no existe integración o inserción del canal con la ciudad, esto permitirá para que, al desarrollarse el Máster Plan, se integre los paisajes construidos e hídricos.



1



2



3



4



5



6



7



8

Figura 81: Vistas
Realizado por: Rodríguez, 2023

2.3 Descripción y situación del caso de estudio del canal El Macho

Después de entender este análisis urbano paisajístico en sus diferentes escalas, es vital indagar en el canal El Macho, esta sección profundiza donde nace el canal y su recorrido hasta el delta con el Océano Pacífico, además, se ubica donde fue el primer punto de descarga de aguas residuales, así como también cuantos existen actualmente, el barrio que se formó en la ribera del canal y la reubicación de viviendas que estaban en zonas de riesgo por el canal El Macho.

El río Jubones en su recorrido genera varios brazos del río que las poblaciones han aprovecha para que sirvan como canales de riego para sus cultivos, siendo el banano el principal.

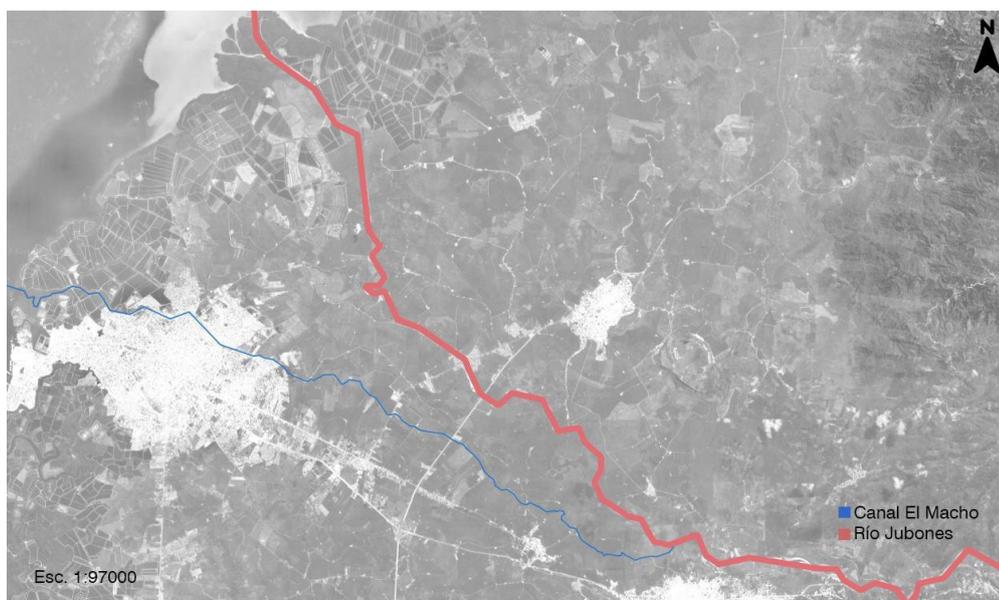


Figura 82: Recorrido del canal El Macho
Realizado por: Rodríguez, 2023

“El Macho” nace como brazo del río Jubones en Pasaje y termina en el Océano Pacífico, en su recorrido atraviesa ciudades como Pasaje, El Cambio, Unión Colombiana, El Retiro y Machala. Las aguas del canal tienen el sentido de recorrido Este – Oeste con un largo aproximado de 12 Km (Armijos, 2010). En su paso, atraviesa el norte de la ciudad con un recorrido de 6.5 km y ancho promedio de 26 metros (Ramírez, 2017).



Figura 83: Recorrido del canal El Macho en la ciudad
Realizado por: Rodríguez, 2023

Como el canal se adentra al norte de la ciudad de Machala, la población ha usado como desfogue de aguas residuales, como consecuencia, para 1982 se identificó el primer desfogue de alcantarillado al canal entre la intersección de la avenida Limón y Circunvalación norte, se manifestaban las aguas aceitosas y de coloración gris.



Figura 84: Primer desfogue de aguas residuales al canal
Realizado por: Rodríguez, 2023

Después del primer desfogue, con el pasar del tiempo el canal se ha visto masivamente invadido por puntos de descargas puntuales de aguas residuales de todo el norte de la ciudad, siendo 9 actualmente (Ramírez, 2017).

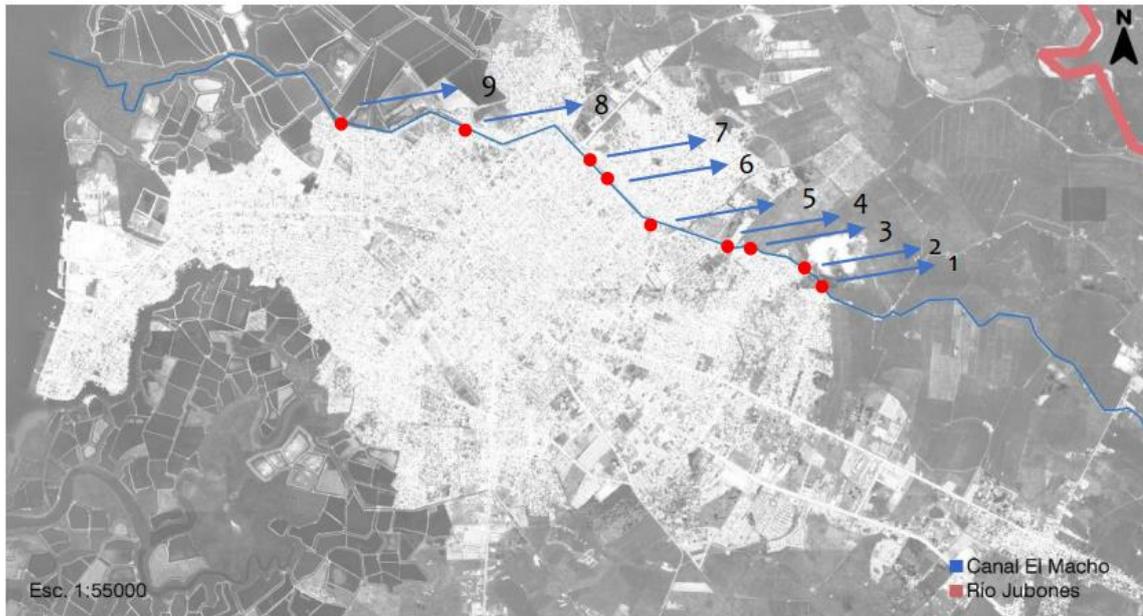


Figura 85: Descargas de aguas residuales al canal
Realizado por: Rodríguez, 2023

Tabla 11: Puntos de descarga de alcantarillado al canal, sistema de referencia utm wgs 84 17s

Descarga	X	Y
1	619557	9639597
2	619064	9639856
3	618619	9639932
4	618579	9639967
5	617009	9640963
6	616896	9641088
7	616842	9641128
8	615525	9641337
9	612979	9642109

Fuente: Ramírez, A. 2017



Figura 86: Descargas de aguas residuales al canal
Realizado por: Rodríguez, 2023

Aparte de las descargas puntuales por alcantarillado, las viviendas que están asentadas en la ribera del canal también depositan sus aguas residuales al canal.



Figura 87: Descargas de las viviendas de la ribera del canal
Realizado por: Rodríguez, 2023

Todas las viviendas asentadas en la ribera del canal entre los barrios Viviendas Populares y Vergeles, en 1986 fundaron el Barrio Aguador.

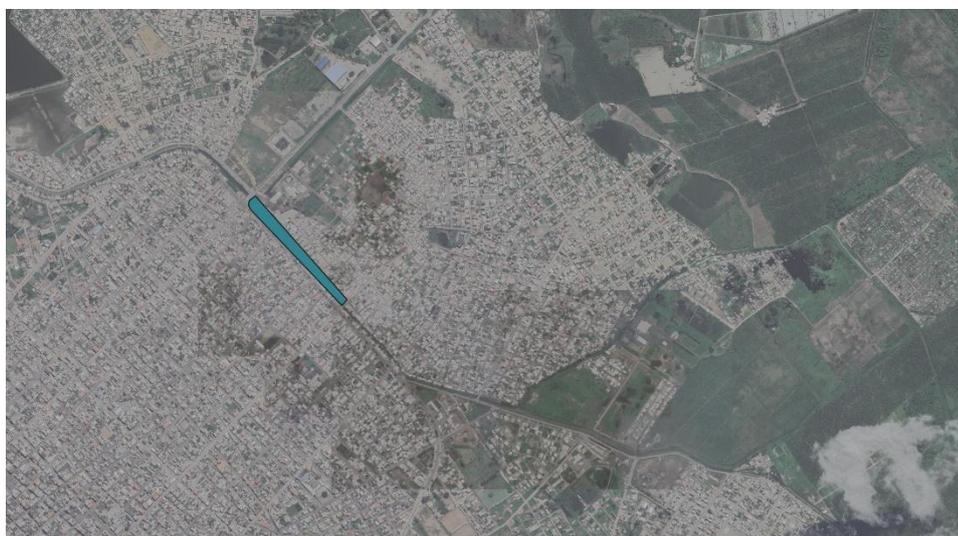


Figura 88: Barrio El Aguador
Realizado por: Rodríguez, 2023

Se realizó la reubicación parcial de personas que vivían en la ribera del canal (menos las que están emplazadas en el barrio El Aguador), producto de ello se creó el barrio Leonor Aguilar, sus habitantes si cuentan con una planta de tratamiento de aguas que

abastece para el barrio y después esas aguas tratadas son depositadas en el canal El Macho.



Figura 89: Barrio Leonor Aguilar
Realizado por: Rodríguez, 2023



Figura 90: Barrio Leonor Aguilar
Realizado por: Rodríguez, 2023

De esta sección se concluye que el canal es un brazo de río que nace en Pasaje, pero al adentrarse en el norte de la ciudad, los pobladores lo han usado como punto de desfogue de aguas residuales, siendo el primero entre la intersección de la Av. Circunvalación Norte y Vía Limón, en la actualidad existen 9. También, existen asentamientos humanos en la ribera del canal, han existido intentos por la reubicación de esos asentamientos en zonas de riesgo, es en ese momento donde nace el barrio

Leonor Aguilar, pero esa reubicación fue parcial ya que aún existe barrios como El Aguador que aún está emplazado en la ribera del canal El Macho.

2.4 Calidad del agua del canal El Macho y Caudal

Calidad del agua

En esta sección se analizará qué calidad de agua tiene el canal El Macho, se realizó investigación de campo con la sonda multiparamétrica YSI facilitada por la Universidad Regional Amazónica Ikiam. es importante analizar la calidad de agua ya que el Máster Plan contendrá estrategias para remediar dicha descontaminación. Se seleccionaron 7 puntos de muestreo para la toma de datos de las variables fisicoquímicas, estos puntos se seleccionaron porque estaban cerca de descargas puntuales de aguas residuales.

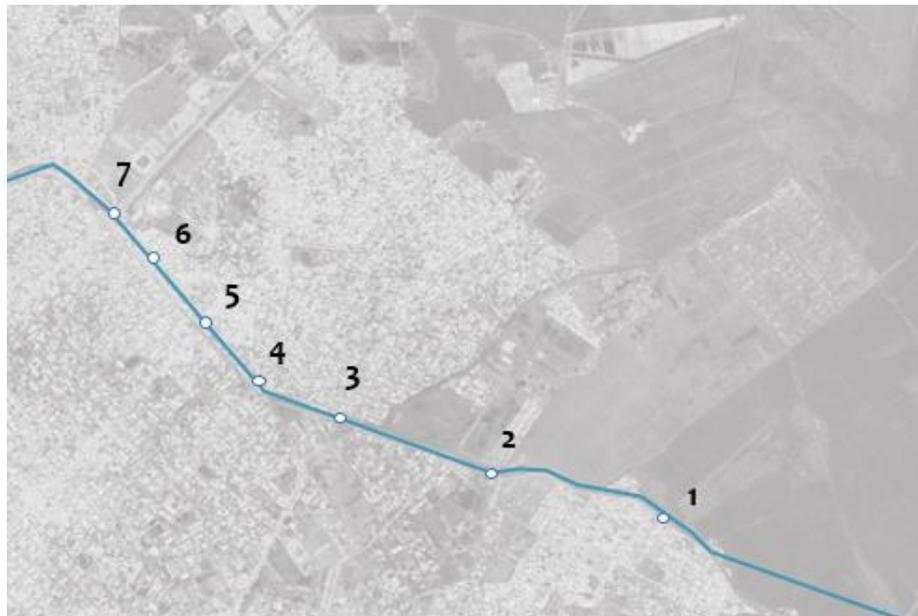


Figura 91: 7 puntos de muestreo ESC 1: 20 000
Realizado por: Rodríguez, 2023

Las variables a analizar son: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y potencial de hidrógeno, estos valores tienen límites máximos permisibles que al sobrepasarlos no cumple con la norma y genera consecuencias en el agua. Los resultados están plasmados en la tabla 12.

Tabla 12: Puntos de descarga de alcantarillado al canal, sistema de referencia utm wgs 84 17s

Punto de muestreo	Variables				
	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (us/cm)	Sólidos disueltos totales (mg/L)	Potencial de hidrógeno (pH)
1	26.3	1.98	553	368.00	7.14
2	26.4	1.90	603	395.00	7.18
3	26.4	1.86	625	402.00	7.2
4	26.6	1.77	658	416.00	7.29
5	26.7	1.20	675	422.50	7.42
6	27.2	0.57	7.65	474.50	7.47
7	27.5	0.35	945	585.00	7.5
Norma (Máximo permisible)	+/- 3	>80%L	>1000 us/cm	No existe parámetros para aguas residuales	6-8
Cumple	Si	No	Si	Sin información	Si

Realizado por: Rodríguez, 2023

Después de ponderar los 7 puntos de muestreo, en oxígeno disuelto es la única variable que no cumple la norma de máximos permisibles, para los sólidos disueltos totales no existe información para aguas residuales, en conductividad, el punto 7 roza el máximo permisible. Este análisis permite conocer que el canal El Macho es un canal muerto ya que no posee oxígeno disuelto suficiente para sostener la vida acuática producto de las descargas de aguas residuales.

Se procedió a hacer revisión bibliográfica que se haya realizado en el canal El Macho con otras variables, por ejemplo, en la investigación desarrollada en el 2019 por Alex Michael Elizalde Cantuña, analiza las variables que son: potencial de hidrogeno (pH), solidos suspendidos totales (mg/L), turbidez (NTU), nitritos y nitratos (mg/L), demanda química de oxigeno (mg/L) y coliformes fecales (NMP/ /100mñ) en 5 semanas diferentes.



Figura 92: Puntos de la investigación ESC 1: 20 000
Realizado por: Rodríguez, 2023

Tabla 11: Parámetros medidos del agua residual del canal El Macho

Parámetros	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Potencial de hidrógeno pH	7.23	7.04	8.7	8.36	7.88
Nitritos mg/l	0	1	5	5	0
Nitratos mg/l	10	25	25	50	10
Turbidez NTU	32.53	12.21	16.79	7.67	22.15
Coliformes fecales NMP/100ml	84	105	75	89	69
Demanda química de oxígeno mg/l	25	60	38	87	66
Sólidos suspendidos totales mg/l	60	45	73	54	64

Fuente: Cantuña, 2019

Este estudio concluye que las aguas del canal sobrepasan los límites permisibles del acuerdo ministerial 097-A (Tulsma) en 4 de los 7 parámetros, estos son: Nitritos, Nitratos, Coliformes fecales y Demanda química de oxígeno (Cantuña, A. 2019). Como consecuencia, se afirma que el canal tiene presencia de heces producto de las descargas de aguas residuales.

Finalmente, en la investigación desarrollada en el 2017 por Ariana Isabel Ramírez, ella analizó si el canal El Macho contenía metales pesados.



Figura 93: Puntos de la investigación ESC 1: 50 000
Realizado por: Rodríguez, 2023

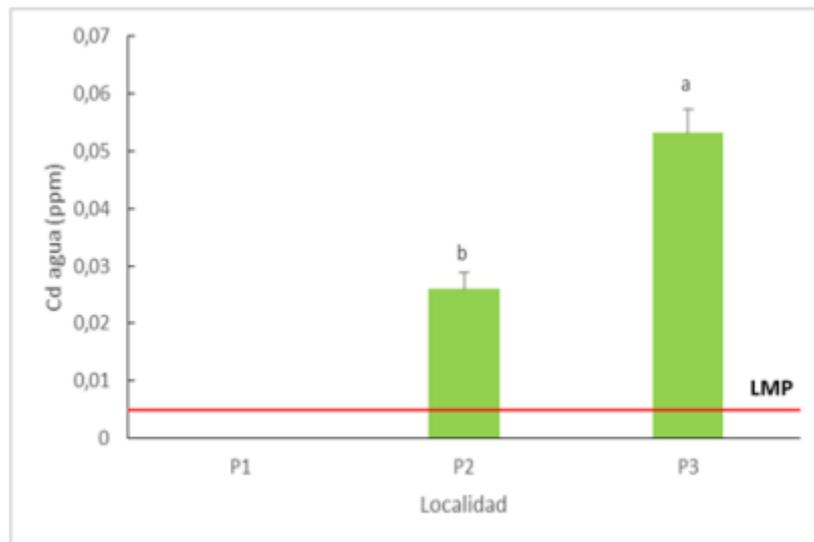


Figura 94: Concentración de cadmio
Realizado por: Rodríguez, 2023

Los índices de Plomo se situaron por debajo del límite de detección (Ramírez, A. 2017).

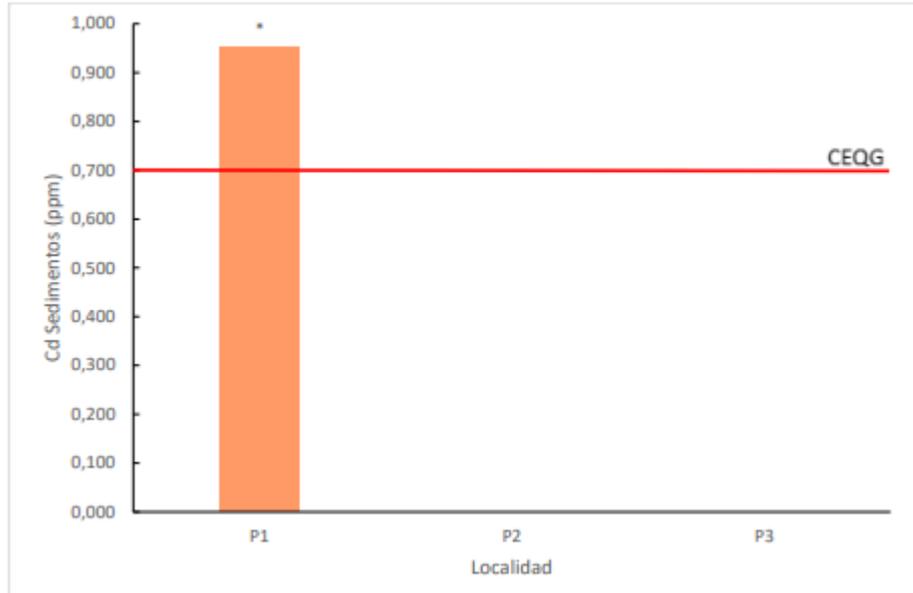


Figura 95: Concentración de cadmio en sedimento
Realizado por: Rodríguez, 2023

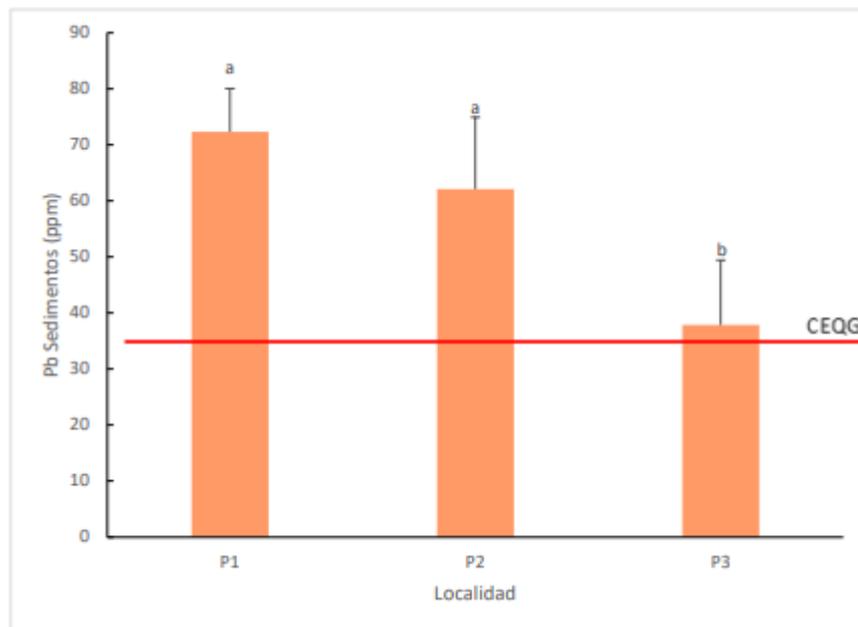


Figura 96: Concentración de plomo en sedimento
Realizado por: Rodríguez, 2023

Este estudio concluye que las concentraciones de cadmio en los diferentes puntos de muestra exceden el límite establecido en la normativa ambiental vigente, sin embargo, las concentraciones de plomo no fueron detectables en el agua (Ramírez, 2017). Por otra parte, el cadmio y plomo en sedimentos en los 3 puntos de muestreo superan a los límites permisibles establecidos con la norma Canadian Environmental Quality

Guidelines (Ramírez, 2017). Por tanto, el canal El Macho tiene presencia de Cadmio y Plomo.

De la investigación de campo y la revisión bibliográfica de otros estudios se concluye que el canal El Macho no tiene vida acuática, tiene presencia de heces fecales, existen Cadmio y Plomo en sus aguas y sobrepasan los límites permisibles en nitritos y nitratos. Esto es importante ya que al proponer el Máster Plan y conociendo a fondo las aguas del canal, permitirá plantear estrategias específicas para la descontaminación, así como también elegir la macrófita correcta que pueda eliminar dichos contaminantes.

Caudal

Se realizó investigación de campo para conocer el caudal del canal, para ello, la Universidad Regional Amazónica Ikiám facilitó el molinete. Es importante conocer el caudal del canal para que al proyectar una PTAR con SBN, se tenga la noción de cuánta agua ingresará para tratamiento, se seleccionaron los mismos 7 puntos de muestreo que se usaron para medir las variables fisicoquímicas ya que se localizan a lo largo de todo el canal.

En los anexos 3 al 11 se detalla todo el proceso para lograr calcular el caudal.

Primero, se analizaron las revoluciones por minuto (RPM), esto se logró mediante el uso de las aspas del molinete que, al adentrarse en el canal comienzan a girar.

Segundo, se calcula el área en esa sección, para lograrlo se tomó 3 datos de la profundidad y mediante cálculo que está especificado en los anexos, se calcula el área. Tercero, se procede a hacer el cálculo de la velocidad mediante la fórmula que se encuentra en el libro Geopacks, The geography specialists página 3. A la fórmula se reemplazó C con los valores de RPM en cada punto de muestra obteniendo la velocidad. Cuarto, para el cálculo del caudal se necesita dos variables, el área del canal que previamente se sacó en los 7 puntos de muestra y la velocidad, al resolver la fórmula da el resultado del caudal en m^3/s (metros cúbicos sobre segundos) que también se transformó en L/s (litros sobre segundos).

Al interpretar los datos, en el punto de muestra 1 cada segundo atraviesa 2.8 metros cúbicos de agua o 2 800 litros por segundo, mientras que en el punto 7 cada segundo

atraviesa 1.8 metros cúbicos de agua o 1 800 litros. Este análisis nos sirve para conocer la cantidad de agua que está en el canal y que debe ser tratada en la PTAR con SBN que propondrá el Máster Plan.

En el anexo 12 se encuentra un collage de esa investigación en campo.

2.5 Zonas inundables

Las zonas cercanas al canal El Macho son inundables, por tanto, en la investigación desarrollada en 2019 por Christian Danilo Ramón Vega con el título “Generación de mapas de riesgo a inundaciones en la zona urbana del canal El Macho de la ciudad de Machala” analiza qué zonas son las más propensas a inundaciones en un periodo de retorno de 100 años.

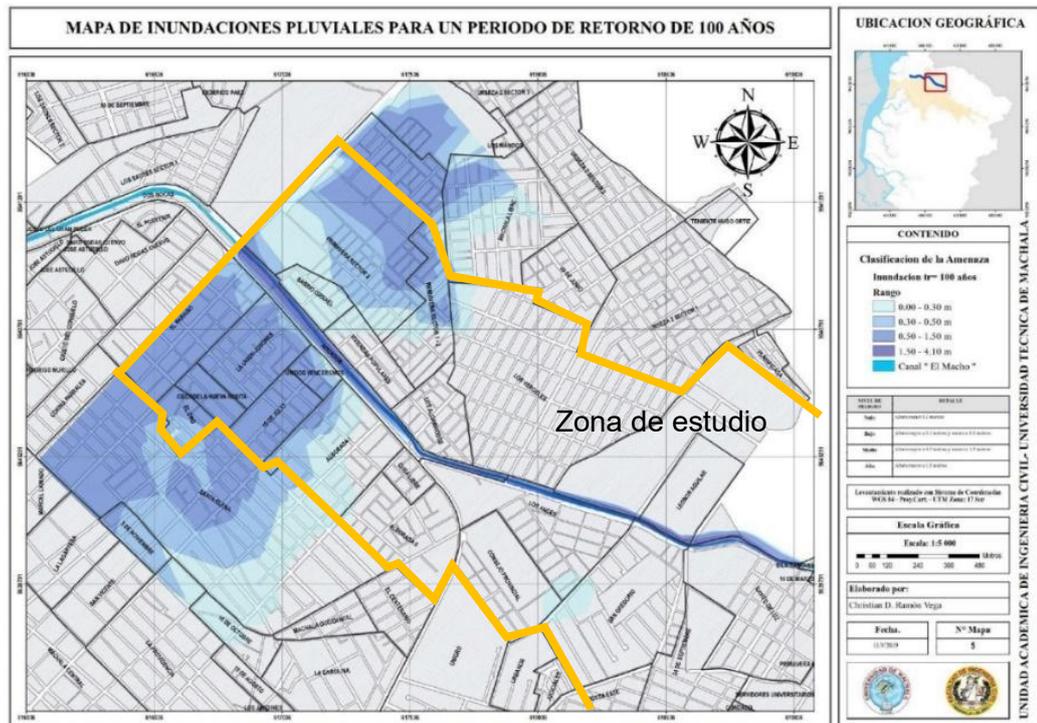


Figura 97: Mapa de inundabilidad en un periodo de retorno de 100 años
Realizado por: Rodríguez, 2023

Este estudio concluye que las zonas aledañas a las riberas del canal El Macho son zonas inundables con riesgo alto (Ramón, 2019). Esto permite al momento de proyectar el Máster Plan, sea elevado desde el nivel natural del suelo para que, en caso de inundación, no afecte al proyecto.

2.6 Síntesis del análisis y diagnóstico

Estado actual

Los anexos 13 y 14 están detallado toda la síntesis, foda y problemáticas a tratar.

Entendiendo la zona de estudio y el canal mediante el análisis urbano paisajístico e hidrológico, se concluye que el estado actual de la zona de estudio es:

Presencia de una vía arterial (Circunvalación Norte) que conecta a varios puntos de importantes de la ciudad. Presencia de transporte público que conecta con el centro de la ciudad. Uso de suelo residencial, comercio menor y uso de producción agrícola destinados para las bananeras. La zona de estudio tiene 19 barrios. Clasificación de suelo como rural y urbano, subclasificado como suelo urbano consolidado y no consolidado y de protección. Un desnivel de 5 metros desde el inicio hasta el final de la zona de estudio (9 m.s.n.m punto más alto y 4 m.s.n.m en el punto más bajo). Existen pocas áreas para uso público, estos son dos parques y tres canchas multipropósito y el canal es accesible desde el inicio de la zona de estudio hasta el barrio Los Vergeles, después ya está construido (el barrio Aguador está emplazado en la ribera del canal volviendo esa sección privada), finalmente existen predios municipales que pueden ser usados como bancos de suelo, pero actualmente son abandonados sin uso específico. La red de alcantarillado no abastece a toda la zona de estudio y existen 7 puntos de descargas puntuales al canal en el transepto.

Los equipamientos existentes son de educación, deportivo, religioso, seguridad, recreativos, culturales (casa comunal) y de salud. Los nodos de los puentes no tienen accesibilidad peatonal debido a que poseen una acera fluctuando los 40 a 60 centímetros imposibilitando el paso peatonal, además que se encuentran en mal estado con barandales salidos, inexistentes u oxidados. La circunvalación norte es la vía más transitada y de mayor convergencia de personas, es en esa vía donde se desarrolla todas las actividades comerciales. Es zona inundable, en un periodo de retorno de 100 años, el canal puede llegar en el evento más catastrófico a 4.10 metros y las zonas aledañas a 1.50 metros. En el sitio de análisis se puede cultivar banano, cacao, limón, naranja, mandarina, zapote, guanábana, aguacate y mango. El canal El Macho está contaminado por la presencia de aguas residuales, los valores de oxígeno disuelto dictaminan que el desarrollo de vida acuática es imposible, las aguas rozan la carga

eléctrica máxima permisible, existen restos de coliformes fecales, esas aguas tienen cadmio y cadmio y plomo en sedimento,

Balance F.O.D.A

El balance F.O.D.A nos permite analizar las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades en cualquier rama del conocimiento, pero para efectos de esta investigación se lo hará en base al diagnóstico previamente detallado en el capítulo 2.



Figura 98: FODA
Realizado por: Rodríguez, 2023

Entre las debilidades se encuentran la contaminación excesiva del canal El Macho por las aguas residuales de la ciudad, los asentamientos informales, producto de ello nació el barrio Aguador y la destrucción de los ecosistemas naturales de manglares que históricamente existían en la ribera del canal.

Dentro de las amenazas está el riesgo por inundaciones pluviales y desbordamiento del canal, la mancha urbana en expansión ya que los asentamientos informales ya sobrepasan los límites urbanos establecidos por el PDOT y que las zonas agrícolas, como es el caso del banano, se están perdiendo.

En las fortalezas encontramos la presencia de una vía arterial, la circunvalación norte, esta vía es de rápida movilización y conecta al este con el oeste de la ciudad de forma perimetral, otra fortaleza es que si existe transporte público para toda la zona de estudio y que existen zonas productivas.

Finalmente, como oportunidades es crear un circuito de conectividad de transporte alternativo para el uso de la ciudad, también es integrar el canal para que sea parte de la ciudad y la reorganización de las zonas aledañas al canal.

Después del análisis F.O.D.A se procede a hacer preguntas que nos sirve para relacionar y entender cómo se relacionan estas variables, las preguntas son:

¿Cómo esta fortaleza me permite defender de esta amenaza?

La presencia de la vía arterial permitirá contener y densificar esas zonas urbanas para impedir que la mancha urbana se expanda a zonas productivas, ya que en la zona de estudio aún existen predios sin construir. Impedir el acceso del transporte y servicios públicos a los asentamientos informales, de esta manera no se producirán invasiones a los sectores agrícolas.

¿Cómo esta fortaleza me permite aprovechar de esta oportunidad?

La vía arterial debido a que es la más transcurrida por los usuarios de la ciudad, permitirá conectar paralelamente con un circuito de ciclovías para transporte alternativo, de igual forma caminarías verdes. Al existir el sector productivo y el canal, se puede integrar con la ciudad mediante un proyecto de parque integrador en donde permita el acceso al canal y tenga sectores estratégicos de huertos urbanos y con la reorganización de las zonas aledañas al canal, permitirá dar una nueva distribución y función al espacio con el enfoque de integrar el canal y zonas productivas a la ciudad.

¿Cómo esta debilidad me vuelve vulnerable ante esta amenaza?

La debilidad de la contaminación producto por la deforestación de los manglares y desfogue de aguas residuales al canal, provoca que el ecosistema natural que históricamente existía no exista, como consecuencia se vuelve más susceptible a eventos de inundaciones ya que no posee cobertura vegetal para mitigar, de igual forma los asentamientos urbanos no regulados provoca que a largo plazo el suelo urbano se expanda quitando hectáreas de zonas cultivables.

¿Afecta esta debilidad al aprovechamiento de esta oportunidad?

La contaminación al canal si afecta a la oportunidad de las ciclovías debido a que es improbable el uso de transporte alternativo en zonas donde el agua está contaminada o exista malos olores, de igual forma los asentamientos no regulados no permite que se integre el canal a la ciudad ya que al canal lo seguirán usando como lo que ahora es, un punto fácil de desfogue de aguas residuales y finalmente la destrucción de los ecosistemas naturales no permitirá definir la nueva organización del uso del suelo en las zonas aledañas al canal ya que no habrá fronteras entre lo natural, construido e hídrico.

Identificación de problemas puntuales a tratar en el Máster Plan

Los problemas puntuales a tratar en este master plan son: el canal El Macho contaminado por aguas residuales, falta de integración del paisaje hídrico (canal) con el construido (ciudad) y zonas de producción en la zona de estudio (ribera del canal) y nuevos usos de suelo que conste de equipamientos y administrativos públicos (se propone los administrativos públicos para descentralizar el GAD ya que actualmente solo está emplazado en el centro y toda persona que desee hacer un trámite debe acudir a sus instalaciones, sin embargo, con esta propuesta se descentraliza)

CAPÍTULO 3. PROPUESTA

3.1 Máster Plan

Memoria descriptiva del máster plan

El Máster Plan de regeneración urbana paisajística proyectado para la zona de estudio tiene 4 categorías de intervención, estas son: clasificación y usos del suelo, movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático, propuesta de PTAR para descontaminar al canal El Macho y un proyecto urbano paisajístico para las zonas aledañas inmediatas al canal. Estas intervenciones darán como fin la regeneración urbana paisajística del canal El Macho entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares (tramo que es la zona de estudio). **Las láminas completas del Máster Plan se encuentran en los anexos 15 a la 49.**

3.2 Máster Plan - Clasificación y uso del suelo



Figura 99: Clasificación del suelo
Realizado por: Rodríguez, 2023

La clasificación del suelo actual es que suelo urbano consolidado, en proceso de consolidación y de protección, por tanto, en este master plan se mantiene esa misma clasificación, siendo el suelo a incidir urbano.

Usos del suelo



Figura 100: Usos del suelo
Realizado por: Rodríguez, 2023

Se propone aumentar el uso de suelo residencial debido a que una residencia genera menos agua residual que un comercio. También, en los predios municipales sin función, dar el uso de equipamientos. Finalmente, conservar en ciertos barrios el uso de suelo mixto (residencia y comercio menor) debido a que en esas zonas se encuentran las vías colectoras y la arteria (Av. Circunvalación Norte) y son sitios de gran flujo de personas.

3.3 Máster Plan - Movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático

Movilidad

Este master plan propone conservar las vías para movilización debido a que si conectan toda la zona de estudio. Sin embargo, se propone la reubicación de la vía, el motivo es que la vía Limón no cuenta con alumbrado público en el tramo de Los Vergeles y Rayito de luz, siendo este un foco para la delincuencia, además, en ese mismo tramo parte de la vía ya no existe por derrumbes debido a que se encuentra en la ribera del canal y dicha vía no respeta la franja de protección a proponerse de 5 metros (la franja de protección se explica en la propuesta del proyecto urbano paisajístico). Con esta nueva

movilidad de la vía Limón, suplantarán la necesidad que abastecía la antigua y movilizará moradores del barrio Rayito de Luz con Los Vergeles y conectando con el resto de la ciudad. La tipología de la vía será a doble carril, franja verde, acera peatonal y ciclo vía.

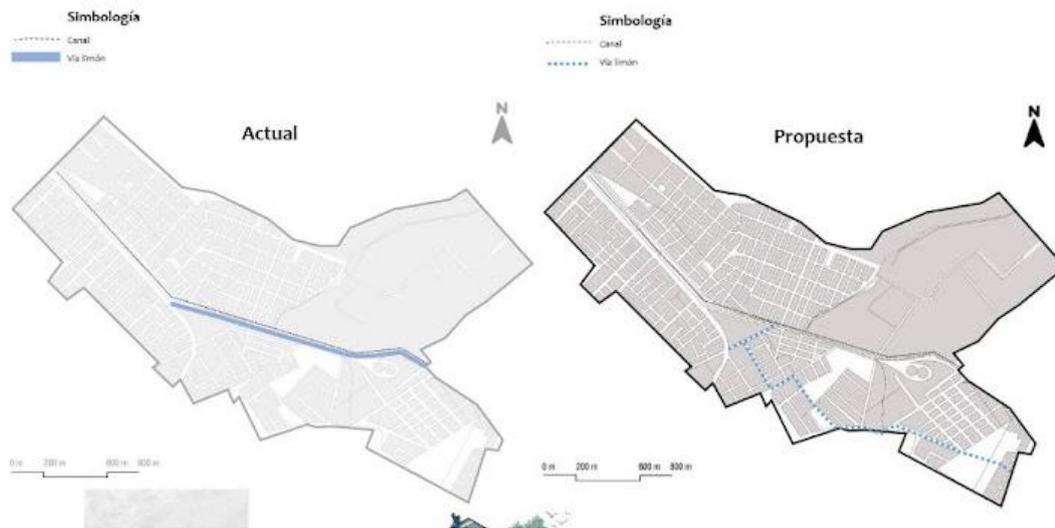


Figura 101: Reubicación de la vía Limón
Realizado por: Rodríguez, 2023

Este master plan propone conservar las vías para movilización debido a que si conectan toda la zona de estudio. Sin embargo, se propone la reubicación de la vía, el motivo es que la vía Limón no cuenta con alumbrado público en el tramo de Los Vergeles y Rayito de luz, siendo este un foco para la delincuencia, además, en ese mismo tramo parte de la vía ya no existe por derrumbes debido a que se encuentra en la ribera del canal y dicha vía no respeta la franja de protección a proponerse de 5 metros (la franja de protección se explica en la propuesta del proyecto urbano paisajístico). Con esta nueva movilidad de la vía Limón, suplantarán la necesidad que abastecía la antigua y movilizará moradores del barrio Rayito de Luz con Los Vergeles y conectando con el resto de la ciudad. La tipología de la vía será a doble carril, franja verde, acera peatonal y ciclo vía.

Conectividad

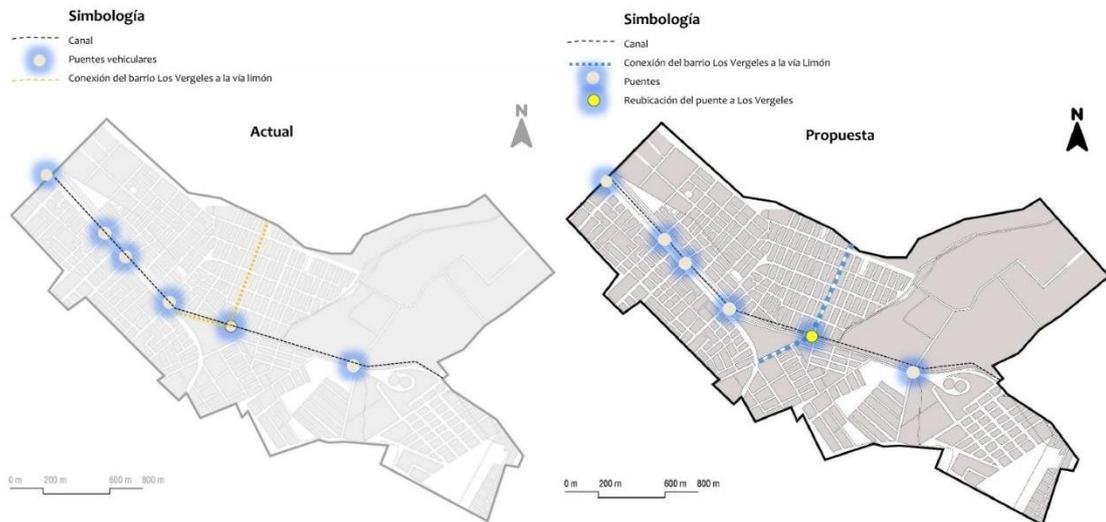


Figura 102: Puntos de conectividad
Realizado por: Rodríguez, 2023

Se propone mejorar la conectividad con una nueva tipología de puentes que contendría: calle a dos carriles, acera peatonal, franja verde y ciclovía debido a que los puentes actuales son intransitables para los peatones porque no que tienen aceras para el peatón dando más prioridad al vehículo, por tanto, en este master plan se propone dar más prioridad al peatón que al vehículo reduciendo el ancho de vía a 4 metros por carril, de esta manera habrá banquetas amplias para el libre paso del transeúnte.

Resiliencia y adaptación al cambio climático

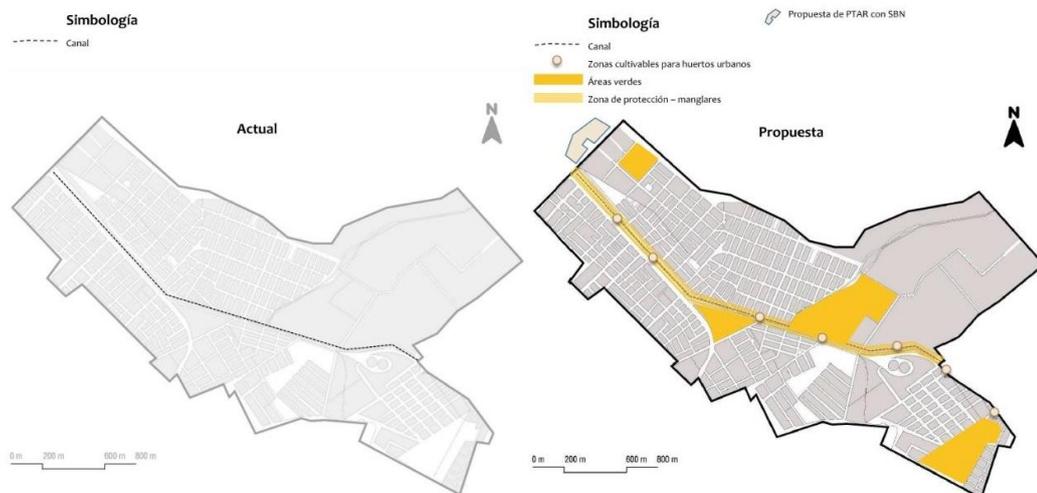


Figura 103: Estrategia para combatir al cambio climático
Realizado por: Rodríguez, 2023

Actualmente, no existe nada para combatir el cambio climático en la zona de estudio. Con la implantación de manglares en la zona de protección del canal y la propuesta de la PTAR con SBN, se pretende que el ecosistema de manglares que históricamente existía en el sitio de análisis se reinstaure y se descontamine el canal por las aguas residuales. Paralelamente, con más áreas verdes, los procesos de habitar, la resiliencia y sus dinámicas sociales de la ciudad cambiarán para mitigar los efectos del cambio climático con el enfoque de cuidar los recursos hídricos y sus ecosistemas, todo alineado a los ODS.

3.4 PTAR

Esta propuesta se encuentra a detalles en los anexos 17 y 18 donde se proponen propuestas esquemáticas de PTAR de lodos activados y usando SBN con Jacinto de agua y Vetiver. Se recomienda usar el sistema de PTAR con SBN usando Vetiver con humedales de flujo sub-superficial, tiene mejores índices para descontaminar contaminantes presentes en el agua residual del canal El Macho, menor consumo energético y no genera olores. También se detalla el área de influencia de la PTAR con SBN. La propuesta de la red colectora de alcantarillado que lleve el agua a donde se propone implantar la PTAR. Finalmente, se realizó cálculo de población a incidir proyecto para los años de funcionamiento.

3.5 Máster Plan - Proyecto urbano paisajístico

El Máster Plan urbano paisajístico plasma la conexión del proyecto con el norte y sur de la ciudad, esto para destacar que el proyecto no es aislado de la ciudad y los ciudadanos se podrán conectar con puntos importantes de la ciudad como el centro, terminal terrestre, mercados, equipamientos comunitarios, entre otros, además de otros cantones como Pasaje, El Guabo y el resto del país.

Propuesta conceptual y estrategias

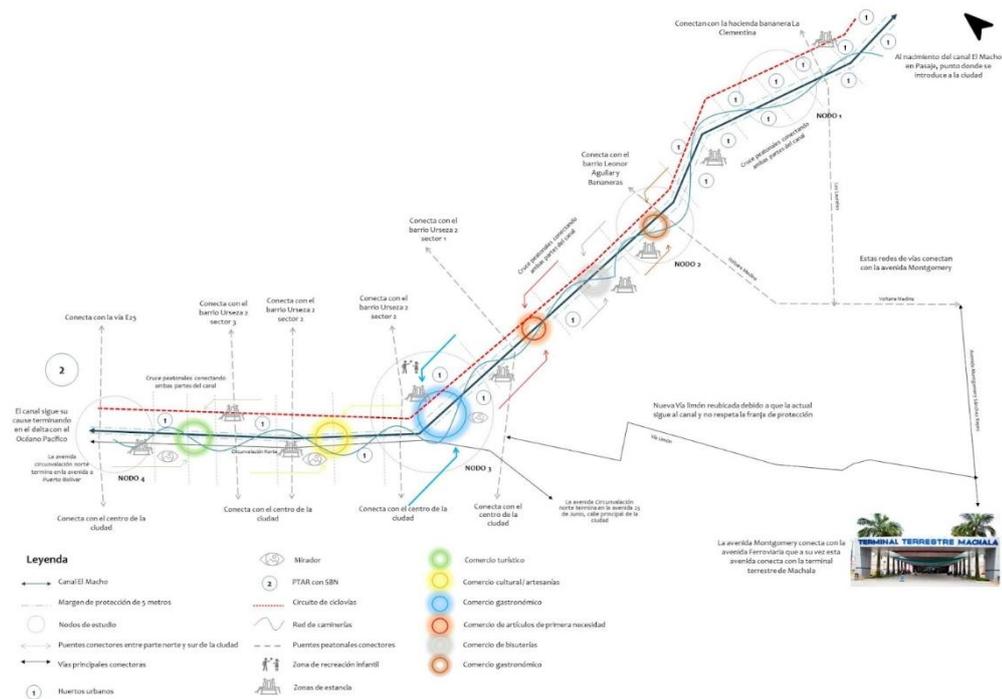


Figura 104: Propuesta conceptual
Realizado por: Rodríguez, 2023

El proyecto urbano paisajístico parte de la propuesta conceptual donde se aplican estrategias a implementar. En cuanto al concepto, se propone puentes conectores peatonales a lo largo del proyecto, esto con el fin de que los usuarios puedan acceder libremente y trasladarse de una ribera a otra del canal. También, una franja de protección en todo el canal de 5 metros, en esa franja se propone reforestar con Manglar rojo. Se propone un circuito de ciclovía con el fin de fomentar el uso del transporte alternativo, también, redes de caminerías para fomentar el hábito de caminar. Zonas de recreación infantil para el disfrute de los niños y espacios de estancia para que puedan disfrutar del paisaje del proyecto. Equipamientos comerciales con fines turísticos, culturales, gastronómicos, artículos de primera necesidad y bisuterías. El propósito de los ejes comerciales dentro del proyecto es atraer las personas y puedan comprar-vender y adentrarse en el proyecto. Conceptualmente se divide el proyecto en 4 nodos, estos tienen características diferentes entre sí el cual se le aplican estrategias para remediar las problemáticas que se analizaron en el análisis y diagnóstico.

Las estrategias para remediar las problemáticas son:

Para combatir la contaminación del canal El Macho por descargas de aguas residuales, la estrategia es una PTAR con SBN.

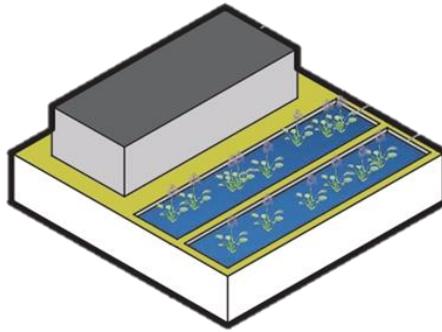


Figura 105: PTAR con SBN
Realizado por: Rodríguez, 2023

Para combatir la deficiencia de espacio público, este Máster Plan del proyecto urbano paisajístico propone la creación de espacios de estancia donde las personas puedan acceder al espacio público y puedan descansar.

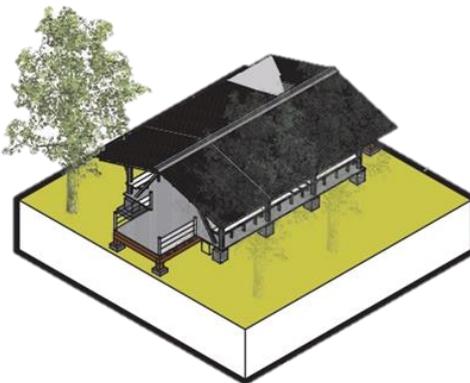


Figura 106: Estancia
Realizado por: Rodríguez, 2023

Implementación de huertos urbanos, de esta forma, no solo accederán al espacio público, sino que podrán apropiarse y cultivar productos de la zona.

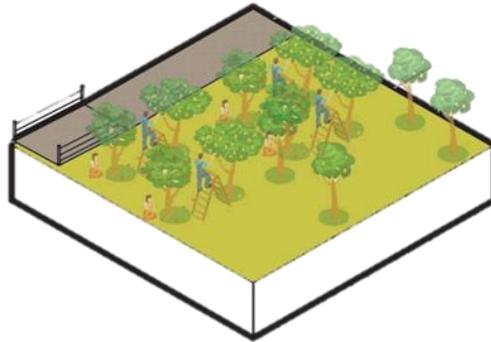


Figura 107: Huertos urbanos
Realizado por: Rodríguez, 2023

La estrategia de implementar zonas recreativas, así, los niños también podrán disfrutar del espacio público.

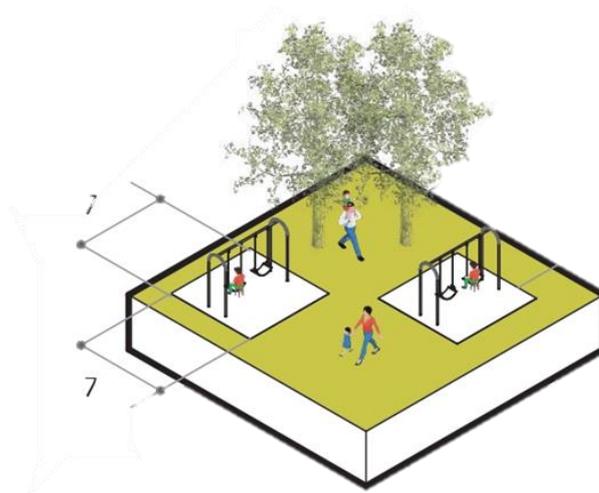


Figura 108: Zonas recreativas
Realizado por: Rodríguez, 2023

Para combatir la inundabilidad presente en el canal El Macho, la estrategia puntual es elevar al proyecto 0.80 m del suelo, de esta manera, en eventos de inundaciones el proyecto no se verá afectado.

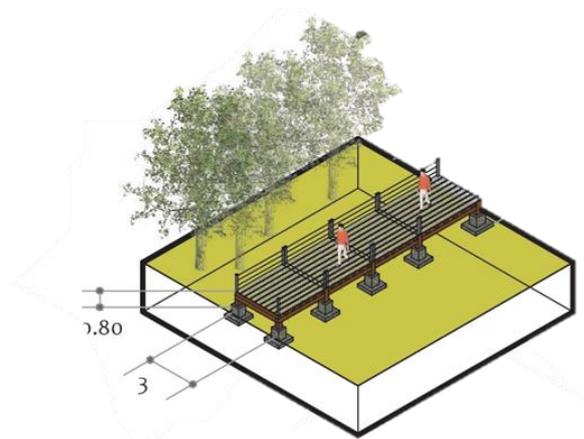


Figura 109: Elevación del suelo
Realizado por: Rodríguez, 2023

Debido a que el proyecto es elevado a 0.80 m, se propone como estrategia para la accesibilidad el uso de rampas con pendiente del 8%. De esta forma los usuarios podrán acceder incluso para las personas en sillas de ruedas. Junto a las rampas existirá parqueo para bicicletas.

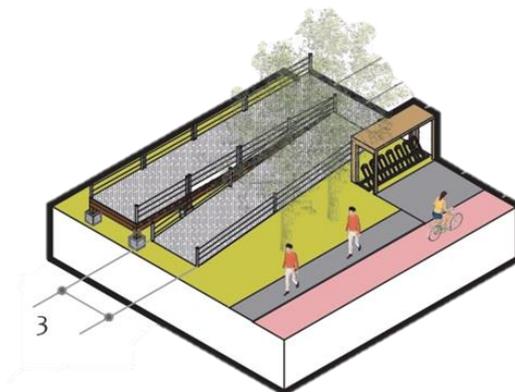


Figura 110: Rampas
Realizado por: Rodríguez, 2023

La creación de cruces peatonales entre las riberas del canal combatirá a la falta de conectividad peatonal latente en la zona de estudio y detectada en el análisis y diagnóstico.

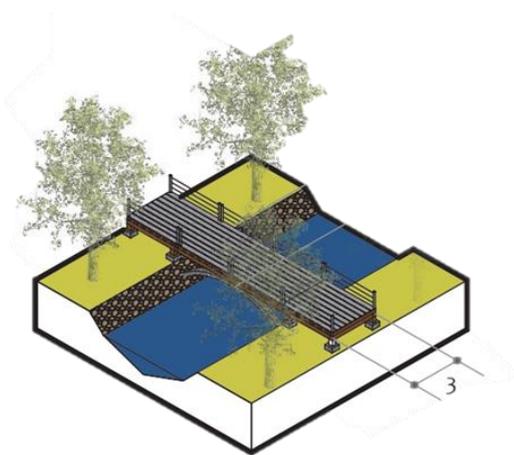


Figura 111: Cruces peatonales
Realizado por: Rodríguez, 2023

La creación de una nueva tipología de puente en donde, además de permitir cruzar carros, permita integrar al peatón, el transporte alternativo y franja verde. Esta nueva tipología de puente para la propuesta combatirá la problemática de que los puentes solo sean vehiculares.

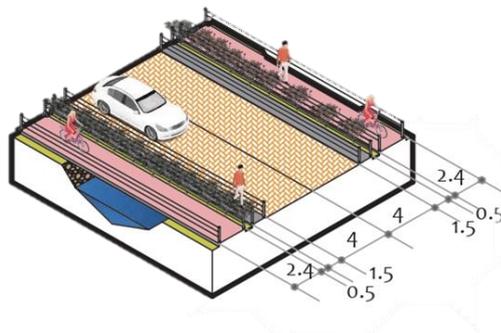


Figura 112: Tipología de puentes vehiculares
Realizado por: Rodríguez, 2023

Otra estrategia para combatir la destrucción de los ecosistemas de manglares, es la reforestación con Mangle rojo en toda la franja de protección del canal, dicho árbol también actúa como esponjas naturales en absorción de agua y tiene propiedades que permite la descontaminación de metales pesados por medio de sus raíces.

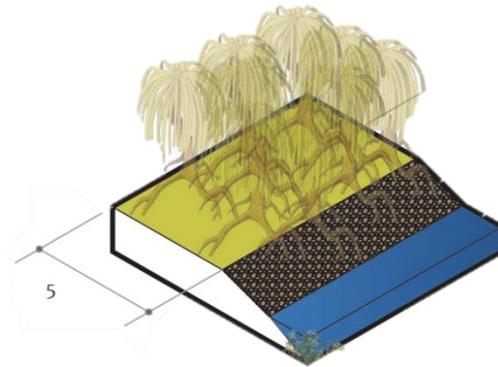


Figura 113: Reforestación de manglares
Realizado por: Rodríguez, 2023

Para eliminar los asentamientos en zona de riesgo en la ribera del canal El Macho, estas deben ser reubicadas y en la franja de protección reforestar con Manglar rojo. Aunque este Máster Plan no tiene como fin un proyecto de reubicación de los asentamientos informales, sin embargo, solo se propondrá en un banco de suelo del GAD en el barrio Saucos, la reubicación. Es importante mencionar que solo se propone el sitio, otra investigación debe analizar qué tan factible es la reubicación en ese banco de suelo.

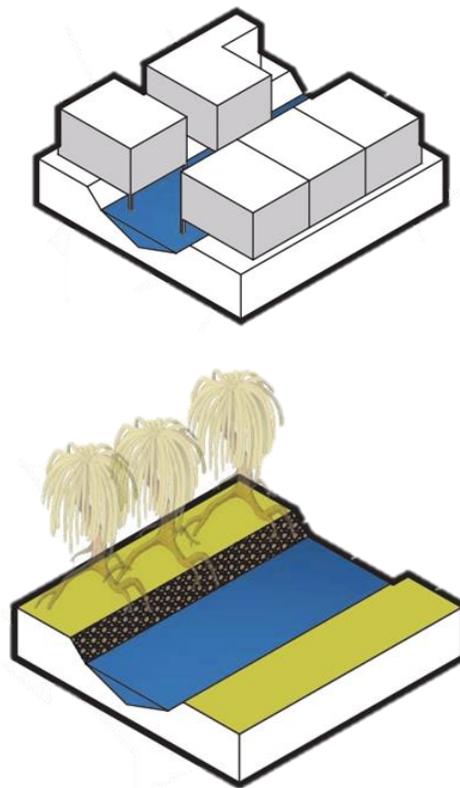


Figura 114: Reubicación y franja de protección
Realizado por: Rodríguez, 2023



Figura 115: Propuesta de reubicación
Realizado por: Rodríguez, 2023

Este Máster Plan propone una estrategia tipología de aceras donde se integre el uso del transporte alternativo y franja verde.

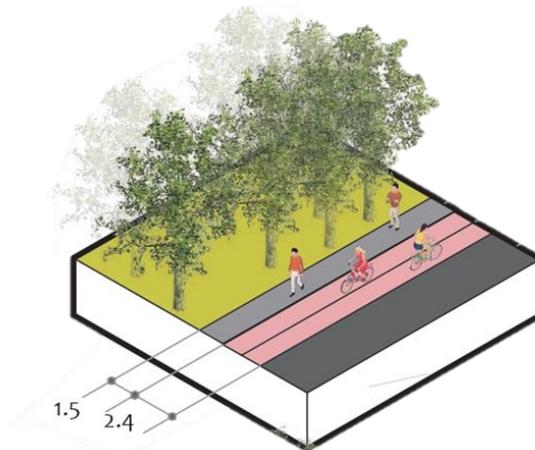


Figura 116: Tipología de acera
Realizado por: Rodríguez, 2023

La estrategia de equipamiento comercial dentro del proyecto urbano paisajístico es con el fin que las personas accedan, adquieran un producto o varios y puedan recorrer el proyecto, de esa forma existirá afluencia de personas en el proyecto.

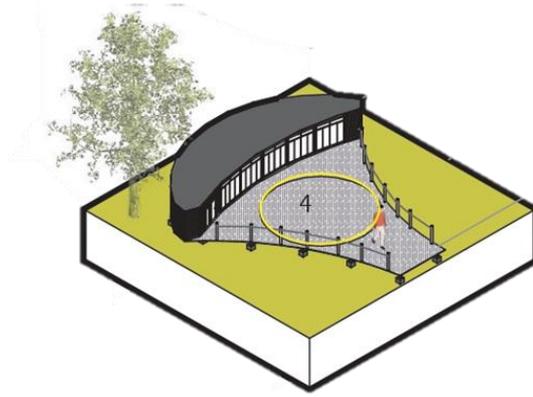


Figura 117: Equipamiento comercial
Realizado por: Rodríguez, 2023

Se propone una tipología que contenga la estrategia de enmedio una franja vegetal de 1 metro, de esa forma la cobertura vegetal también estará presente en medio de las calles.

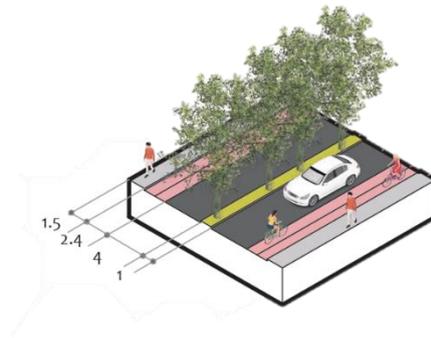


Figura 116: Tipología de vía
Realizado por: Rodríguez, 2023

Finalmente, la estrategia de retiro de 3 metros en las construcciones permitirá que en ese espacio existan árboles para que la persona transitando en la acera pueda obtener sombra y viento.

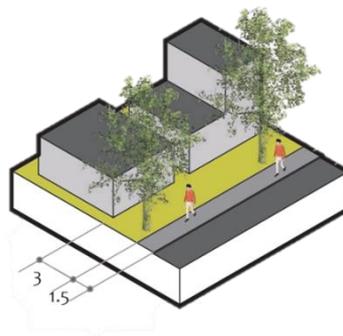


Figura 117: Retiro
Realizado por: Rodríguez, 2023

Estrategias nodo 1

El nodo 1 se encuentra emplazado en el barrio Rayito de Luz al inicio de la zona de estudio con un diámetro de 300 metros. Es el punto donde el canal se adentra a la ciudad. Se encuentra presente zona de producción agrícola (Bananeras) y asentamientos del barrio. Mediante diseño se pretende crear un circuito perimetral conectado que atraviese algunas veces el canal. Las estrategias que se aplicaron fueron:

- Red caminerías con cruces peatonales entre riberas del canal
- Implementación del transporte alternativo con rampas para que los usuarios usen la bicicleta y las puedan dejar en el parqueo para el posterior adentramiento en el proyecto.
- Franja de protección ya que en todo el canal se debe respetar. La franja es de 5 metros y se reforestará con Mangle rojo.
- Huertos urbanos para que los usuarios se apropien del espacio público y puedan cultivar, de esta forma genera la transición entre la ciudad y las zonas productivas.

Todas las estrategias están ubicadas en donde serían aplicadas en el corte.

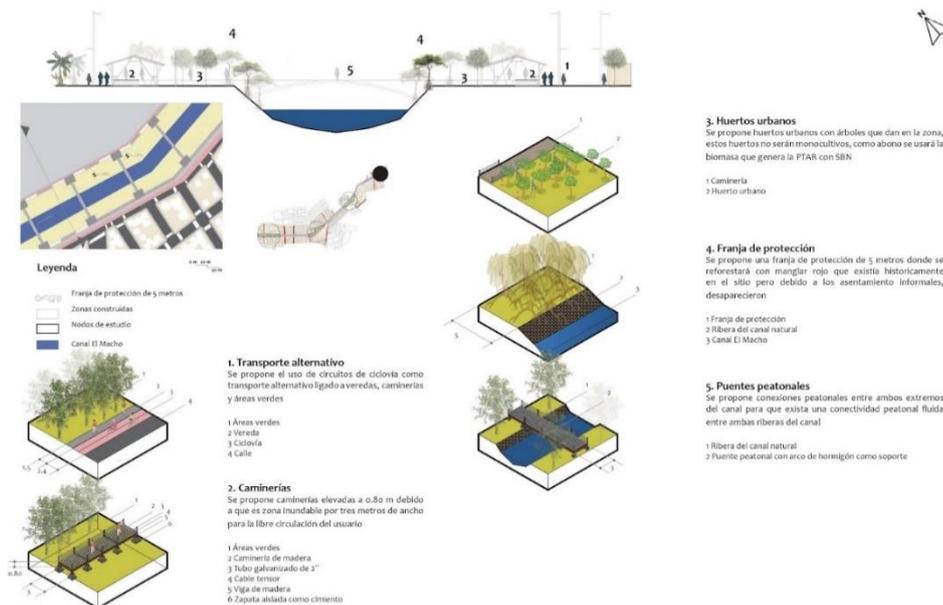


Figura 119: Estrategias
Realizado por: Rodríguez, 2023

En la planta para este nodo 1 se observa como la red de caminerías con los cruces peatonales forman un circuito permitiendo al usuario poder recorrer todo el proyecto, junto a las caminerías están las zonas destinadas a los huertos urbanos y la ciclo vía. La propuesta los usuarios pueden acceder con facilidad debido a las rampas de acceso que existen volviendo permeable, además, hay puntos donde se puede observar el canal.



Figura 120: Nodo 1
Realizado por: Rodríguez, 2023

La axonometría y corte permite comprender como todas las estrategias están conectadas y como el circuito está conectado y atravesando algunas veces el canal.

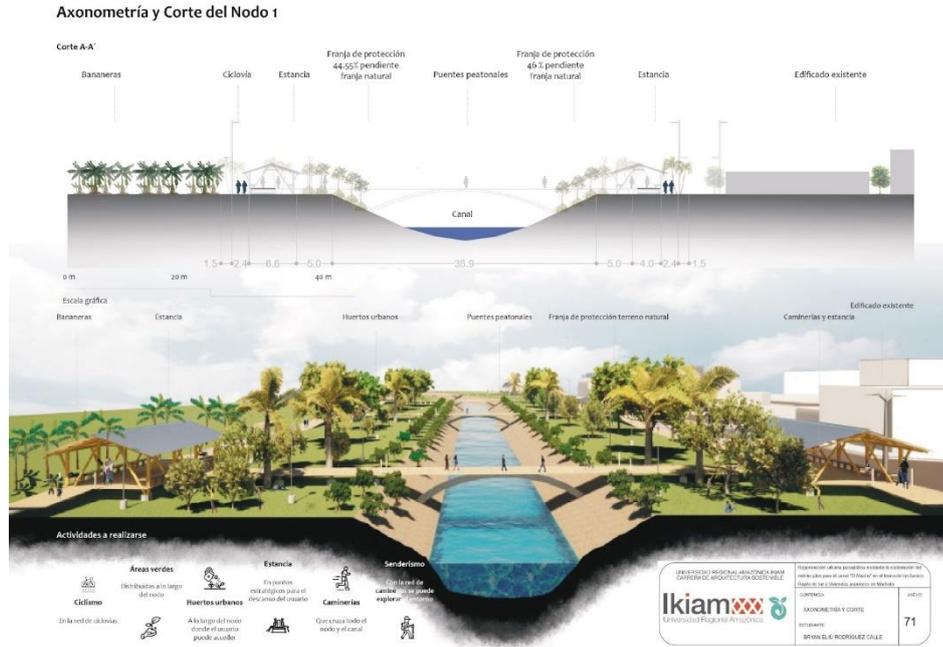


Figura 121: Axonometría y corte del nodo 11
Realizado por: Rodríguez, 2023

Los renders permite visualizar de forma tridimensional el nodo con las estrategias implementadas, uno general (arriba) y uno a detalle con el mobiliario de estancia (abajo) (figura 121).

Render del Nodo 1





Figura 122: Renders
Realizado por: Rodríguez, 2023

Estrategias nodo 2

El nodo 2 se encuentra emplazado en el barrio Leonor Aguilar con un diámetro de acción de 350 metros. El puente actual que conecta al barrio Leonor Aguilar con la ciudad está en pésimo estado, además, este punto es complejo debido a que cerca está lo que actualmente es la Planta de Asfalto de la ciudad, punto focal de contaminación, por tanto, es necesario la reubicación de dicha planta y proyectar el parque temático Cultural. También existen dos predios municipales más que mediante los usos del suelo se dictaminó que sean para equipamiento, por tanto, se propone para el predio que queda al frente de la asfaldadora, la proyección del parque temático al banano. Y para el otro predio junto al barrio Leonor Aguilar la proyección del parque agrario. Lo peculiar de este nodo es que se une un canal adyacente al canal El Macho formando una Y de canales. Mediante diseño se pretende integrar el canal adyacente y protegerlo, así como circuitos orgánicos de caminerías. Ante todas estas características del nodo 2, las estrategias a proyectar son:

- Franjas de protección tanto para el canal El Macho, así como para el canal adyacente.
- Tipología de puente vehicular y peatonal
- Mobiliario de estancia
- Huertos urbanos para que los usuarios se apropien del espacio público y puedan cultivar, de esta forma genera la transición entre la ciudad y las zonas productivas.

Todas las estrategias están ubicadas en donde serían aplicadas en el corte.

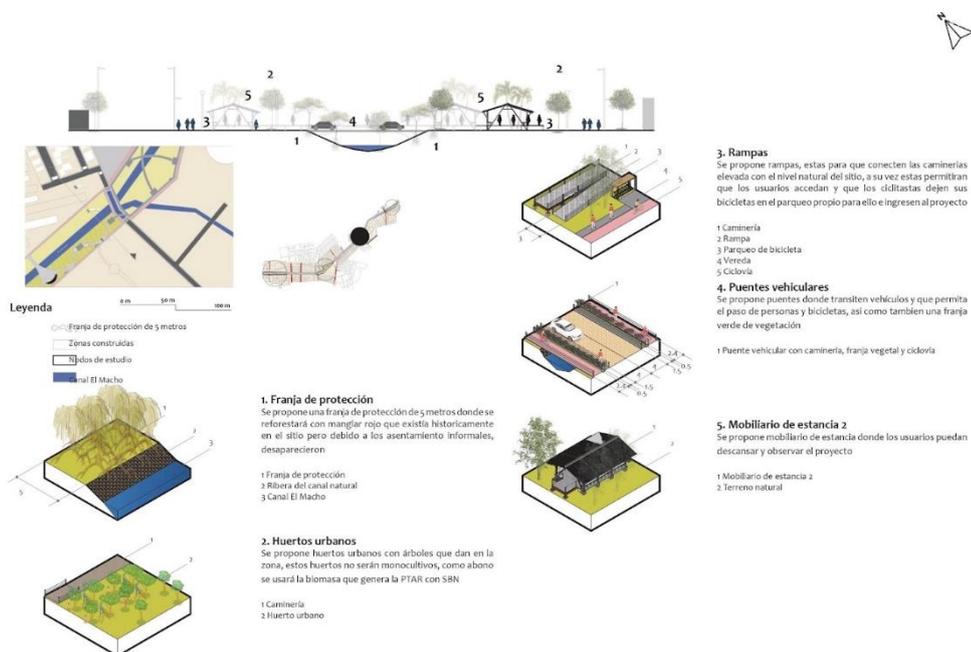


Figura 123: Estrategias del nodo 2
Realizado por: Rodríguez, 2023

En la planta del nodo 2 se destaca que al canal adyacente también contiene la franja de protección para reforestación con manglar rojo. La red de caminerías tiene recorrido orgánico y que se une con el equipamiento comercial



Figura 124: Planta del nodo 2
Realizado por: Rodríguez, 2023

La axonometría y corte permite observar cómo es la conexión mediante el punto vehicular peatonal y también con el mobiliario de estancia.



Figura 125: Axonometría y corte del nodo 2
Realizado por: Rodríguez, 2023

El render visto desde arriba permite entender cómo funciona la intervención en este nodo.



Figura 126: Renders
Realizado por: Rodríguez, 2023

Estrategias nodo 3

El nodo 3 se encuentra emplazado en entre los barrios Los Algarrobos, Los Andes, Cuba Libre y El Aguador con un diámetro de acción de 450 metros. Este es el nodo que se encuentra entre suelo urbano consolidado y en proceso de consolidación. Presenta en su muro ciego de una bodega para almacenaje lo cual es un problema porque rompe el espacio en dos. Este tiene la potencialidad de ser donde más personas afluyen lo cual se puede aprovechar con equipamiento comercial. Este nodo presenta dos descargas puntuales de aguas residuales. Mediante diseño se pretende crear redes de caminerías orgánicas que crucen el canal varias veces y que dentro del espacio que forma las ondas, situar huertos urbanos y áreas verdes. Las estrategias a proyectarse para solventar las problemáticas son:

- Franjas de protección tanto para el canal El Macho y la reforestación con Manglar rojo.
- Calle tipo con la franja verde de 1 metro.
- Zonas recreativas para los niños
- Equipamientos comerciales distribuidos para atraer a las personas al interior del proyecto.

Todas las estrategias están ubicadas en donde serían aplicadas en el corte.

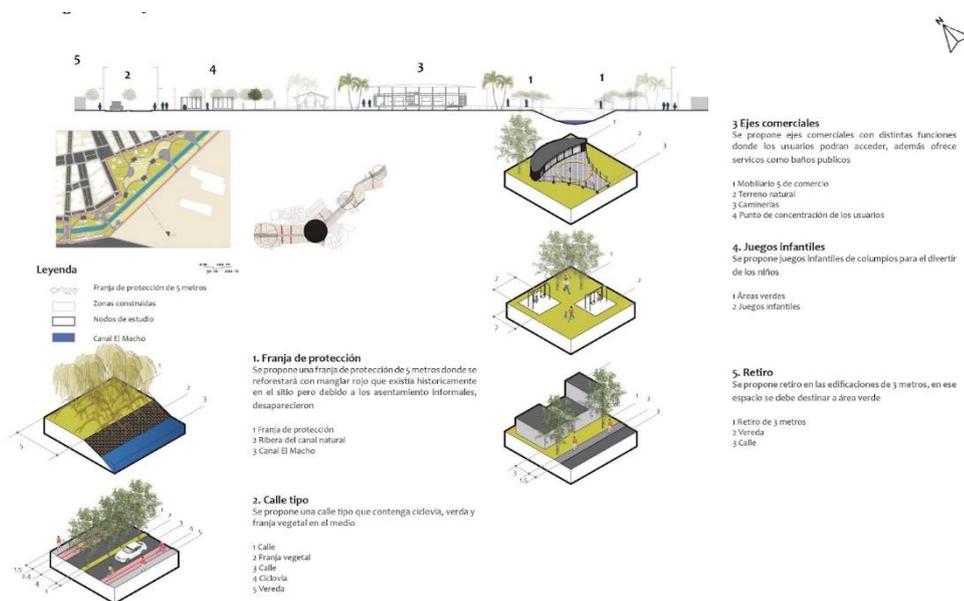


Figura 127: Estrategias del nodo 3
Realizado por: Rodríguez, 2023

En la planta del nodo 3 se plasman las ideas de diseño con el circuito de caminerías y ciclovía que atraviesa el canal y en sus interiores huertos urbanos combinando con áreas verdes.

Planta del Nodo 3



Figura 128: Planta del nodo 3
Realizado por: Rodríguez, 2023

La axonometría destaca el espacio público que se forma con zonas recreativas, áreas verdes y huertos urbanos.

Axonometría y Corte del Nodo 3



Figura 129: Axonometría y corte del nodo 3
Realizado por: Rodríguez, 2023

Render del Nodo 3



Render del Nodo 3



Figura 130: Renders
Realizado por: Rodríguez, 2023

Estrategias nodo 4

El nodo 4 se encuentra al final de la zona de estudio emplazado entre el barrio Viviendas Populares y El Aguador con un diámetro de acción de 500 metros. Se encuentra emplazado en donde Machala ya está altamente densificado. Es el nodo donde se proyecta el emplazamiento de la PTAR con SBN. Mediante diseño se pretende enfocarse en los equipamientos comerciales visto el uno al otro y las redes de caminería y ciclovías que conecten ambas riberas del canal. Las estrategias a solventar problemáticas en este nodo son:

- Franjas de protección tanto para el canal El Macho y la reforestación con Manglar rojo.
- Reubicación de los asentamientos en la ribera del canal El Macho.
- PTAR con SBN para tratar las aguas residuales.

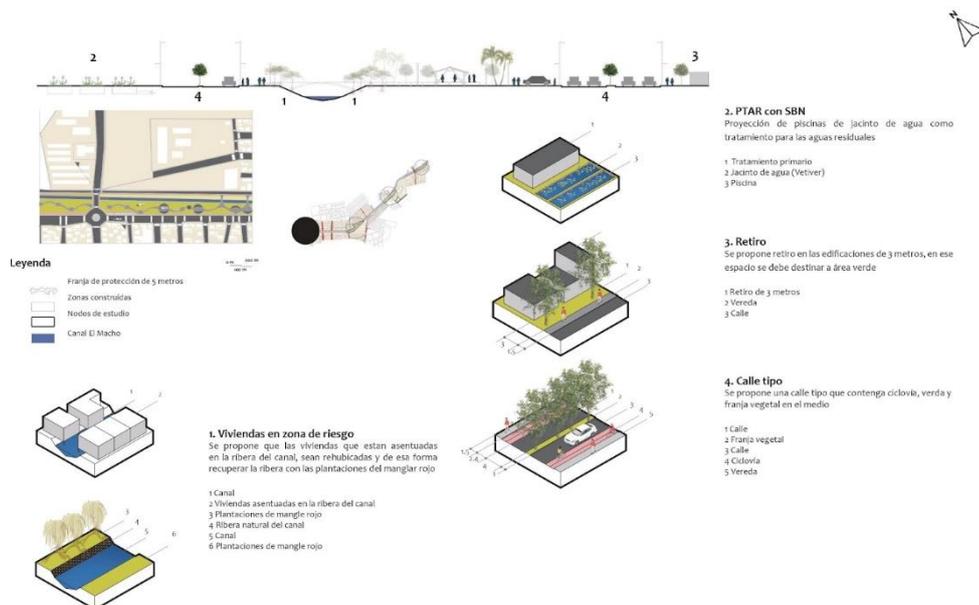


Figura 130: Estrategias del nodo 4
Realizado por: Rodríguez, 2023

En la planta del nodo 4 se detalla la red de caminería con ejes comerciales y entre esos circuitos áreas verdes.

Planta del Nodo 4



Figura 131: Planta del nodo 4
Realizado por: Rodríguez, 2023

La axonometría y el corte destaca la proyección de la PTAR con SBN y como está involucrado el proyecto dentro de la ciudad.

Axonometría y Corte del Nodo 4



Figura 132: Axonometría y corte del nodo 4
Realizado por: Rodríguez, 2023

El render visto arriba permite observar todo el nodo 4 con las redes de caminerías y ciclovías, equipamiento comercial y la PTAR con SBN.



Figura 133: Render
Realizado por: Rodríguez, 2023

Se concluye que las estrategias proyectadas en los nodos resuelven las problemáticas en contaminación del canal, espacio público y falta de integración del canal a la ciudad. El Máster Plan después del nivel de nodos, llega hasta el nivel de propuesta de mobiliario y equipamiento comercial, estos están diseñados a base de materiales locales presentes en Machala (Caña de guadua y Bambú).

Propuesta de mobiliario 1 / Zona de estancia

Se propone 5 mobiliarios para el proyecto urbano paisajístico, el primero es la zona de estancia la idea surgió para recuperar técnicas constructivas antiguas.



Figura 134: Vivienda de Machala durante el boom bananero
Realizado por: Rodríguez, 2023

De esa premisa nace el diseño del módulo 1 usando materiales como el bambú y para la cubierta Rooftec, tipo cubierta sándwich que permite aislar el calor manteniendo el confort en el interior, es elegido como cubierta debido a que en Machala las temperaturas son elevadas.

De esa premisa nace el diseño del módulo 1 usando materiales como el bambú y para la cubierta Rooftec, tipo cubierta sándwich que permite aislar el calor manteniendo el confort en el interior, es elegido como cubierta debido a que en Machala las temperaturas son elevadas.

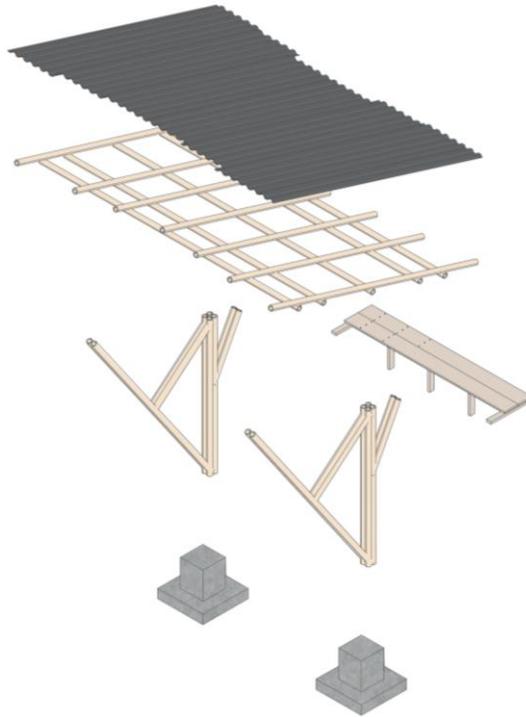


Figura 135: Despiece del mobiliario urbano 1
Realizado por: Rodríguez, 2023

El segundo mobiliario es similar al primero con la diferencia que es doble permitiendo la estancia en ambos lados, además se propone un refuerzo estructural en las diagonales, esto con el objetivo de mantener la rigidez del mobiliario.

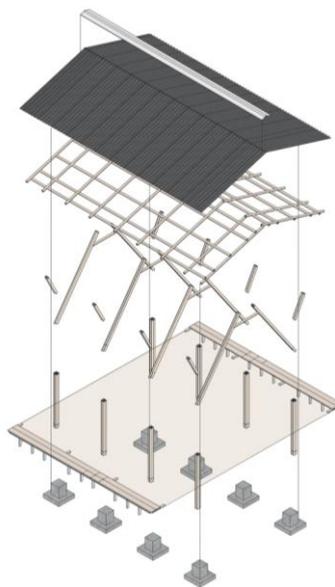


Figura 136: Despiece del mobiliario urbano 2
Realizado por: Rodríguez, 2023

El tercer mobiliario es el mirador usando los materiales como el bambú, la madera y el Rooftec como cubierta, dispone de tres niveles para poder observar la ciudad desde un punto alto (9 metros), las escaleras es tipo U y las plantas se distribuyen con circulación perimetral, de esta manera el usuario podrá observar la ciudad desde cualquier ángulo.

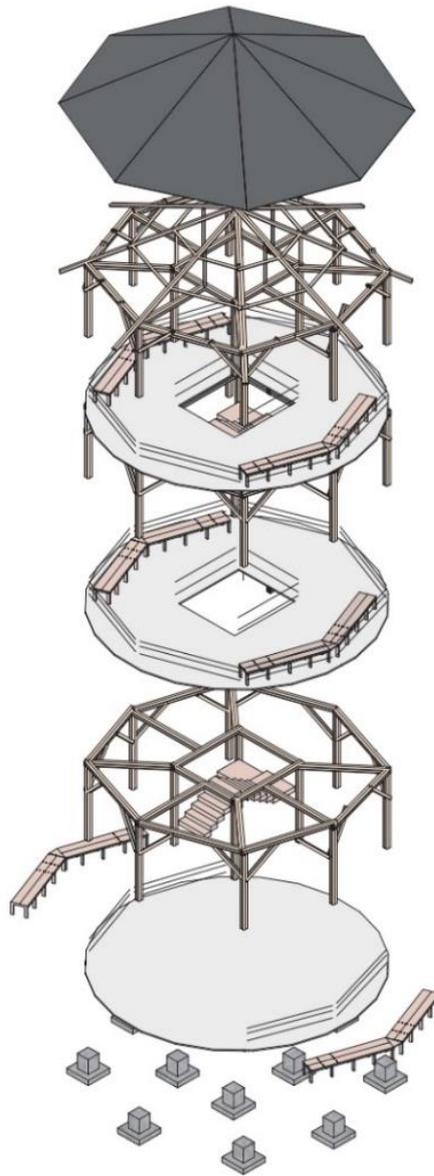


Figura 137: Despiece del mobiliario urbano 3
Realizado por: Rodríguez, 2023

El mobiliario cuarto es la caminería, esta va elevada mediante plintos de hormigón armado, después vigas de madera de 25x25cm, a continuación, las correas de madera de 12x8cm para después situar la tabla de 3x20cm, se propone que las tablas vayan separadas con 3 mm entre ellas con el objetivo que las aguas lluvias pasen a través y

pueda descargarse al suelo, esto evita charcos en las caminerías. Para los pasamanos es mediante tubo galvanizado y alambre reforzado.

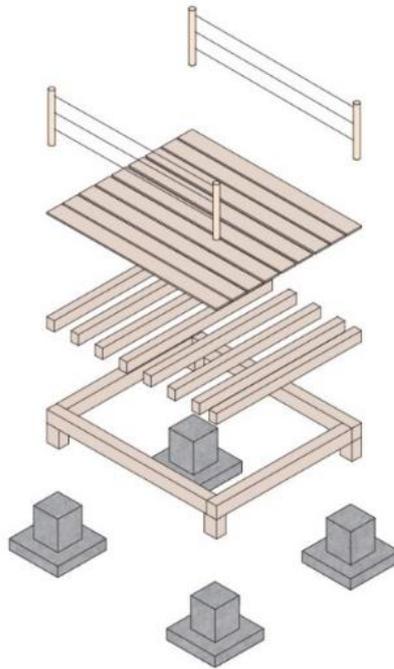


Figura 138: Despiece del mobiliario urbano 4
Realizado por: Rodríguez, 2023

El quinto es de equipamiento y es para los servicios (baños) y comercio, tiene la forma de banana en honor a que está emplazada en la capital bananera del mundo, se propone muros cortinas con el objetivo de que se cree la sensación de libre y que se pueda observar a través del vidrio el paisaje formado por el canal y la vegetación alrededor, los muros divisorios también son de bambú, así como la estructura y cubierta de Rooftec.

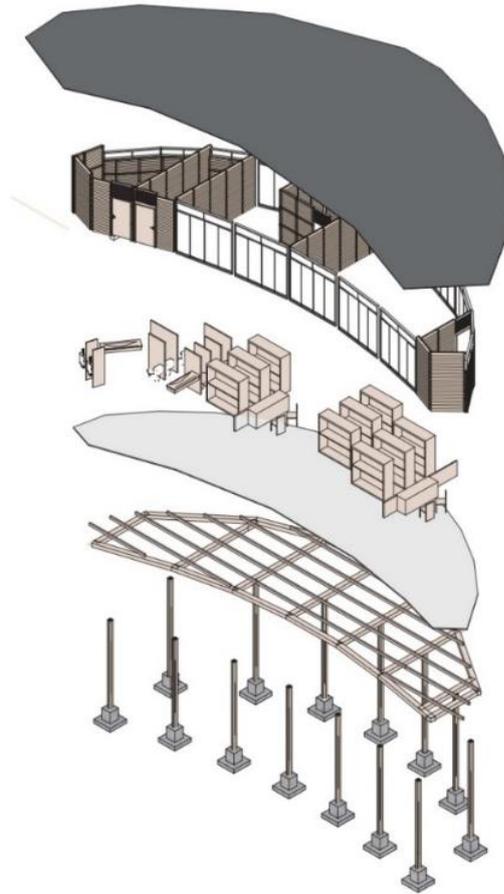


Figura 139: Despiece del equipamiento urbano 5
Realizado por: Rodríguez, 2023

En el anexo 49 se detalla el corte tipo a emplearse en las calles a ambos lados del canal y las calles adyacentes, éste especifica el tipo de calle, veredas, recolección de aguas lluvias, caminerías, franja de retiro a detalle y alturas.

Con la implementación de esas propuestas, esta zona de estudio tendrá 15 759 m₂ destinados para equipamientos administrativos públicos, 315 589 m₂ para zonas verdes y con la propuesta urbana paisajística al canal (171 252 m₂) sumarían 486 841 de espacio público que dividiendo para los habitantes 26 163 (en el 2023) da 18.60 m² por cada persona, cumpliendo los 9 m₂ mínimos de área verde por habitante dispuesto por la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Este Máster Plan proyectado para la regeneración urbana paisajística del canal El Macho entre los tramos de los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares contiene Usos del suelo para mitigar la contaminación del canal, mejorar la movilidad reubicando la vía Limón, estrategias para combatir el cambio climático. A nivel de hidrología las

propuestas de PTAR siendo la que usa Vetiver la más recomendable para la realidad de la zona. Y un proyecto urbano paisajístico para integrar el paisaje construido, hídrico y de producción (agrícola con plantaciones de bananeras). Se debe entender este Máster Plan como un todo, interdisciplinario, integrador que se enfoca en eliminar el mayor problema, la contaminación del canal y la falta de espacio público.

Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

La contribución al conocimiento que presenta este proyecto es una muestra de que un Máster Plan puede incluir información de riesgos de inundación y de calidad del agua, aparte de aspectos urbanos y paisajísticos para apoyar a la toma de decisiones. Estos componentes del Máster Plan permiten planificar el territorio de incidencia y poder regenerar ofreciendo soluciones a problemáticas puntuales.

El máster plan del Canal el Macho tuvo un proceso de diseño considerando varias aristas. El contexto histórico contribuyó en el diseño de espacios para los mobiliarios y equipamiento comercial, ya que usó materiales que durante el boom bananero existían en las construcciones. La información de calidad del agua puede contribuir con la selección adecuada de macrófitas ya que cada planta que puede descontaminar contaminantes son eficientes para ciertos parámetros, pero para otros no, por tanto, la investigación de campo y revisión bibliográfica permitió elegir adecuadamente al Jacinto de agua y Vetiver como macrófitas para descontaminar contaminantes presentes en el canal El Macho. Y deficiencia de espacio público motivo para crear espacio público en el proyecto urbano paisajístico donde las personas puedan apropiarse del espacio.

Los referentes analizados son ejemplo claro que bajo estrategias puntuales se puede recuperar espacios segregados producto de los humanos, por ejemplo, mediante la reforestación se puede recuperar un ecosistema contaminado, mediante la implementación de una PTAR se puede descontaminar aguas residuales, pero el plus de la investigación es que se implemente con SBN, siendo esto más efectivo que una PTAR convencional.

En relación al diseño del proyecto urbano paisajístico, la creación de ciclovías permite mitigar las emisiones de CO₂ lanzadas por vehículos, además, las caminerías entrelazadas y que permiten conectar ambas riberas del canal provoca que los usuarios puedan disfrutar del paisaje del canal regenerado y con el equipamiento comercial inmiscuido dentro de la propuesta pretende atraer al usuario para la compra y venta y de esa manera pueda usar el proyecto.

4.2 Recomendaciones

Esta investigación aplicada desarrollada debido a que interactúan diferentes variables, se recomienda a las diferentes áreas del conocimiento el estudio de:

Para urbanismo se recomienda otra investigación en donde se reubiquen a las personas que se encuentran emplazadas en las riberas del canal El Macho, esto es importante ya que estos asentamientos son ilegales, se encuentran en zonas de riesgo alto de inundaciones y no respetan la franja de protección del canal de 5 metros.

Para geociencias, en el análisis de la tierra del predio donde se propuso la PTAR con SBN esto con el objetivo de determinar la calidad de la tierra para excavaciones y el soporte de los humedales artificiales de flujo sub-superficial o piscinas con macrófitas flotantes.

Para ecosistemas, en el análisis de los procesos necesarios para reinstaurar la vida acuática al canal y terrestre.

Para hidrología, analizar los índices de calidad de agua en los canales adyacentes al canal El Macho.

Para arquitectura en crear un proyecto arquitectónico del parque lineal para el canal El Macho y el diseño de cada parque temático propuesto.

Para paisajismo en analizar las otras condicionantes del recorrido del canal El Macho previo al delta con el mar.

Se recomienda respetar los 5 metros de protección del canal y elevar cualquier proyecto ya que todo el recorrido del canal es considerado inundable.

Referencias bibliográficas

- ONU. (2014). Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida» 2005-2015. Áreas temáticas: Calidad del agua. Recuperado 15 de enero de 2019, de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Marques, B. P., Cardoso, S. P., Salvador, R., & Reis, J. L. (2012). Subvenciones para un entendimiento interdisciplinario de la ciudad y de lo urbano: diálogos entre la geografía, la arquitectura, la economía y la sociología-la experiencia del máster en metropolización, planificación estratégica y sustentabilidad.
- López. (2015). Análisis físico-químico de la calidad del agua en el canal el macho de la ciudad de Machala. Universidad Técnica de Machala, Machala.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181.
- Hernández, F., Nolasco, E., & Salguero, M. (2016). Determinación del índice de calidad del agua NSF y modelación del cromo hexavalente en la parte alta del río Suquiapa, Santa Ana, El Salvador. *El Salvador. Obtenido de [http://ri. ues. edu. sv/id/eprint/11070/1/Determinación% C3% B3n% 20del, 20, C3](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11070/1/Determinación%20del,20,C3)*.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico (Primera)*. Medellín: Ediciones de la U.
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial, 11(*Química viva*), 147–170.
- Carrillo, M. S., & Urgilés, P. D. (2016). Determinación del índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig. Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Mihelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2011). *Ingeniería ambiental: fundamentos, sustentabilidad, diseño*. Alfaomega.
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las Aguas, 2, 12–19.
- TULSMA. (2011). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito
- UNAM. (2008). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (número más probable o NMP).
- Masters, G., & Ela, W. (2008). *Introducción a la ingeniería medioambiental*.

- Andrade, A., & Carrión, V. (2018). Plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho, cantón Machala.
- Corona, H. (1976). Manual de aguas para usos industriales (Tercera). Philadelphia: Limusa
- Chalarca, D., Mejía, R., & Aguirre, N. (2007). Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (40), 41–58.
- Carreter, C. C. (2016). Regeneración Urbana. *ONU HABITAD POR UN MEJOR FUTURO URBANO*, 5.
- Santos y Ganges, L. (2002). Las nociones del paisaje y sus implicaciones en la ordenación. *Ciudades*, (07), 41–68. <https://doi.org/10.24197/ciudades.07.200.2.41-68>
- Coderch, J. M. G., Navarrete, M. C. G., & Arnaiz, P. M. (2010). Construcción y articulación del paisaje rural. *AUS [Arquitectura/Urbanismo/Sustentabilidad]*, (7), 6-11.
- Arauz, C., & Marzo, M. (2021). Las soluciones basadas en la Naturaleza como herramienta para mitigar el cambio climático. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, (127), 24-31.
- Ome Barrera, Ó., & Zafra Mejía, C. (2018). Factores clave en procesos de biorremediación para la depuración de aguas residuales. Una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 573-585.
- López Portillo, J. A., Vásquez Reyes, V. M., Gómez Aguilar, L., & Priego Santander, A. G. (2010). Humedales.
- Silva, J., Torres, P., y Madera, C. (2008). Reúso de aguas residuales domésticas en agricultura. *Agronomía Colombiana*, 26(2), 347-359. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314732020>.
- Arias, C., & Brix, H. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales.
- Ramalho, R. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. Barcelona, España: Reverté.
- Rojas, R. (2002). Gestión integral de tratamiento de aguas residuales. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente: Organización Mundial de la Salud*, 1-35.
- Fernández, J., Beascochea, E., Muñoz, y Fernández, M. (2005). Manual de Fitodepuración. Filtros de Macrófitas en Flotación. Madrid, España: EDITA
- Rodríguez, A., Colmenares, F., Barragán, J., y Mayorga, M. (2017). Aprovechamiento energético integral de la *Eichhornia Crassipes* (Buchón de agua). *Ingenium*, 18, 134- 151.

- García, Z. (2012). Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas (UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA). Recuperado de chromeextension://oemmnadbldboiebfnladdacbdm/adm/http://repositorio.uni.pe/bitstream/uni/1292/1/garcia_tz.pdf
- Ajayi, T. O., & Ogunbayio, A. O. (2012). Achieving Environmental Sustainability in Wastewater Treatment by Phytoremediation with Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*). *Journal of Sustainable Development*, 5(7). <https://doi.org/10.5539/jsd.v5n7p80>
- Rezania, S., Ponraj, M., Talaiekhosani, A., Mohamad, S. E., Md Din, M. F., Taib, S. M., ... Sairan, F. M. (2015). Perspectives of phytoremediation using water hyacinth for removal of heavy metals, organic and inorganic pollutants in wastewater. *Journal of Environmental Management*, 163, 125- 133. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.018>
- Martelo, J., & Lara, J. L. (2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: Una revisión del estado del arte. *Ingeniería y Ciencia*, 8(15), 221-243. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.8.15.11>
- Calderón, C., Aburto, O., & Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *Biodiversitas*, 82, 1-6.
- Olgún, E. J., Hernández, M. E., & Sánchez-Galván, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 23(3), 139-154.
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, 1, 423-466.
- Maderuelo, J. (2010). El paisaje urbano. *Estudios geográficos*, 71(269), 575-600.
- Molina, E., Marín Medina, A., Lapo Calderón, B., González, V. H., & Lemus, M. (2019). Mercurio en raíces aéreas y absorbentes de *Rhizophora Mangle* L. localizada en el litoral costero de la provincia de El Oro, Ecuador. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(4), 807-814.
- Giz y Sirio Persea. (2022). *Plan piloto de gestión para la quebrada Shinshín de la parroquia Baños, Cuenca. Documento de recomendaciones para la gestión de quebradas en Cuenca, Cuenca, Ecuador.*
- Pérez Yañez, A. (2012). *Intervención en la hacienda San Pedro parque cultural en Otavalo* (Bachelor's thesis, Quito, 2012.).
- Zavala, F. D. T. (2017). *Recuperación del estero Huaylá en la ciudad de Machala, Ecuador mediante Backcasting participativo* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona).
- MICHAEL, C. E. A. (2019). *EVALUACIÓN DE LA RIZOFILTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL CANAL EL MACHO EN LA CIUDAD DE MACHALA* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).

- Ramírez, A. (2017). Determinación de cadmio y plomo en agua y sedimento del estero "el macho" de la ciudad de Machala.
- Moscoso García, S. V. (2016). *Fomentar el hábito de reciclar y reutilizar materiales en la población circundante al estero El Macho Machala 2016* (Master's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo).
- Sarie Palas, A. D. Análisis de la vulnerabilidad de las familias en el sector denominado Manglar del Afro de las Riberas del Canal El Macho de la Ciudad de Machala.
- Andrade, A., & Carrión, V. (2018). Plan de manejo para la recuperación ambiental del estero El Macho, cantón Machala.
- Sarie Palas, A. D. Análisis de la vulnerabilidad de las familias en el sector denominado Manglar del Afro de las Riberas del Canal El Macho de la Ciudad de Machala.
- Peries, L., Barraud, S., & Kesman, C. (2021). La caracterización de componentes paisajísticos en los catálogos de paisaje urbano. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 10(19), 138-160.
- Sánchez-Martínez, M. T., Rodríguez-Ferrero, N., & Salas-Velasco, M. (2011). La gestión del agua en España. La unidad de Cuenca. *Revista de estudios regionales*, (92), 199-220.
- Minuche Córdova, D. P. Ordenamiento territorial y acción climática: Análisis de las acciones de adaptación, mitigación y resiliencia transformacional en la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Machala.
- PDOT y PUGS del cantón Machala
- Morgan-Ball, M. (2006). Los usuarios del espacio público como protagonistas en el paisaje urbano.
- Badía, A., & Valldeperas, N. (2015). El valor histórico y estético del paisaje: claves para entender la vulnerabilidad de la interfaz urbano-forestal frente a los incendios. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 19.
- Storfer, A., Murphy, M. A., Evans, J. S., Goldberg, C. S., Robinson, S., Spear, S. F., ... & Waits, L. P. (2007). Putting the 'landscape' in landscape genetics. *Heredity*, 98(3), 128-142.
- de Guayaquil, M. (2003). MAS ESTERO: Programa de Recuperación del Estero Salado.
- Mena, F. C., & Cepeda, P. (2021). La ciudad pospandemia: del urbanismo al "civitismo". *Desacatos: Revista de Ciencias Sociales*, (65), 66-85.

- Ornés, S. (2009). El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanístico venezolano. *Politeia*, 32(42), 197-225.
- Rodríguez, R. (2007). Un acercamiento al paisaje urbano. *Arquitectura y urbanismo*, 28(3), 28-31.
- Waldheim, C. (2016). *Landscape as urbanism: A general theory*. Princeton University Press.
- Waldheim, C. (2006). *The landscape urbanism reader*. Princeton Architectural Press.
- Arias Martínez, S. A., Betancur Toro, F. M., Gómez Rojas, G., Salazar Giraldo, J. P., & Hernández Ángel, M. L. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas.
- Tocto, R. Y. A., Ordoñez, E. C., Rascón, J., & Silva, R. C. (2018). Fitorremediación de aguas residuales domésticas utilizando las especies *Eichhornia crassipes*, *Nymphoides humboldtiana* y *Nasturtium officinale*. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(3), 48-53.
- López, R. A. N., Vong, Y. M., Borges, R. O., & Olguin, E. J. (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. *Revista Ciencia*, 69-83.
- Betancur, L. M. A., Mazo, K. I. M., & Mendoza, A. J. S. (2005). Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 57-60.
- Zhindón, R., Cartuche, D., España, P., & Maldonado, M. (2018, July). Evaluación ambiental de aguas residuales: estero y manglar el macho de la ciudad de Machala. In *Conference Proceedings (Machala)* (Vol. 2, No. 1).
- López, M. (2015). Análisis Físico-Químico de la calidad del agua en el canal El Macho de la ciudad de Machala. *Universidad Técnica de Machala*.
- INEC,2001, 2010
- Código ecuatoriano de la construcción de parte IX obras sanitarias. CO10.07 – 601
- Lynch, K. (2013). La imagen de la ciudad.
- MINAM, P. (2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peru*, 7, 10-19.
- Cirelli, G. L., Consoli, S., Di Grande, V., Milani, M., & Toscano, A. (2007). Subsurface constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in agriculture: five years of experiences in Sicily, Italy. *Water science and technology*, 56(3), 183-191.
- Brix, H., & Arias, C. A. (2005). The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines. *Ecological engineering*, 25(5), 491-500.

- Robbins, D. M., & Ligon, G. C. (2014). *How to design wastewater systems for local conditions in developing countries*. IWA Publishing.
- Koech, OK, Otieno, AO, Karuku, GN y Raude, JM (2017). Eficacia de los sistemas de humedales artificiales de flujo subterráneo horizontal, vertical e híbrido para pulir las aguas residuales municipales.
- Darajeh, N., Truong, P., Rezania, S., Alizadeh, H. y Leung, DWM (2019). Efectividad del pasto vetiver versus otras plantas para la fitorremediación de aguas contaminadas.
- Truong, PN y Hart, B. (2001). *Sistema de Vetiver para tratamiento de aguas residuales* (pág. 26). Bangkok (Tailandia): Oficina de la Junta Real de Proyectos de Desarrollo.

Anexos

Calidad de agua del canal “El Macho” en los puntos de muestreo

Conclusiones y comparativas con las normas. Punto de muestreo 1

					
Nombre	Temperatura	Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Sólidos disueltos totales	Potencial de hidrógeno
Unidad	°C Grados centígrados	% Porcentaje de saturación	us/cm Microsiemens sobre centímetro	mg/L Miligramos sobre Litros	pH
Valor	26.3 °C	22.8 %L	553 us/cm	368.00 mg/L	7.14 pH
Norma (Límite máximo permisible)	Condición natural +/- 3 Tabla 9 Tulsma	>80%L Tabla 2 Tulsma	Menor a 1000 us/cm Categoría 4 Norma Peruana	No existe parámetros para aguas residuales	6 – 9 Tabla 9 Tulsma
Cumple	Si	No	Si	Sin información	Si

El 1 de junio del 2023, día que fue tomado los datos, la temperatura de Machala era de 29 grados centígrados y como la norma en temperatura dice +/- 3 respecto a la temperatura ambiente, si cumple, sin embargo, en oxígeno disuelto no, por tanto, la vida acuática es imposible que se desenvuelva en el canal, en conductividad esta dentro del rango, en cuanto a los sólidos disueltos no existe información, con respecto a aguas residuales y en pH esta dentro del rango permisible. Como conclusión, se destaca con los datos que la vida acuática no existe en el canal.

 Nitratos	 Cadmio	 Turbidez	 Sólidos suspendidos totales
 Nitritos	 Coliformes fecales	 Demanda química de oxígeno	También existe en el canal, según otras investigaciones

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
 Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO:	ANEXO:
		CONCLUSIONES PUNTO DE MUESTREO 1	1
ESTUDIANTE:		BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Calidad de agua del canal “El Macho” en los puntos de muestreo

Conclusiones y comparativas con las normas. Punto de muestreo 7

					
Nombre	Temperatura	Oxígeno disuelto	Conductividad eléctrica	Sólidos disueltos totales	Potencial de hidrógeno
Unidad	°C Grados centígrados	% Porcentaje de saturación	us/cm Microsiemens sobre centímetro	mg/L Miligramos sobre Litros	pH
Valor	27.5 °C	4.4 %L	945 us/cm	585.00 mg/L	7.5 pH
Norma (Límite máximo permisible)	Condición natural +/- 3 Tabla 9 Tulsma	>80%L Tabla 2 Tulsma	>1000 us/cm Categoría 4 Norma Peruana	No existe parámetros para aguas residuales	6 – 9 Tabla 9 Tulsma
Cumple	Si	No	Si	Sin información	Si

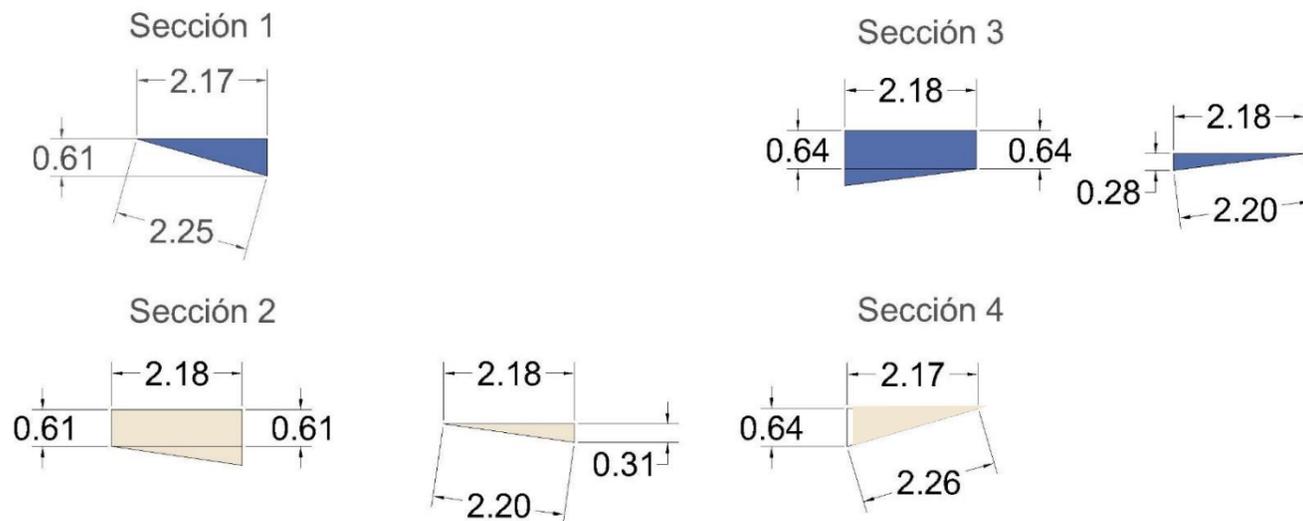
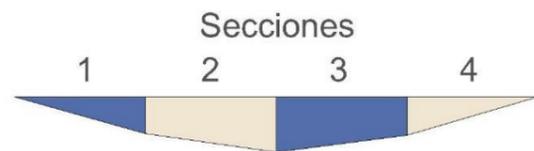
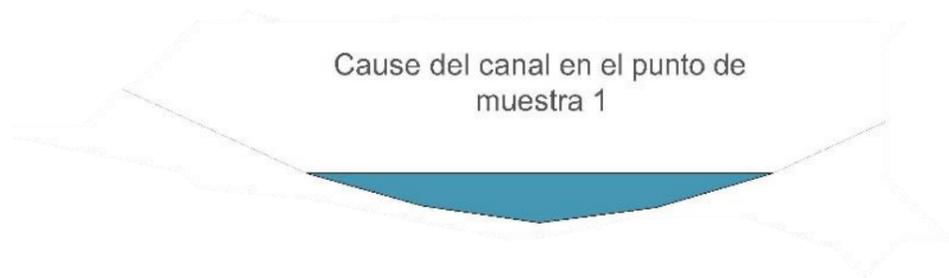
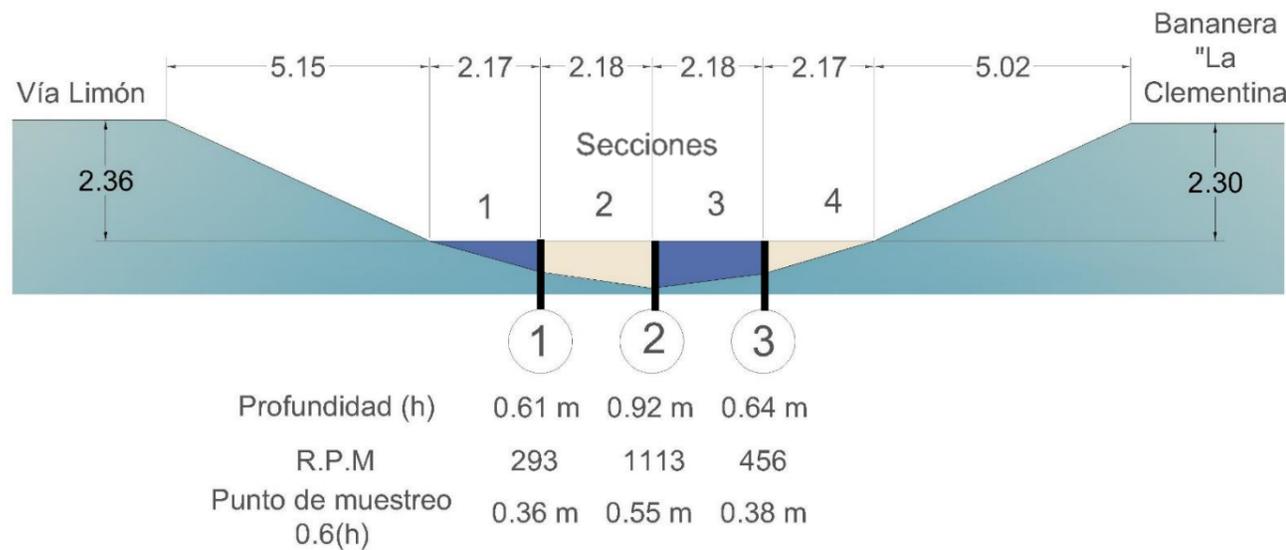
En temperatura esta dentro del rango, en cuanto al oxígeno disuelto cae con 4.4 %/L (22.8 %/L en el punto de muestreo 1), lo que significa que las aguas residuales y los desechos imposibilita el oxígeno en el canal y como consecuencia la formación de vida, la conductividad aumenta a 945 us/cm lo que significa que las aguas poseen cargas eléctricas y en pH esta dentro del rango. Los valores en aumento son debido a que el canal ya se adentra en la ciudad y se ve contaminado por aguas residuales.

 Nitratos	 Cadmio	 Turbidez	 Sólidos suspendidos totales
 Nitritos	 Coliformes fecales	 Demanda química de oxígeno	También existe en el canal, según otras investigaciones

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
 Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO: CONCLUSIONES PUNTO DE MUESTREO 7 ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	ANEXO: 2

Cálculo del caudal del canal "El Macho"

Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 1



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{2.17 \text{ m} \times 0.61 \text{ m}}{2}$$

$$At = 0.66 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)

$$Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.18 \text{ m} \times 0.61 \text{ m}$$

$$Act(1) = 1.32 \text{ m}^2$$

Triángulo - Act (2)

$$Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.18 \text{ m} \times 0.31 \text{ m}}{2}$$

$$Act(1) = 0.33 \text{ m}^2$$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 1.32 \text{ m}^2 + 0.33 \text{ m}^2 \quad Act T1 = 1.65 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)

$$Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.18 \text{ m} \times 0.64 \text{ m}$$

$$Act(1) = 1.39 \text{ m}^2$$

Triángulo - Act (2)

$$Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.18 \text{ m} \times 0.28 \text{ m}}{2}$$

$$Act(1) = 0.30 \text{ m}^2$$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 1.32 \text{ m}^2 + 0.33 \text{ m}^2 \quad Act T2 = 1.69 \text{ m}^2$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{2.17 \text{ m} \times 0.64 \text{ m}}{2}$$

$$At2 = 0.69 \text{ m}^2$$

Área total (AT) Punto de muestra 1

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 0.66 \text{ m}^2 + 1.65 \text{ m}^2 + 1.69 \text{ m}^2 + 0.69 \text{ m}^2$$

$$AT = 4.69 \text{ m}^2$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 1

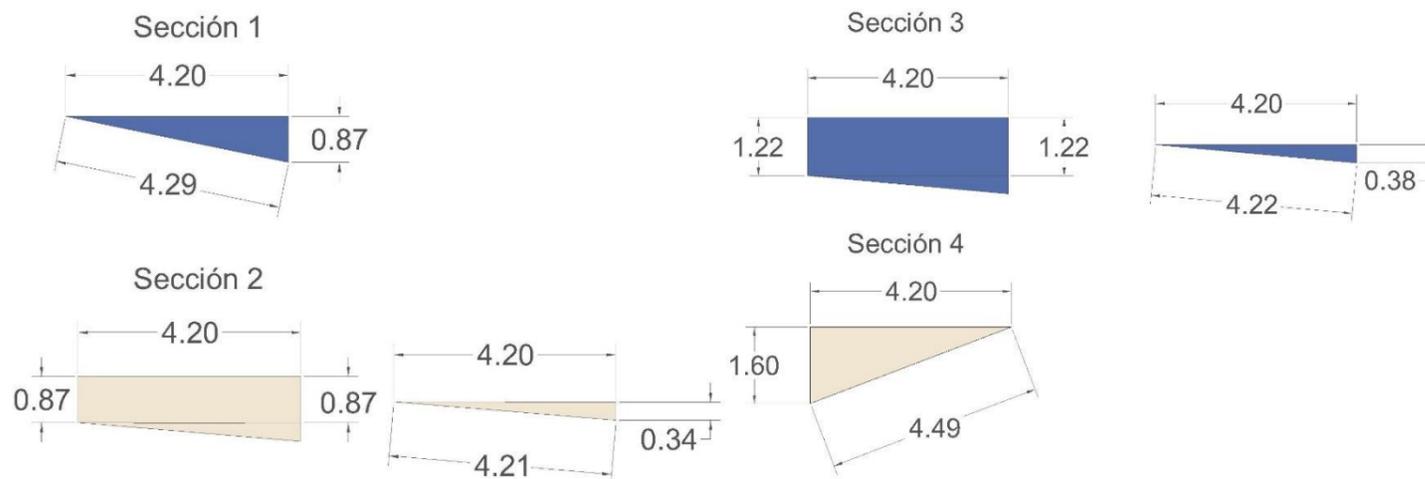
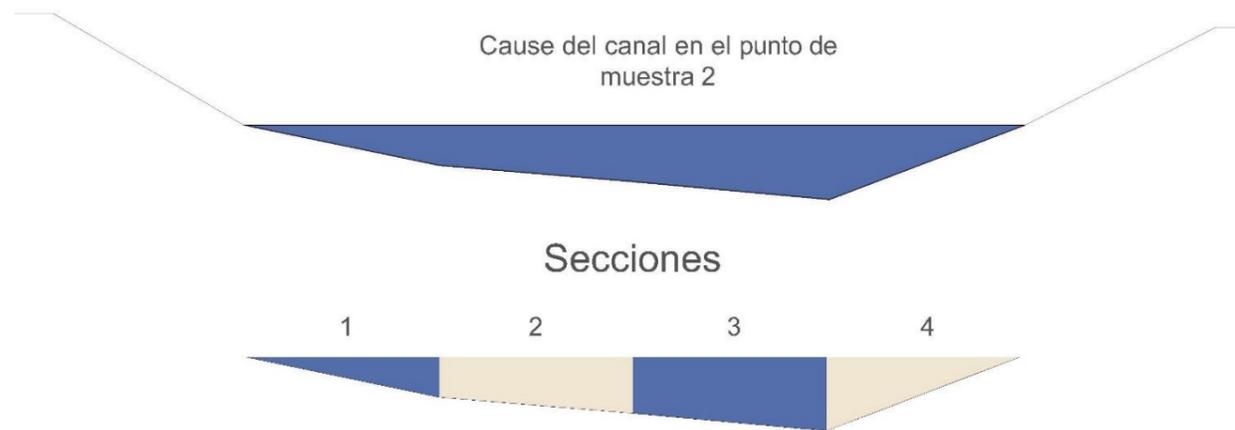
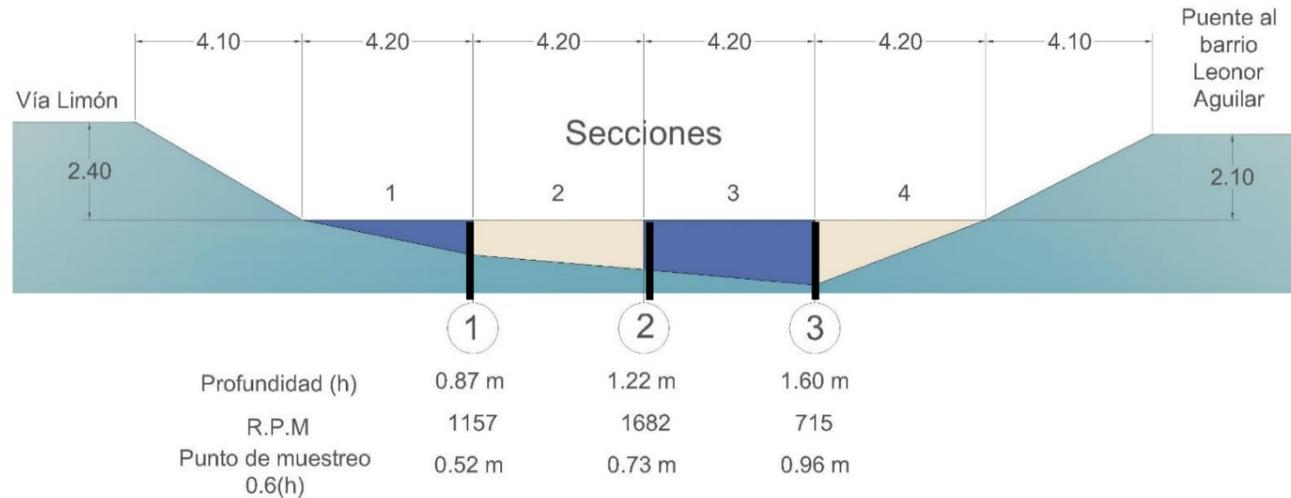
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

3

Cálculo del caudal del canal "El Macho"

Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 2



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{4.20 \text{ m} \times 0.87 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At = 1.82 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 4.20\text{m} \times 0.87\text{m} \quad Act(1) = 3.65 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{4.20\text{m} \times 0.34\text{m}}{2} \quad Act(2) = 0.71 \text{ m}^2$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 3.65 \text{ m}^2 + 0.71 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T1 = 4.36 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 4.20\text{m} \times 1.22\text{m} \quad Act(1) = 5.12 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{4.20\text{m} \times 0.38\text{m}}{2} \quad Act(2) = 0.79 \text{ m}^2$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 5.12 \text{ m}^2 + 0.79 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T2 = 5.91 \text{ m}^2}$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{4.20 \text{ m} \times 1.60 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At2 = 3.36 \text{ m}^2}$$

Área total (AT) Punto de muestra 2

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 1.82\text{m}^2 + 4.36\text{m}^2 + 5.91\text{m}^2 + 3.36\text{m}^2$$

$$\mathbf{AT = 15.45 \text{ m}^2}$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 2

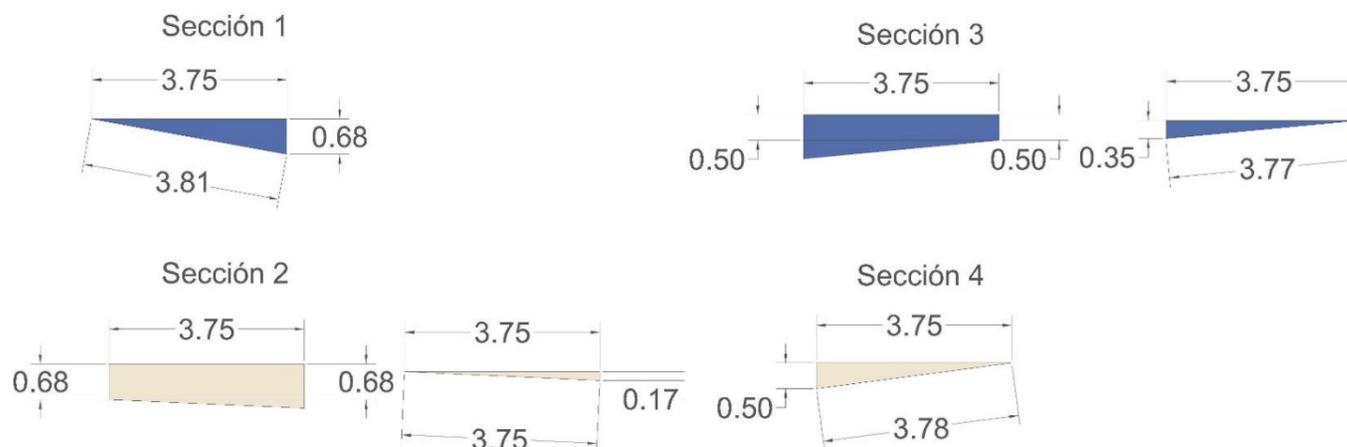
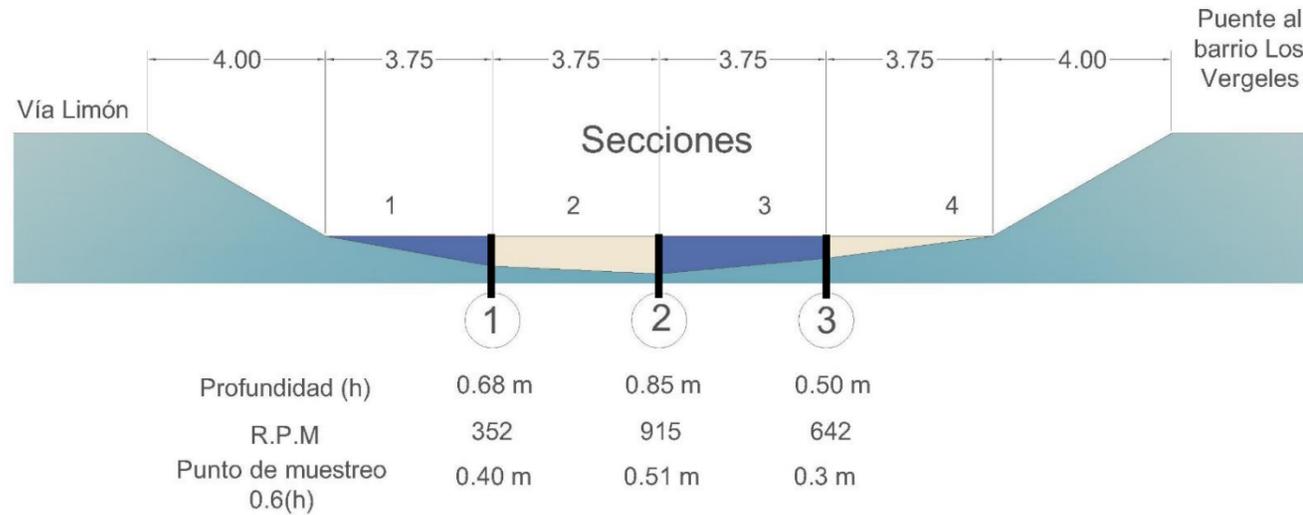
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

4

Cálculo del caudal del canal “El Macho”

Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 3



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{3.75 \text{ m} \times 0.68 \text{ m}}{2} \quad At = 1.27 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)

$$Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 3.75 \text{ m} \times 0.68 \text{ m} \quad Act(1) = 2.55 \text{ m}^2$$

Triángulo - Act (2)

$$Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{3.75 \text{ m} \times 0.17 \text{ m}}{2} \quad Act(1) = 0.31 \text{ m}^2$$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 2.55 \text{ m}^2 + 0.31 \text{ m}^2 \quad Act T1 = 2.86 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)

$$Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 3.75 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} \quad Act(1) = 1.87 \text{ m}^2$$

Triángulo - Act (2)

$$Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{3.75 \text{ m} \times 0.35 \text{ m}}{2} \quad Act(1) = 0.65 \text{ m}^2$$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 1.32 \text{ m}^2 + 0.33 \text{ m}^2 \quad Act T2 = 2.52 \text{ m}^2$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{3.75 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}}{2} \quad At2 = 0.93 \text{ m}^2$$

Área total (AT) Punto de muestra 3

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 1.27 \text{ m}^2 + 2.86 \text{ m}^2 + 2.52 \text{ m}^2 + 0.93 \text{ m}^2$$

$$AT = 7.58 \text{ m}^2$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 3

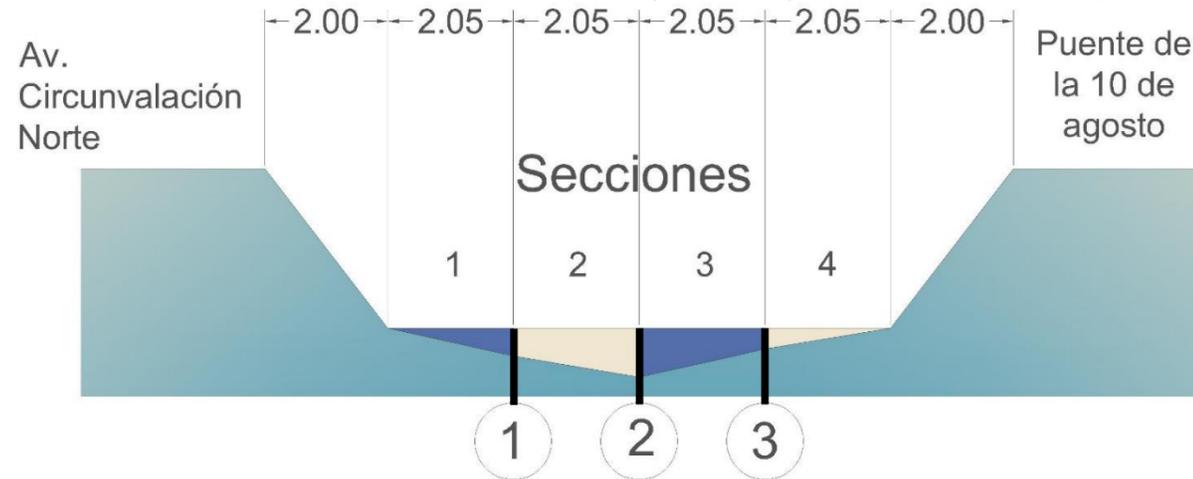
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

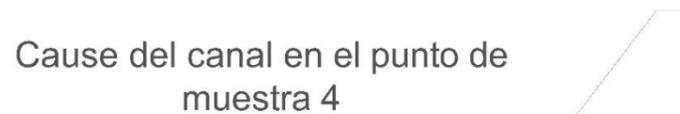
5

Cálculo del caudal del canal "El Macho"

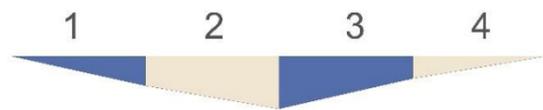
Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 4



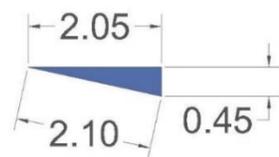
Profundidad (h)	0.45 m	0.80 m	0.34 m
R.P.M	529	982	745
Punto de muestreo 0.6(h)	0.27 m	0.48 m	0.20 m



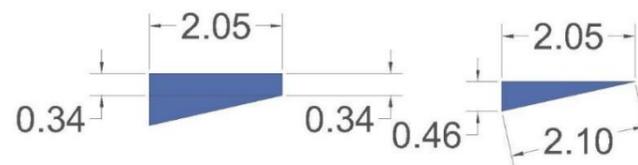
Secciones



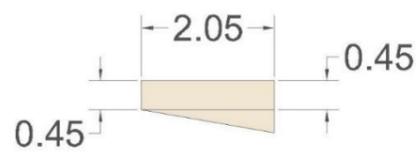
Sección 1



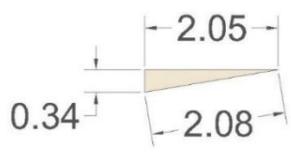
Sección 3



Sección 2



Sección 4



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{2.05 \text{ m} \times 0.45 \text{ m}}{2} \quad At = 0.46 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.05 \text{ m} \times 0.45 \text{ m} \quad Act(1) = 0.92 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.05 \text{ m} \times 0.35 \text{ m}}{2} \quad Act(2) = 0.35 \text{ m}^2$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 0.92 \text{ m}^2 + 0.35 \text{ m}^2 \quad Act T1 = 1.27 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.05 \text{ m} \times 0.34 \text{ m} \quad Act(1) = 0.69 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.05 \text{ m} \times 0.46 \text{ m}}{2} \quad Act(2) = 0.47 \text{ m}^2$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 1.32 \text{ m}^2 + 0.33 \text{ m}^2 \quad Act T2 = 1.16 \text{ m}^2$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{2.05 \text{ m} \times 0.34 \text{ m}}{2} \quad At2 = 0.34 \text{ m}^2$$

Área total (AT) Punto de muestra 4

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 0.46 \text{ m}^2 + 1.27 \text{ m}^2 + 1.16 \text{ m}^2 + 0.34 \text{ m}^2$$

$$AT = 3.23 \text{ m}^2$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:

RPM y Área 4

ESTUDIANTE:

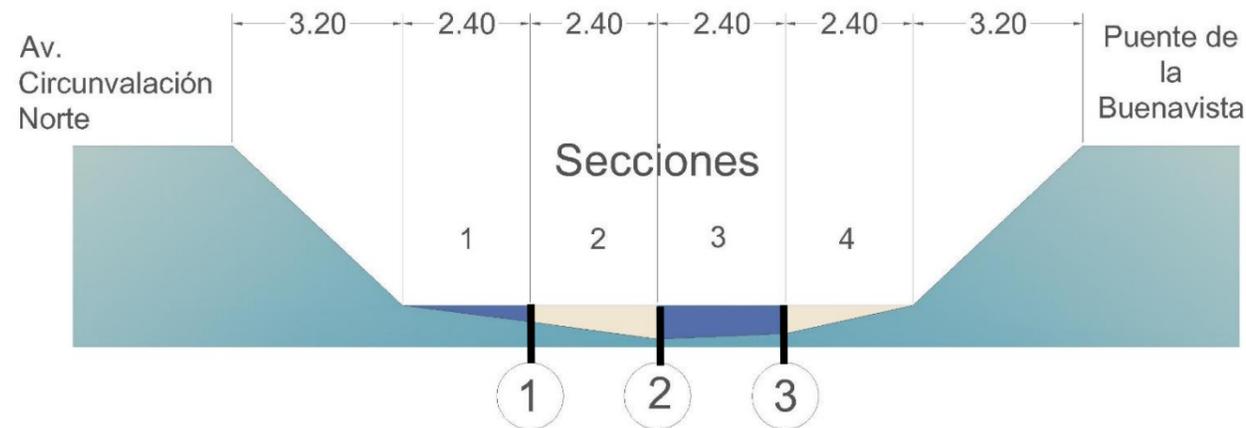
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

6

Cálculo del caudal del canal "El Macho"

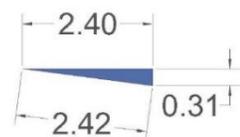
Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 5



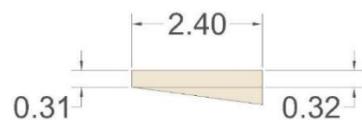
Profundidad (h)	0.31 m	0.63 m	0.53 m
R.P.M	352	1273	248
Punto de muestreo 0.6(h)	0.18 m	0.37 m	0.31 m



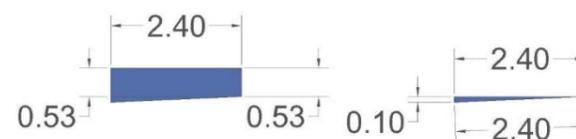
Sección 1



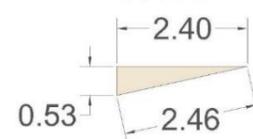
Sección 2



Sección 3



Sección 4



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{2.40 \text{ m} \times 0.31 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At = 0.37 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.40\text{m} \times 0.32\text{m} \quad Act(1) = 0.76 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.40\text{m} \times 0.29\text{m}}{2} \quad Act(1) = 0.34 \text{ m}^2$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 0.76 \text{ m}^2 + 0.34 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T1 = 1.1 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.40\text{m} \times 0.53\text{m} \quad Act(1) = 1.27 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.40\text{m} \times 0.10\text{m}}{2} \quad Act(1) = 0.12 \text{ m}^2$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 1.27 \text{ m}^2 + 0.12 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T2 = 1.39 \text{ m}^2}$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{2.40 \text{ m} \times 0.53 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At2 = 0.63 \text{ m}^2}$$

Área total (AT) Punto de muestra 5

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 0.37\text{m}^2 + 1.1\text{m}^2 + 1.39\text{m}^2 + 0.63\text{m}^2$$

$$\mathbf{AT = 3.49 \text{ m}^2}$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 5

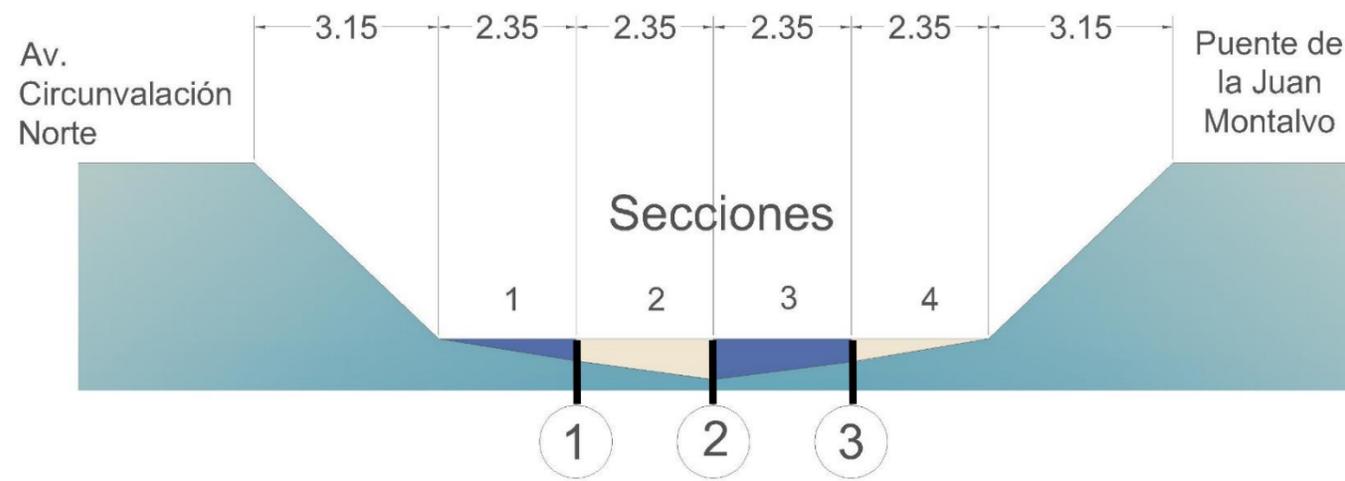
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

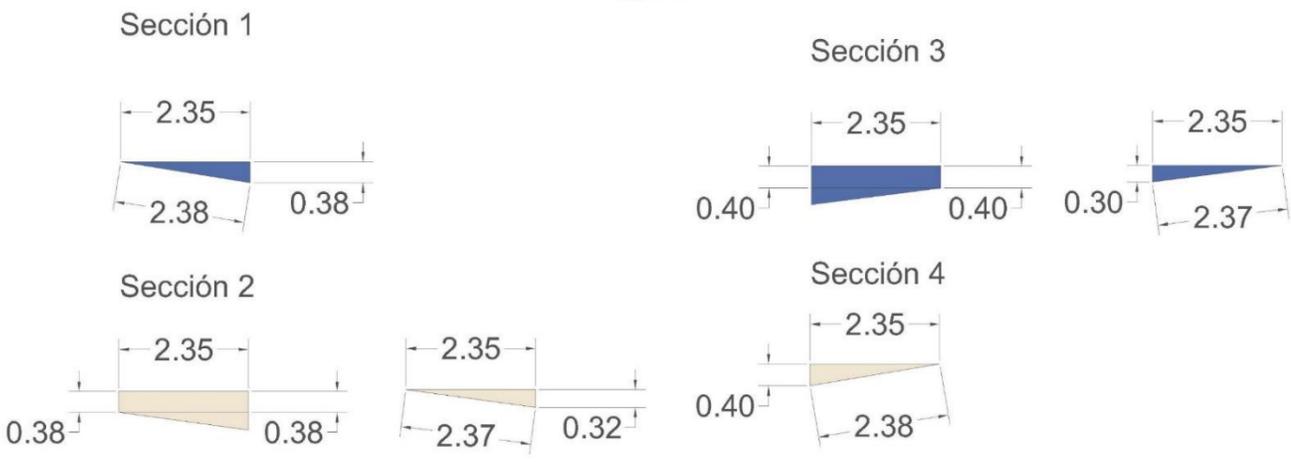
7

Cálculo del caudal del canal "El Macho"

Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 6



Profundidad (h)	0.38 m	0.70 m	0.40 m
R.P.M	578	948	677
Punto de muestreo (a/b)	0.22 m	0.42 m	0.24 m



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{2.35 \text{ m} \times 0.38 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At = 0.44 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.35\text{m} \times 0.38\text{m} \quad Act(1) = 0.88 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.35\text{m} \times 0.32\text{m}}{2} \quad Act(2) = 0.37 \text{ m}^2$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 0.88 \text{ m}^2 + 0.37 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T1 = 1.25 \text{ m}^2}$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.35\text{m} \times 0.40\text{m} \quad Act(1) = 0.94 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.35\text{m} \times 0.30\text{m}}{2} \quad Act(2) = 0.35 \text{ m}^2$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 0.94 \text{ m}^2 + 0.35 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Act T2 = 1.29 \text{ m}^2}$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{2.35 \text{ m} \times 0.40 \text{ m}}{2} \quad \mathbf{At2 = 0.47 \text{ m}^2}$$

Área total (AT) Punto de muestra 6

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 0.44\text{m}^2 + 1.25\text{m}^2 + 1.29\text{m}^2 + 0.47\text{m}^2$$

$$\mathbf{AT = 3.45 \text{ m}^2}$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 6

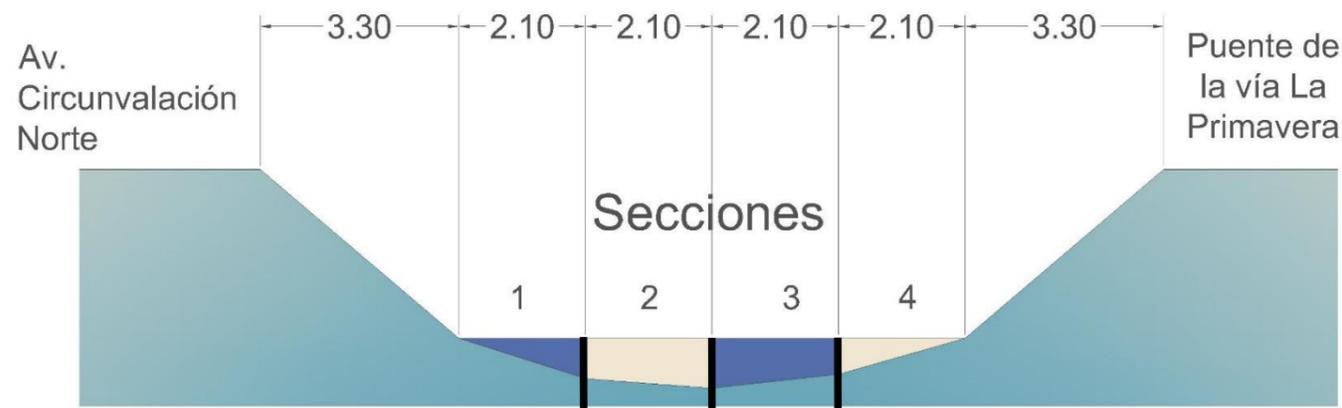
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

8

Cálculo del caudal del canal “El Macho”

Revoluciones por minuto (RPM) y área del punto de muestra 7

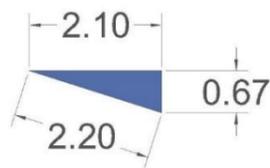


	1	2	3
Profundidad (h)	0.67 m	0.83 m	0.60 m
R.P.M	346	531	519
Punto de muestreo 0.6(h)	0.40 m	0.49 m	0.36 m

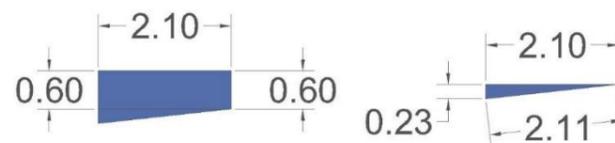
Cause del canal en el punto de muestra 7



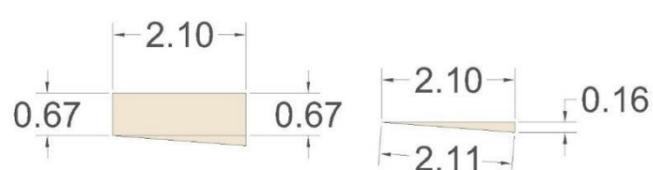
Sección 1



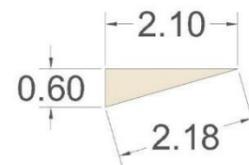
Sección 3



Sección 2



Sección 4



Área del triángulo (At) sección 1

$$At = \frac{B \times h}{2} \quad At = \frac{2.10 \text{ m} \times 0.67 \text{ m}}{2} \quad At = 0.70 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 2

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.10 \text{ m} \times 0.67 \text{ m} \quad Act(1) = 1.40 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.10 \text{ m} \times 0.16 \text{ m}}{2} \quad Act(2) = 0.16 \text{ m}^2$

Área total (Act T1)

$$Act T1 = Act(1) + Act(2) \quad Act T1 = 1.40 \text{ m}^2 + 0.16 \text{ m}^2 \quad Act T1 = 1.56 \text{ m}^2$$

Área del trapecio (Act) sección 3

Cuadrado - Act (1)
 $Act(1) = L \times L \quad Act(1) = 2.10 \text{ m} \times 0.60 \text{ m} \quad Act(1) = 1.26 \text{ m}^2$

Triángulo - Act (2)
 $Act(2) = \frac{B \times h}{2} \quad Act(2) = \frac{2.10 \text{ m} \times 0.23 \text{ m}}{2} \quad Act(2) = 0.24 \text{ m}^2$

Área total (Act T2)

$$Act T2 = Act(1) + Act(2) \quad Act T2 = 1.26 \text{ m}^2 + 0.24 \text{ m}^2 \quad Act T2 = 1.5 \text{ m}^2$$

Área del triángulo (At) sección 4

$$At2 = \frac{B \times h}{2} \quad At2 = \frac{2.10 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}}{2} \quad At2 = 0.63 \text{ m}^2$$

Área total (AT) Punto de muestra 7

$$AT = At1 + Act T1 + Act T2 + At2$$

$$AT = 0.70 \text{ m}^2 + 1.56 \text{ m}^2 + 1.5 \text{ m}^2 + 0.63 \text{ m}^2$$

$$AT = 4.39 \text{ m}^2$$

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
RPM y Área 7

ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

9

Cálculo del caudal del canal “El Macho”

Cálculo de la velocidad

$$V = (0.000854C + 0.05)$$

Formula donde:

V = Velocidad del agua en m/s

C = RPM del molinete

0.000854 = Constante

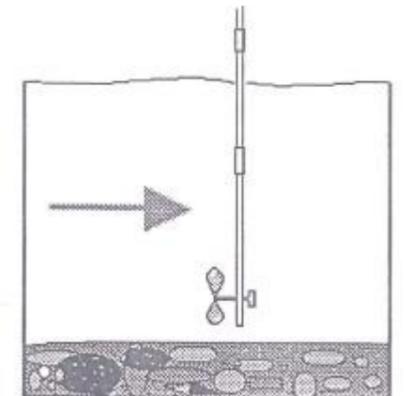
0.05 = Constante

Punto de muestra 1	Punto de muestra 2	Punto de muestra 3	Punto de muestra 4
$V1 = 0.3 \frac{m}{s}$	$V1 = 1 \frac{m}{s}$	$V1 = 0.4 \frac{m}{s}$	$V1 = 0.5 \frac{m}{s}$
$V2 = 1 \frac{m}{s}$	$V2 = 1.5 \frac{m}{s}$	$V2 = 0.8 \frac{m}{s}$	$V2 = 0.9 \frac{m}{s}$
$V3 = 0.4 \frac{m}{s}$	$V3 = 0.7 \frac{m}{s}$	$V3 = 0.6 \frac{m}{s}$	$V3 = 0.7 \frac{m}{s}$
Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media
$Vm = 0.6 \frac{m}{s}$	$Vm = 1.1 \frac{m}{s}$	$Vm = 0.6 \frac{m}{s}$	$Vm = 0.7 \frac{m}{s}$

Punto de muestra 5	Punto de muestra 6	Punto de muestra 7
$V1 = 0.4 \frac{m}{s}$	$V1 = 0.5 \frac{m}{s}$	$V1 = 0.3 \frac{m}{s}$
$V2 = 1.1 \frac{m}{s}$	$V2 = 0.9 \frac{m}{s}$	$V2 = 0.5 \frac{m}{s}$
$V3 = 0.3 \frac{m}{s}$	$V3 = 0.6 \frac{m}{s}$	$V3 = 0.5 \frac{m}{s}$
Velocidad media	Velocidad media	Velocidad media
$Vm = 0.6 \frac{m}{s}$	$Vm = 0.7 \frac{m}{s}$	$Vm = 0.4 \frac{m}{s}$

Para el calculo de la velocidad se uso el libro Geopacks, The geography specialists, en la página 3 esta la fórmula correspondiente al molinete usado. Dicha formula es importante puesto que al ingresar las revoluciones por minuto RPM por cada tramo, nos da la velocidad (V) y sumando dichas velocidades y dividiendo para el numero de variables nos da la velocidad media (Vm). Este valor es importante para hallar el caudal.

Datos obtenidos por el Molinete el
Jueves 1 de junio del 2023



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: VELOCIDAD	ANEXO:
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	10

Cálculo del caudal del canal “El Macho”

Cálculo del caudal

$$Q = A \times V$$

Formula donde:

Q = Caudal en m³/s

A = Área del canal en m²

V = Velocidad del agua en m/s

Punto de muestra 1 Punto de muestra 2 Punto de muestra 3 Punto de muestra 4

$$Q = 2.8 \frac{m^3}{s} \quad Q = 17 \frac{m^3}{s} \quad Q = 4.5 \frac{m^3}{s} \quad Q = 2.3 \frac{m^3}{s}$$

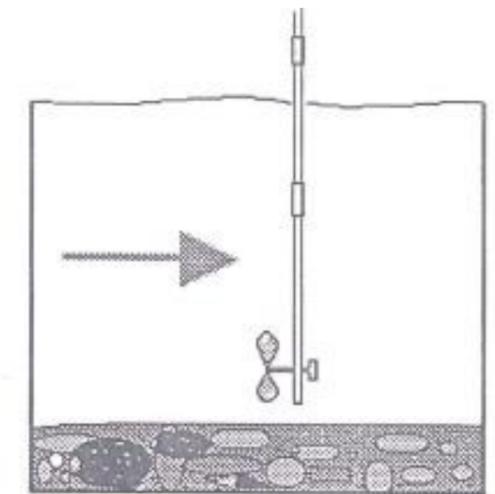
$$Q = 2800 \frac{L}{s} \quad Q = 17\,000 \frac{L}{s} \quad Q = 4500 \frac{L}{s} \quad Q = 2300 \frac{L}{s}$$

Punto de muestra 5 Punto de muestra 6 Punto de muestra 7

$$Q = 2.1 \frac{m^3}{s} \quad Q = 2.4 \frac{m^3}{s} \quad Q = 1.8 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 2100 \frac{L}{s} \quad Q = 2400 \frac{L}{s} \quad Q = 1800 \frac{L}{s}$$

Para el calculo del caudal se necesita dos variables, el área del canal que previamente se saco en los 7 puntos de muestra y la velocidad considerando las RPM del molinete, al resolver la formula da el resultado del caudal en m³/s que también se transformo en L/s, eso quiere decir que en el punto de muestra 1 cada segundo atraviesa 2.8 metros cúbicos de agua o 2 800 litros, mientras que en el punto 7 cada segundo atraviesa 1.8 metros cúbicos de agua o 1 800 litros. Este análisis nos sirve para entender cuanta agua pasa a través del canal.



Datos obtenidos por el Molinete el Jueves 1 de junio del 2023

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal “El Macho” en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
CAUDAL

ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

11

Collage de la toma de datos para la investigación



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:

LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO
DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ESTUDIANTE:

BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

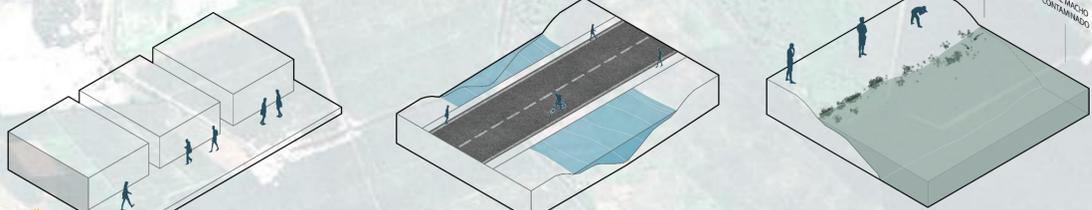
ANEXO:

12



1 2 3

Identificación de problemáticas



Suelo urbano de protección (Riberas del canal)

En este punto se halló que las aguas del canal tiene coliformes fecales

El canal esta muerto de vida acuática debido a que los valores de oxígeno disuelto es muy bajo



- Canal contaminado por:
- Cadmio y Plomo
 - Coliformes fecales
- Sobrepasan los límites de:
- Oxígeno disuelto (Canal no posee vida acuática)

- ### Legenda
- Predios Municipales sin función
 - Descargas puntuales de aguas residuales al canal
 - Nodos de conexión entre un punto de canal al otro, en estos mismo puntos se tomaron las muestras de las variables fisicoquímicas para conocer la calidad de agua
 - Bananeras
 - Falta de espacio público (todos los barrios tienen ese problema)
 - Vía Limón



Predios municipales sin función



Vía limón en la ribera del canal



Canal no se integra a la ciudad



En estos puntos se halló la presencia de Cadmio y Plomo



Canal El Macho

Síntesis DEL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

Estado actual - Identificación de problemáticas

ESC 1:7000

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del master plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

ikiamxx Universidad Regional Amazónica

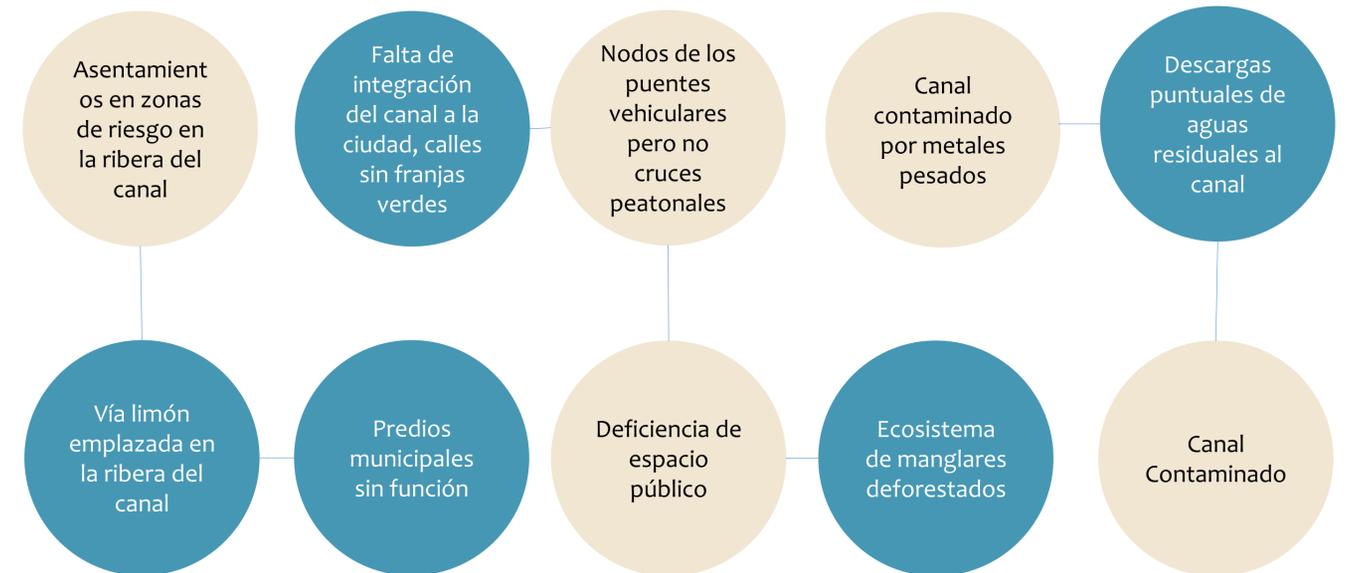
SÍNTESIS DEL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO
ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

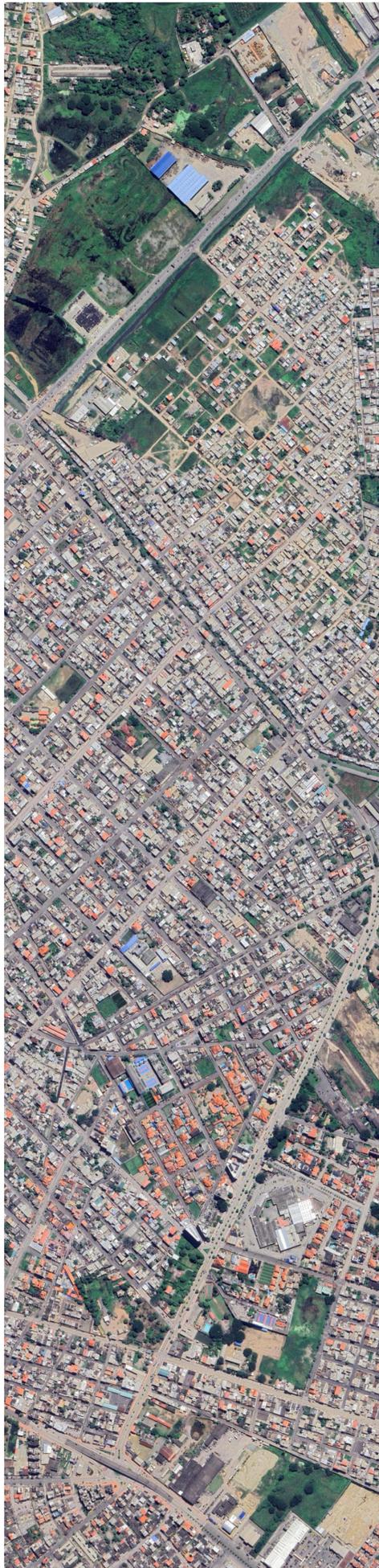
ANEXO: 13

F.O.D.A



Problemáticas puntuales a tratar en el Máster Plan





Máster Plan

De regeneración urbana paisajística para el canal "El Macho"

Memoria descriptiva del Máster Plan

El Máster Plan de regeneración urbana paisajística proyectado para la zona de estudio tiene 4 categorías de intervención, estas son: clasificación y usos del suelo, movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático, propuesta de PTAR para descontaminar al canal El Macho y un proyecto urbano paisajístico para las zonas aledañas inmediatas al canal. Estas intervenciones darán como fin la regeneración urbana paisajística del canal El Macho entre los barrios Rayito de Luz y Viviendas Populares (tramo que es la zona de estudio).

Categorías de intervención del Máster Plan para la zona de estudio

1. Clasificación y usos del suelo
2. Movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático
3. PTAR

PTAR lodos activados
 PTAR con SBN usando Jacinto de agua
 PTAR con SBN usando Vetiver
 Esquemas gráficos de conexión usando Jacinto de agua y Vetiver
 Implantación de la PTAR con SBN
 Propuesta de conexión de la red de alcantarillado de la PTAR con SBN
 Población de incidencia de la PTAR con SBN

4. Proyecto urbano paisajístico

Conexión del proyecto con la ciudad
 Propuesta conceptual y estrategias
 Propuesta – Implantación general
 Estrategias nodo 1
 Estrategias nodo 2
 Estrategias nodo 3
 Estrategias nodo 4
 Planta del nodo 1
 Axonometría y corte del nodo 1
 Render del nodo 1
 Planta del nodo 2
 Axonometría y corte del nodo 2
 Render del nodo 2
 Planta del nodo 3
 Axonometría y corte del nodo 3
 Render del nodo 3
 Planta del nodo 4
 Axonometría y corte del nodo 4
 Render del nodo 4
 Propuesta de mobiliario 1 / Zona de estancia
 Propuesta de mobiliario 2 / Zona de estancia mayor
 Propuesta de mobiliario 3 / Mirador
 Propuesta de mobiliario 4 / Caminería
 Propuesta de equipamiento comercial
 Corte tipo

1. Clasificación y uso del suelo

Clasificación del suelo

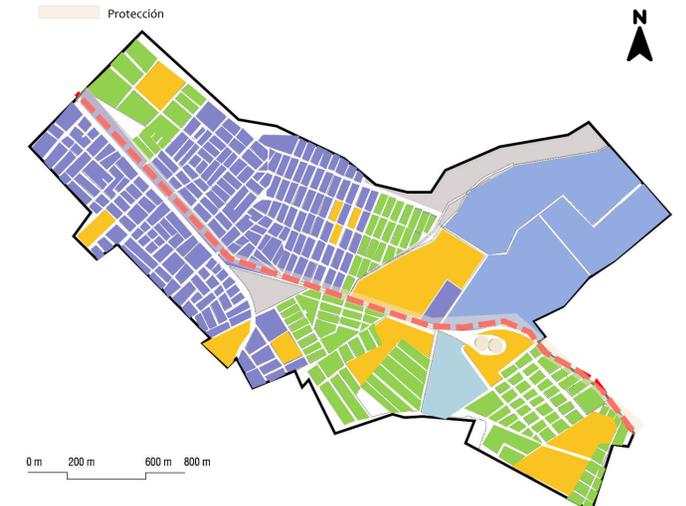


La clasificación del suelo se mantiene en suelo urbano consolidado, en proceso de consolidación y de protección y suelo rural

Usos del suelo

Simbología

- Mixto (Residencia y comercio menor)
- Canal El Macho
- Equipamiento
- Educativo
- Residencial
- Agrícola
- Protección

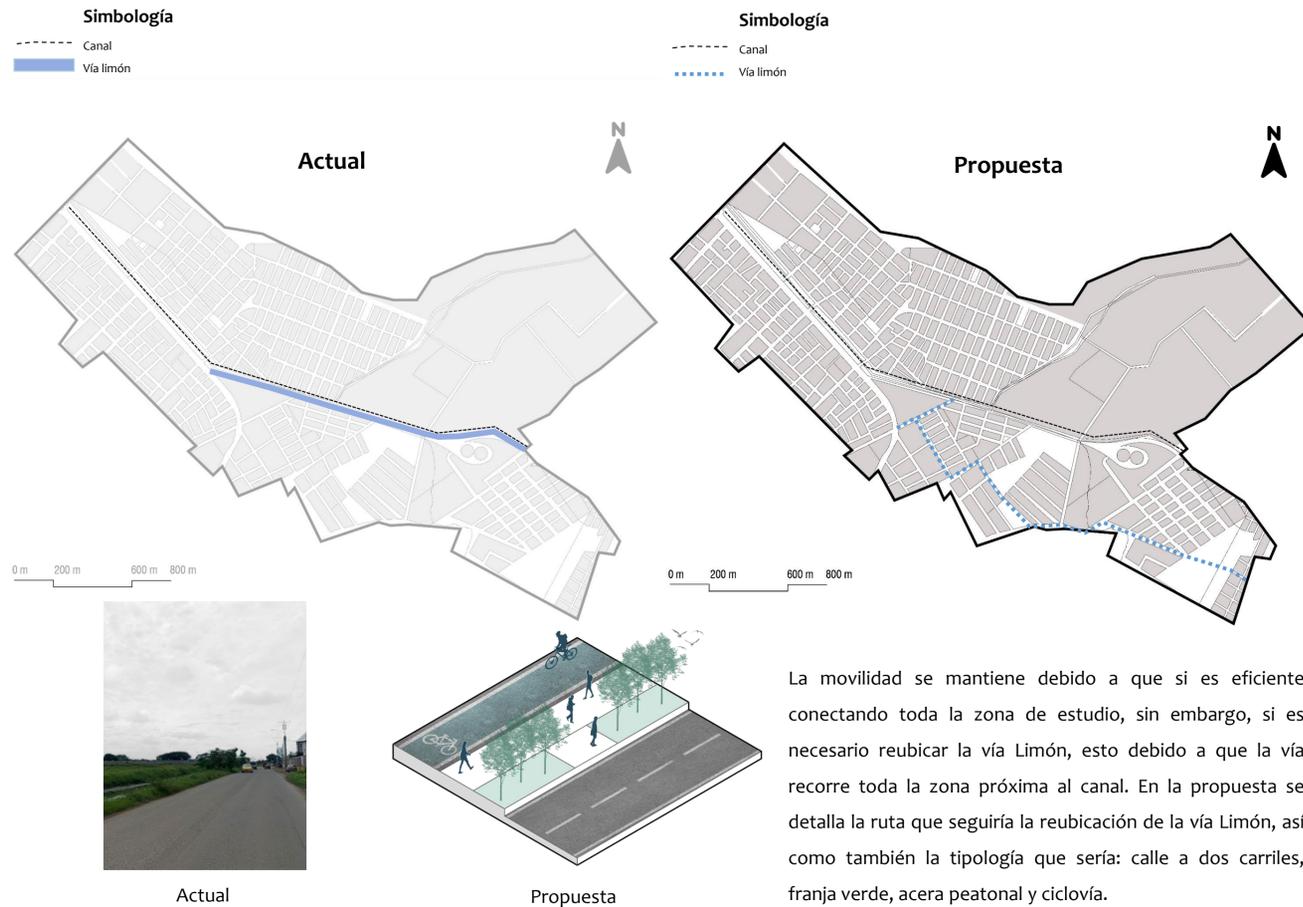


En los usos del suelo se propone más uso residencial, puesto que al existir más uso mixto (residencial y comercio menor), las descargas de aguas residuales son más que en un residencia, también se propone a los predios municipales sin función, usarlos como uso de equipamientos.

Máster Plan

2. Movilidad, conectividad y resiliencia y adaptación al cambio climático

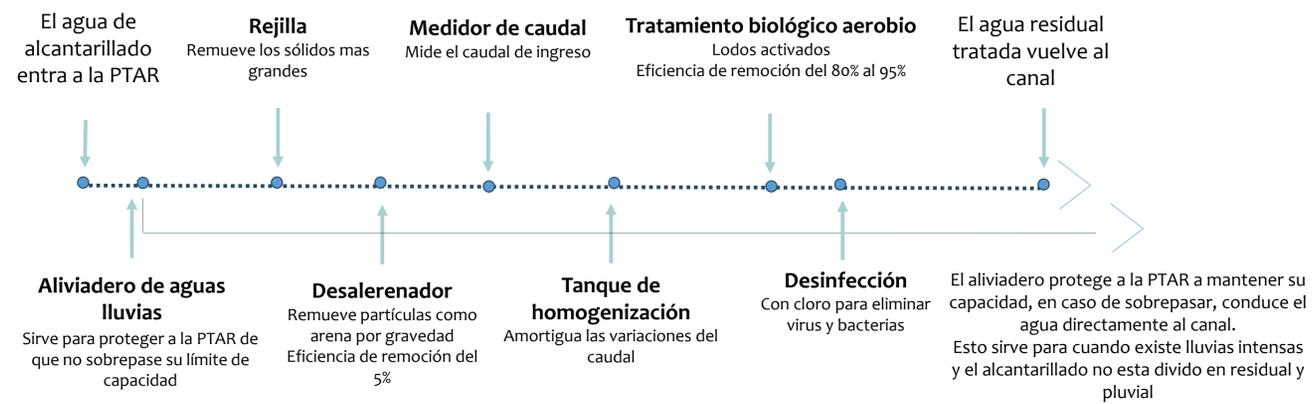
Movilidad



3. PTAR

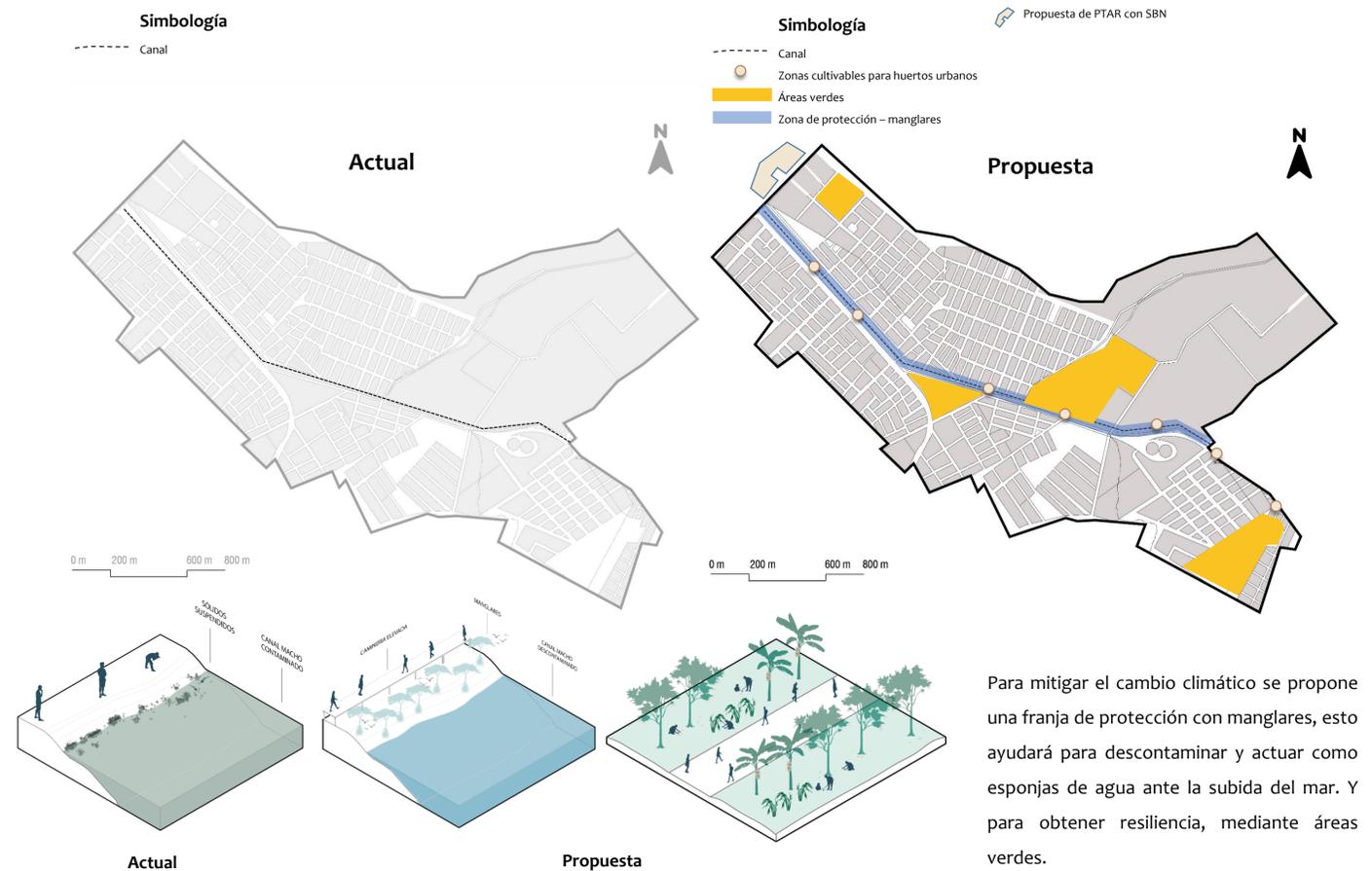
PTAR de lodos activados

Esquema conceptual

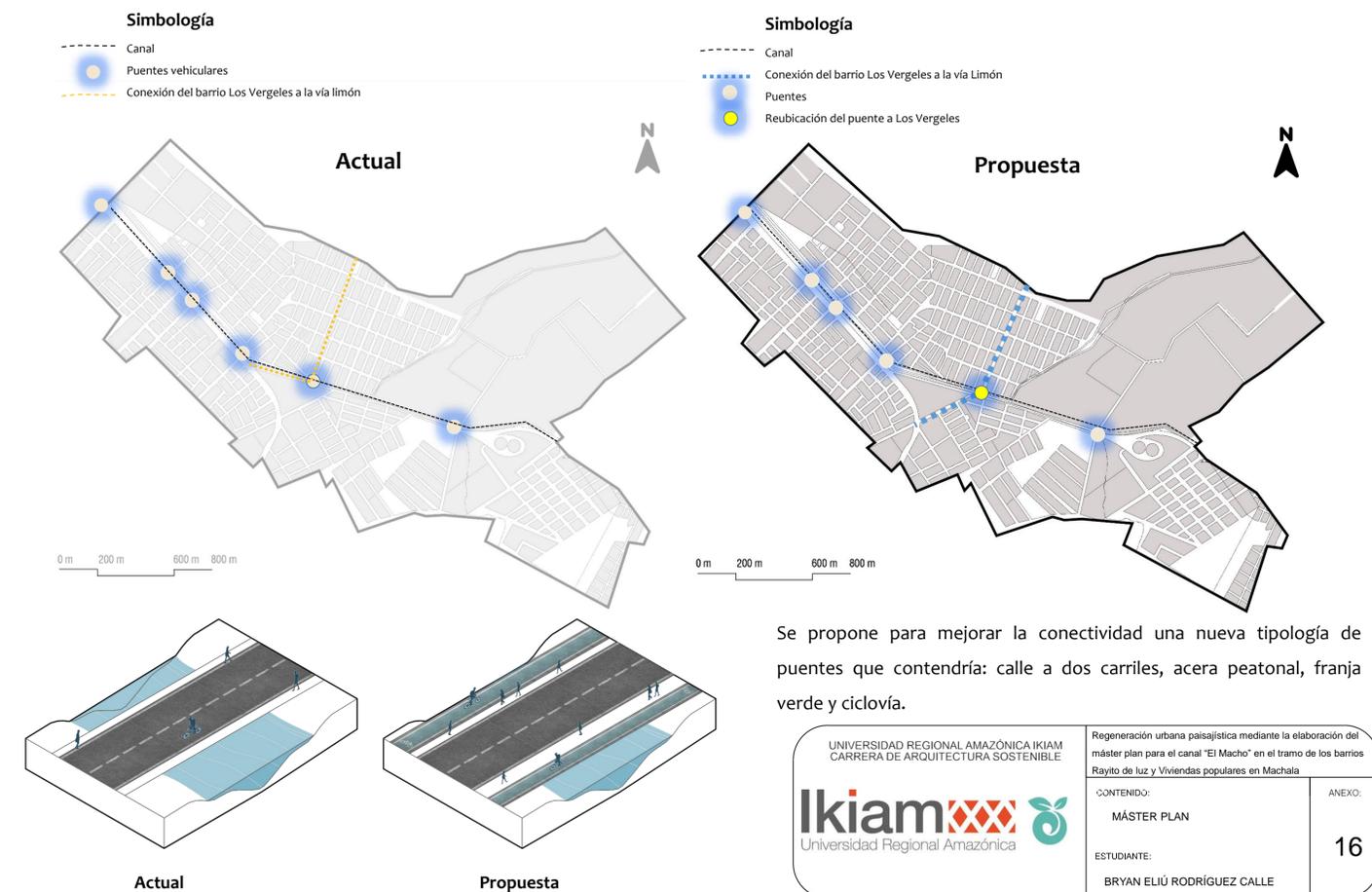


La PTAR es fundamental para descontaminar aguas residuales producto de las descargas puntuales. Se propone un esquema de una PTAR de lodos activados, sin embargo, esta PTAR convencional genera demasiado gasto energético, mayor costo de construcción y la remoción de nitrógeno y fosforo es mínima en comparación que una PTAR con SBN. Por esto este Máster Plan propone dos esquemas de PTAR con SBN.

Resiliencia y adaptación al cambio climático



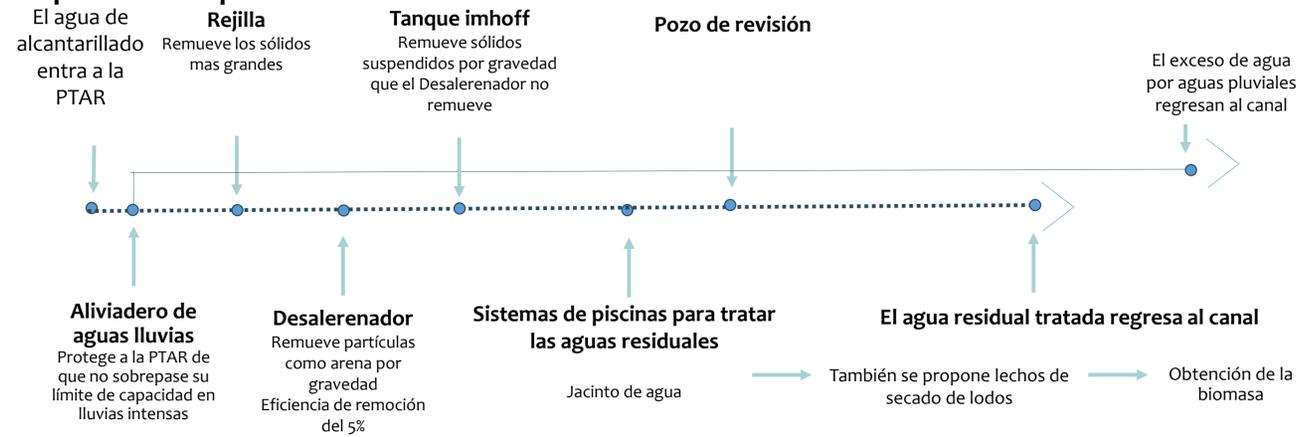
Conectividad entre las riberas del río



Máster Plan

PTAR con SBN usando Jacinto de agua

Esquema conceptual



Características

- Remueve un porcentaje de nitrógeno y fosforo
- Remueve coliformes fecales
- Menor consumo energético comparado a una PTAR convencional
- Pueden operar con altas cargas orgánicas y tiene un gran potencial de remoción
- Planta flotante

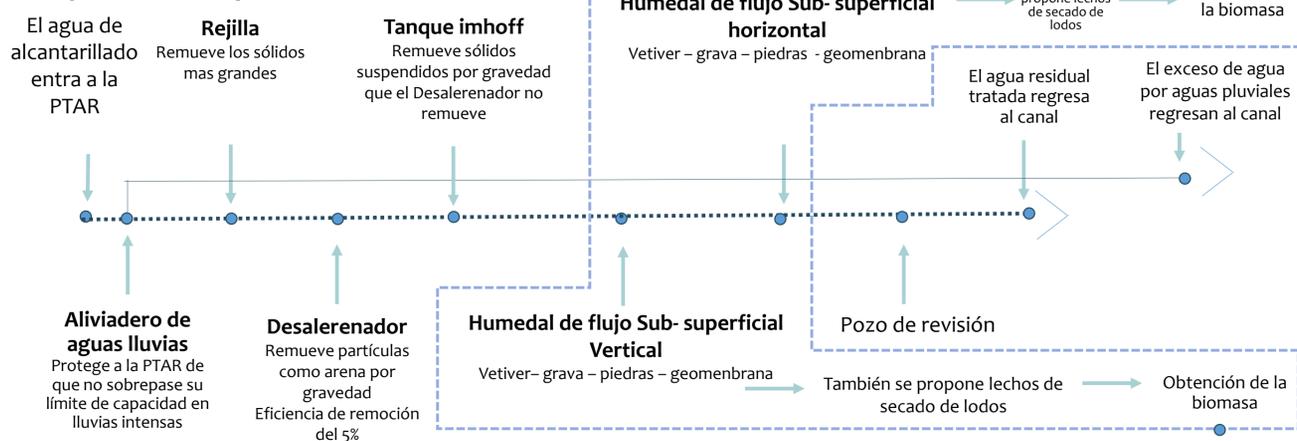
El Jacinto de agua puede remover:

- Materia orgánica (Fernández, et al. 2005)
- Fosforo y nitrógeno (Fernández, at al. 2005)
- Coliformes fecales (Iema, S. 2018)
- DBO (Iema, S. 2018)

Esta propuesta con el Jacinto de Agua es usando SBN, ya que las raíces de esta planta puede eliminar contaminantes presentes en las aguas del canal El Macho como coliformes fecales. Es importante enfatizar que esta planta si esta presente en Machala, mas específico en el canal El Macho, crece naturalmente.

PTAR con SBN usando Vetiver

Esquema conceptual



Características

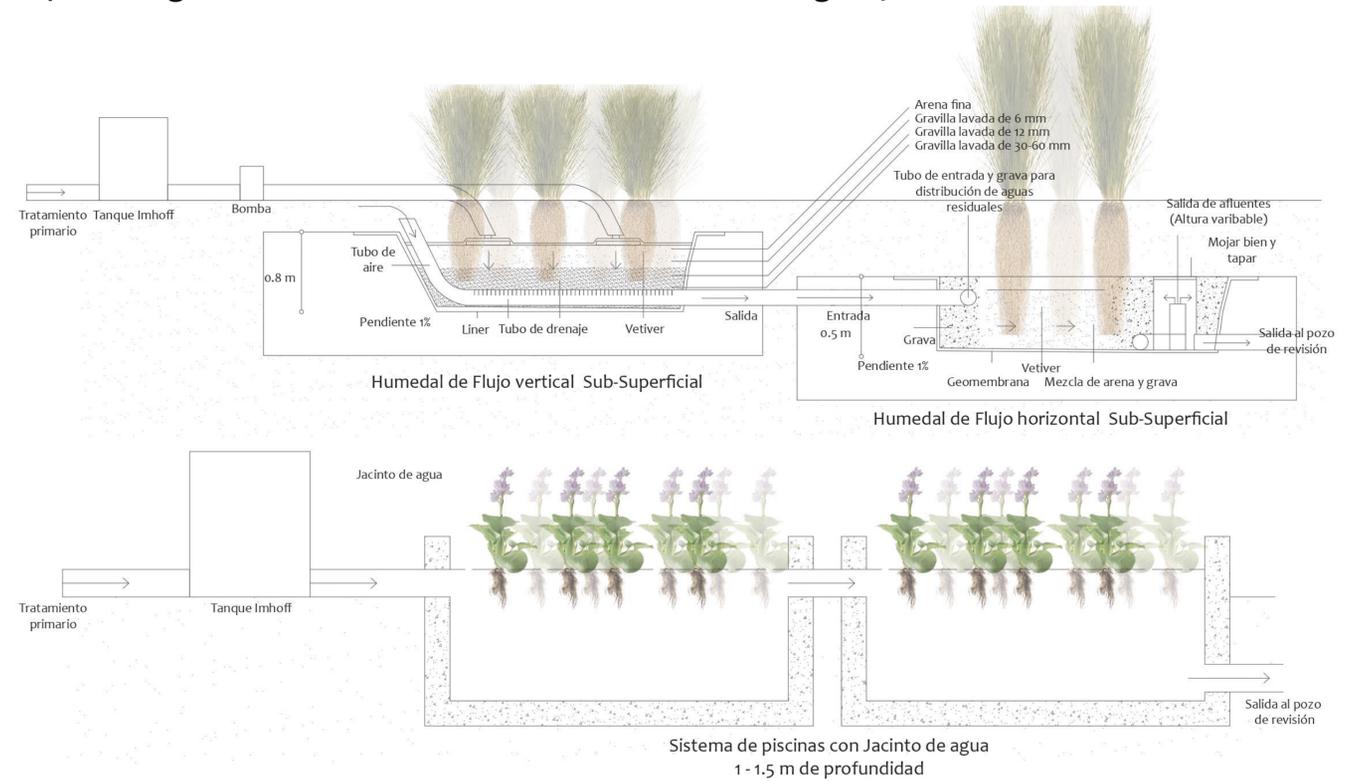
- No genera olores
- Planta emergente y flotante, se adapta de acorde a la circunstancia
- No es invasiva
- Capacidad alta para absorber nitrógeno y fosforo
- Fitorremediación amigable con el medio ambiente
- Tolera condiciones adversas de clima

El Vetiver puede remover:

- DBO
- DQO
- Nitrógeno
- Fósforo
- Amoniac
- Fosfato
- SST
- Elimina concentraciones de metales pesados como el cadmio, plomo, cobre, níquel, zinc, arsénico, manganeso y aluminio (Truong and Baker, 1998)

Esta propuesta con el Vetiver es usando SBN, ya que las raíces de esta planta puede eliminar contaminantes presentes en las aguas del canal El Macho, es mejor usarlo en humedales de flujo sub-superficial ya que de esa manera no genera olores. Es importante enfatizar que esta planta si esta presente en Machala. Para efectos del Máster Plan, se recomienda que la PTAR con SBN son las más recomendables adaptados a la realidad del canal y su calidad de agua.

Esquemas gráficos de conexión usando Jacinto de agua y Vetiver



Implantación de la PTAR con SBN



Simbología

- ▭ Zona de estudio en micro
- ▭ Canal El Macho y sus afluentes
- ▭ Red Norte colector de alcantarillado
- ▭ Trama urbana de Machala
- ▭ Propuesta de implantación de la PTAR
- ▭ Propuesta de ampliación de la PTAR
- ▭ Área de incidencia de la PTAR

Se propone la implantación de la PTAR con SBN al final de la zona de estudio, de esta manera las aguas llegarían por efecto de la gravedad ya que el sentido de las aguas del canal El Macho es este-oeste. El área de incidencia de la PTAR es mas amplia que la zona de estudio con un total de 4.77 km², esto es porque se debe tener en cuenta todo el sistema de alcantarillado para proyectar y no solo una parte.

Conexión del proyecto con la ciudad

1. Puente de la Primavera

2. Puente de la Juan Montalvo

3. Puente de la Buenavista

4. Puente de la 10 de agosto

5. Puente al barrio Los Vergeles

6. Puente al barrio Leonor Aguilar

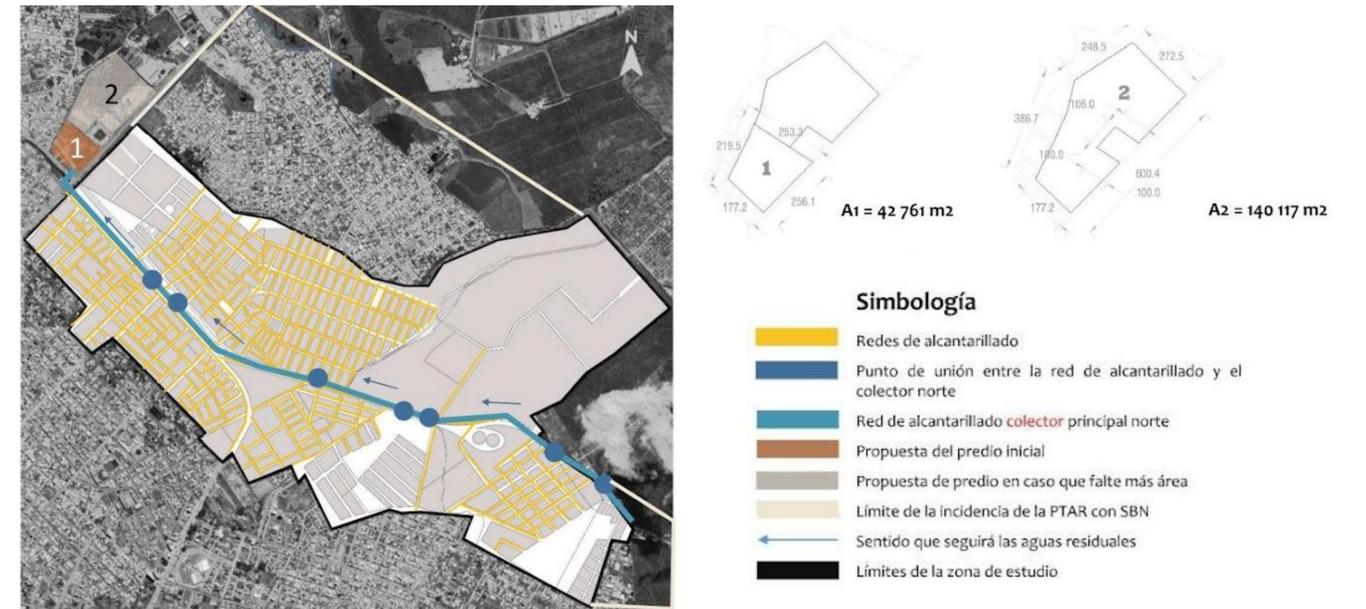
7. Puente La Clementina

8. Inicio del canal El Macho

9. Final de la zona de estudio

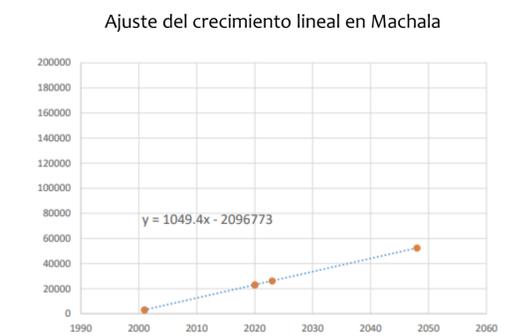
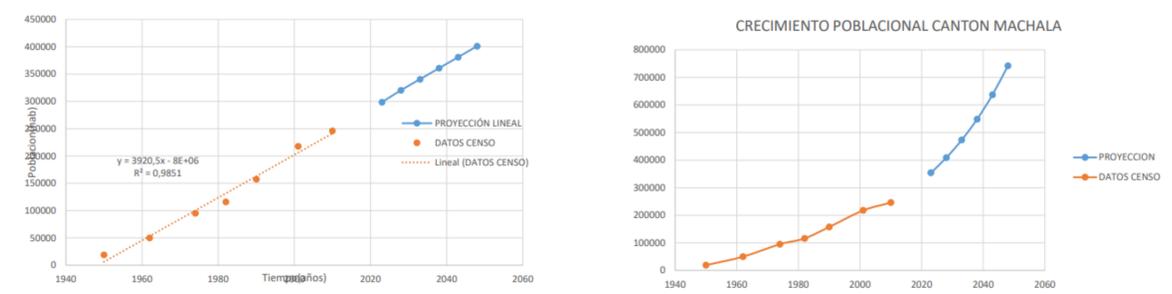
10. Circunvalación Norte

Propuesta de conexión de la red de alcantarillado a la PTAR con SBN



Se propone la implantación de la PTAR con SBN al final de la zona de estudio, de esta manera las aguas llegarían por efecto de la gravedad ya que el sentido de las aguas del canal El Macho es este-oeste. El área de incidencia de la PTAR es mas amplia que la zona de estudio con un total de 4.77 km2, esto es porque se debe tener en cuenta todo el sistema de alcantarillado para proyectar y no solo una parte.

Población de incidencia de la PTAR con SBN



AÑO	POBLACION
2001	3077
2020	23015
2023	26163
2048	52398

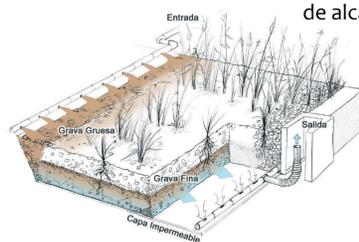
Población proyectada del área de incidencia de la PTAR con SBN

Comparando con datos censales del 2001 - 2010 y la densidad poblacional según el PDOT para el 2020, primero se realizó el ajuste de crecimiento lineal y después el geométrico, esto para conocer cómo crece la población. Después, se proyectó la población hasta el año 2048, tiempo de eficiencia de una PTAR según la norma, se concluye que la PTAR con SBN beneficiará a 26 163 habitantes en el 2023 y 52 398 en el 2048.

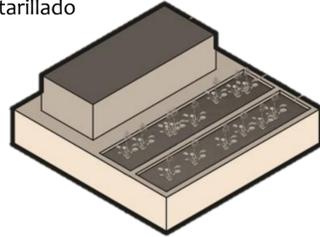
Máster Plan

Propuesta – Implantación general

12 PTAR con SBN para descontaminar al canal y conectar el sistema de alcantarillado



Humedales artificiales con Vetiver



Piscinas con Jacinto de agua

Descontaminará de:



Cadmio y Plomo



Coliformes fecales

Propuesta de vegetación



Nombre científico: Rhizophora mangle
Nombre común: Mangle rojo
Altura: 8 – 17 metros
Ubicación en el proyecto: Franja de protección



Nombre científico: Arecaceae
Nombre común: Palma
Altura: 2 – 3 metros árbol
Ubicación en el proyecto: zonas de área verde



Nombre científico: Acer Negundo
Nombre común: Negundo
Altura: 10 – 15 metros
Ubicación en el proyecto: zonas de área verde



Nombre científico: Eichhornia Crassipes
Nombre común: Jacinto de agua
Altura: 0.15 – 0.25 metros
Ubicación en el proyecto: PTAR



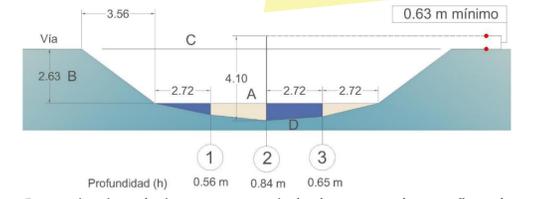
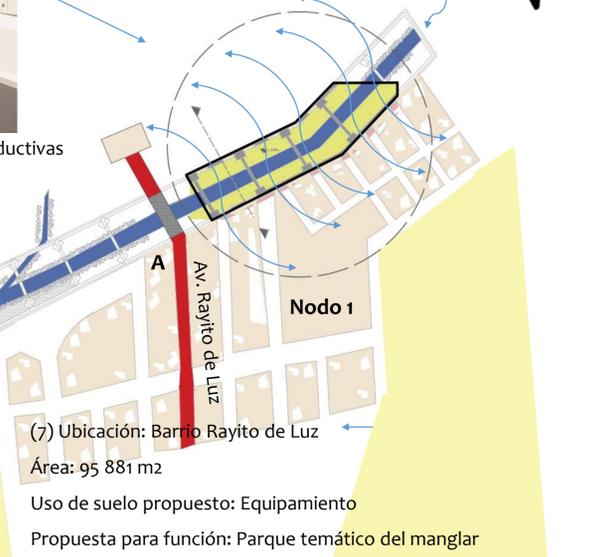
Nombre científico: Chrysopogon zizanioides
Nombre común: Vetiver
Altura: 1 – 2 metros
Ubicación en el proyecto: PTAR



Integración entre la ciudad, el canal y las zonas productivas



Ingreso del canal a la ciudad
Caudal de entrada 2800 L/s



Para evitar inundaciones en un periodo de retorno de 100 años, el proyecto se debe elevar 0.63 m. Por tanto, se propone elevar 0.80 m

(11) Ubicación: Barrio Los Vergeles

Área: 4 000 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Extensión del GAD (Administrativo público)

(10) Ubicación: Barrio Los Vergeles

Área: 4 000 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque temático del agua

(9) Ubicación: Barrio Los Vergeles

Área: 4 000 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque temático de la juventud

(8) Ubicación: Zona de producción

Área: 104 578

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque agrario

(1) Ubicación: Barrio Primavera sector 3

Área: 8 710 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque temático al manglar



(6) Ubicación: Barrio Rayito de Luz

Área: 55 929 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

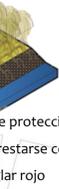
Propuesta para función: Parque temático cultural

(5) Ubicación: Barrio San Gregorio

Área: 34 950 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque temático al banano



La franja de protección debe reforestarse con Manglar rojo

(4) Ubicación: Barrio Consejero Provincial

Área: 2 431 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

Propuesta para función: Parque temático a la mujer

Propuesta para huertos urbanos		Nombre científico: Mangífera indica Nombre común: Mango Altura: 10 - 30 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
		Nombre científico: Persea americana Nombre común: Aguacate Altura: 8 - 12 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
Propuesta para huertos urbanos		Nombre científico: Citrus x sinensis Nombre común: Naranja Altura: 5 - 15 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
		Nombre científico: Citrus limon Nombre común: Limón Altura: 4.5 - 6 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
Propuesta para huertos urbanos		Nombre científico: Theobroma cacao Nombre común: Cacao Altura: 4 - 7 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
		Nombre científico: Pouteria sapota Nombre común: Zapote Altura: 8 - 11 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
Propuesta para huertos urbanos		Nombre científico: Musa x paradisiaca Nombre común: Banano Altura: 4 - 6 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos
		Nombre científico: Citrus reticulata Nombre común: Mandarina Altura: 2 - 6 metros Ubicación en el proyecto: huertos urbanos

Legenda

Margen de protección

Manzanas

Nodos de estudio

Canal El Macho
200 m

400 m

(2) Ubicación: Barrio 10 de Julio

Área: 5 110 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

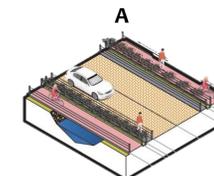
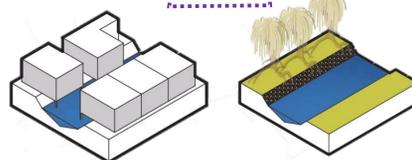
Propuesta para función: Parque recreativo para niños

(3) Ubicación: Barrio Alborada 2

Área: 11 759 m²

Uso de suelo propuesto: Equipamiento

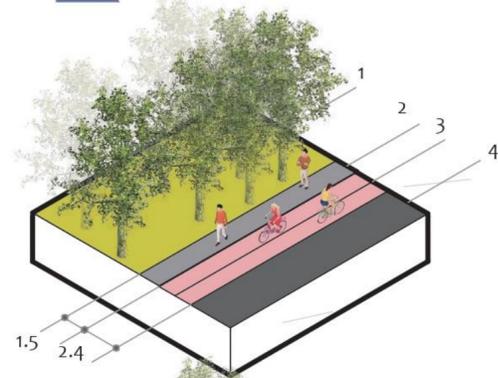
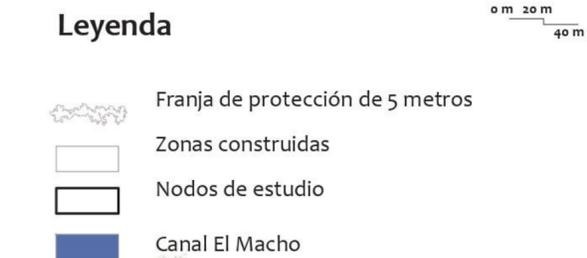
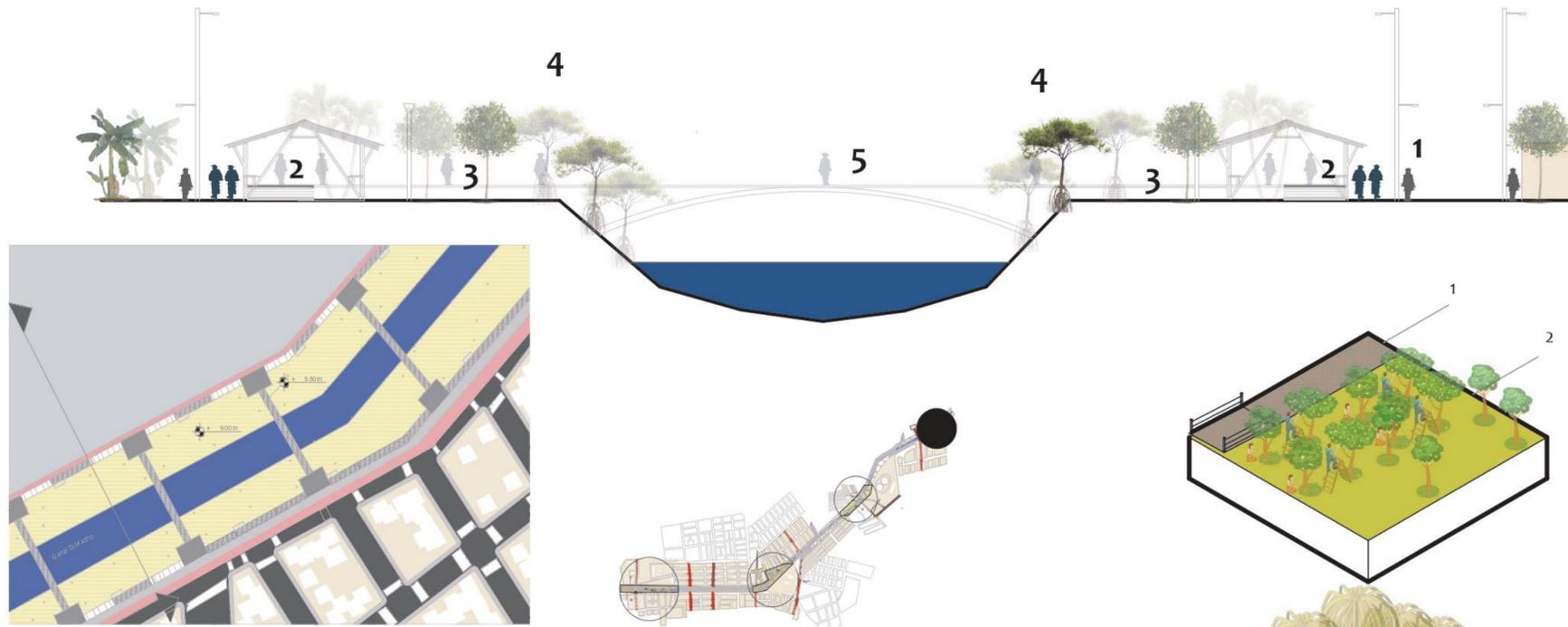
Propuesta para función: Extensión del GAD (Administrativo público)



Tipología de puente

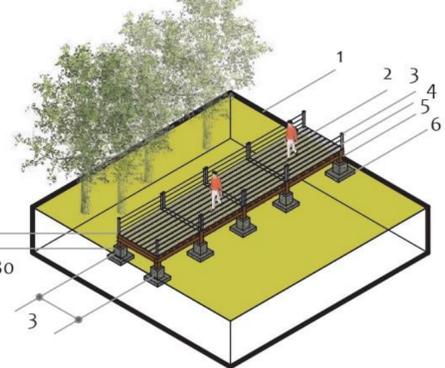
Todo el tramo contiene viviendas pero están emplazadas en zona de riesgo, por tanto deben reubicarse y reforestar con Manglar rojo

Estrategias nodo 1



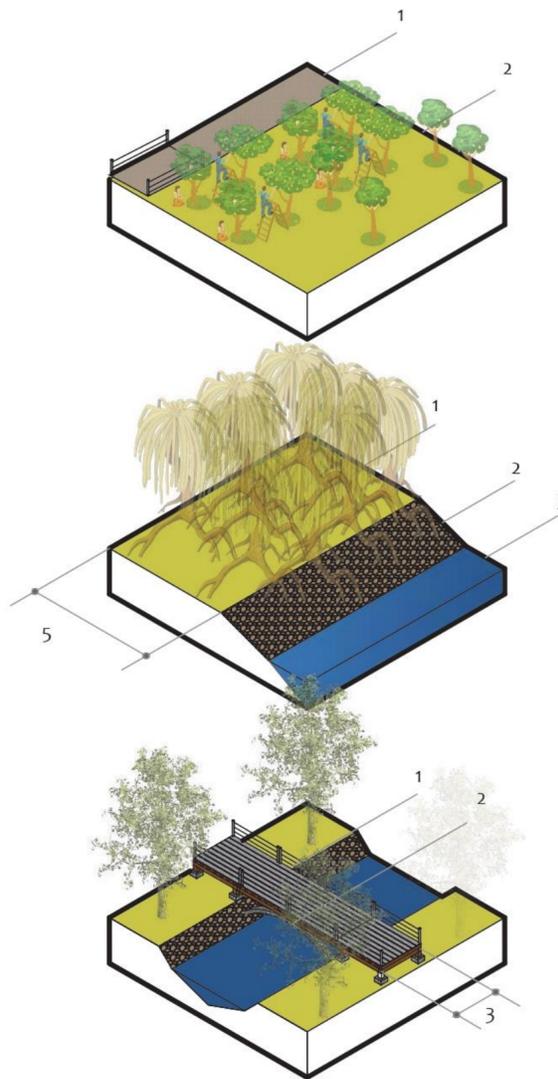
1. Transporte alternativo
Se propone el uso de circuitos de ciclovía como transporte alternativo ligado a veredas, caminerías y áreas verdes

- 1 Áreas verdes
- 2 Vereda
- 3 Ciclovía
- 4 Calle



2. Caminerías
Se propone caminerías elevadas a 0.80 m debido a que es zona inundable por tres metros de ancho para la libre circulación del usuario

- 1 Áreas verdes
- 2 Caminería de madera
- 3 Tubo galvanizado de 2"
- 4 Cable tensor
- 5 Viga de madera
- 6 Zapata aislada como cimiento



3. Huertos urbanos
Se propone huertos urbanos con árboles que dan en la zona, estos huertos no serán monocultivos, como abono se usará la biomasa que genera la PTAR con SBN

- 1 Caminería
- 2 Huerto urbano

4. Franja de protección
Se propone una franja de protección de 5 metros donde se reforestará con manglar rojo que existía históricamente en el sitio pero debido a los asentamiento informales, desaparecieron

- 1 Franja de protección
- 2 Ribera del canal natural
- 3 Canal El Macho

5. Puentes peatonales
Se propone conexiones peatonales entre ambos extremos del canal para que exista una conectividad peatonal fluida entre ambas riberas del canal

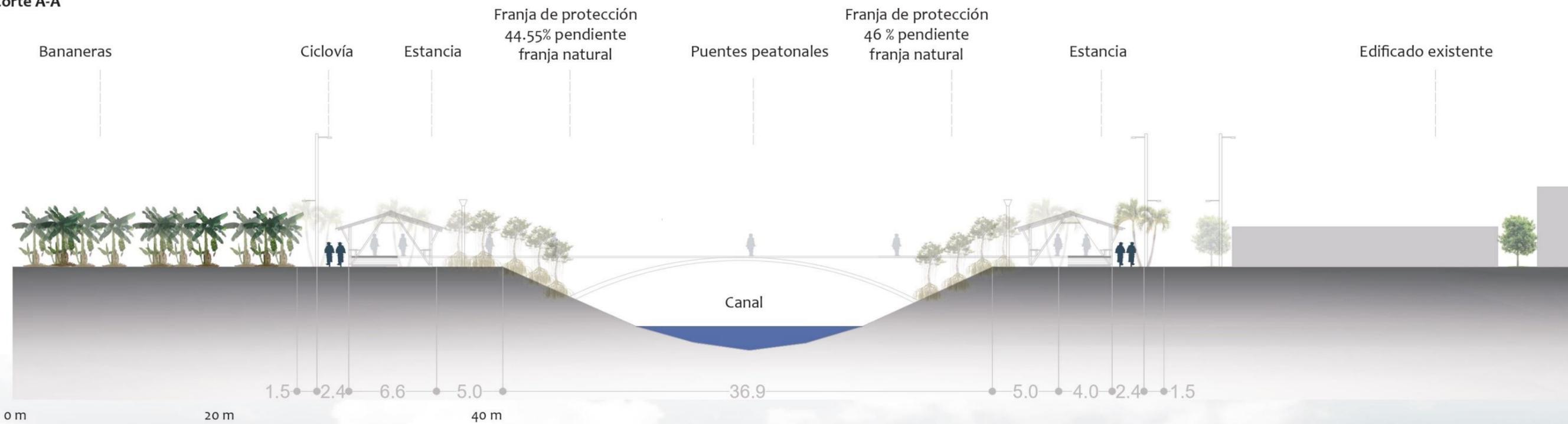
- 1 Ribera del canal natural
- 2 Puente peatonal con arco de hormigón como soporte



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
Ikiam		CONTENIDO: ESTRATEGIAS NODO 1	ANEXO: 21
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Axonometría y Corte del Nodo 1

Corte A-A'



Escala gráfica

Bananeras Estancia Huertos urbanos Puentes peatonales Franja de protección terreno natural Edificado existente Caminerías y estancia



Actividades a realizarse

 Ciclismo En la red de ciclovías	 Áreas verdes Distribuidas a lo largo del nodo	 Huertos urbanos A lo largo del nodo donde el usuario puede acceder	 Estancia En puntos estratégicos para el descanso del usuario	 Senderismo Con la red de caminerías se puede explorar el entorno	 Caminerías Que cruza todo el nodo y el canal
---	---	--	--	--	--

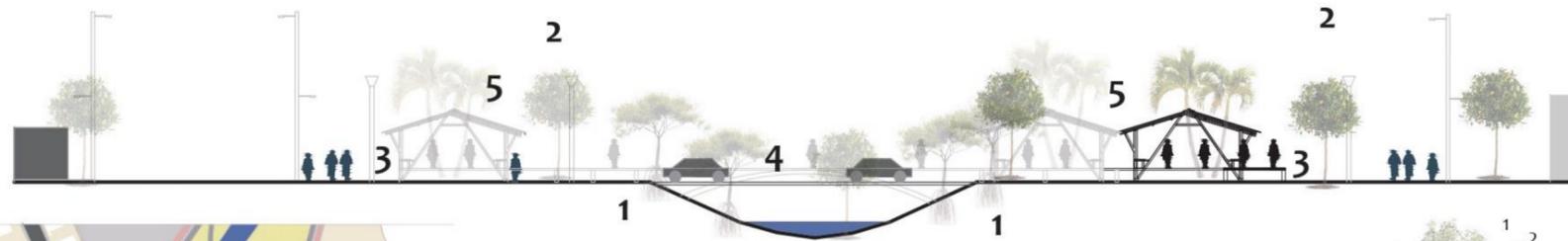
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: AXONOMETRÍA Y CORTE	ANEXO: 23
Universidad Regional Amazónica		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Render del Nodo 1



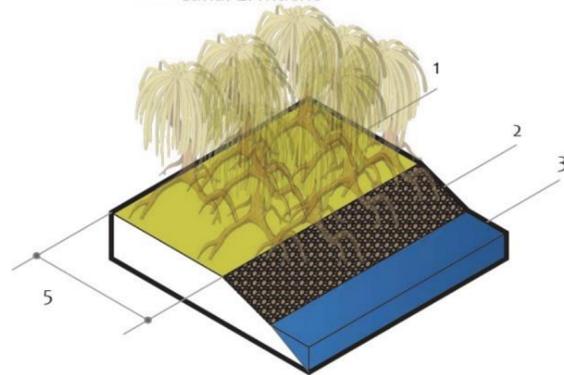
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala
Ikiam  Universidad Regional Amazónica	CONTENIDO:	ANEXO:
	RENDER	24
	ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	





Leyenda

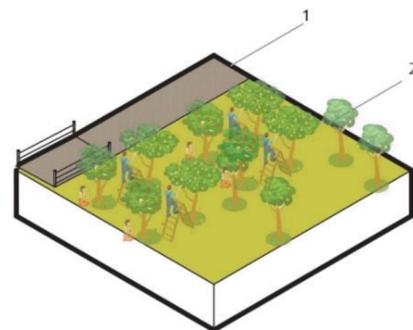
- Franja de protección de 5 metros
- Zonas construidas
- Nodos de estudio
- Canal El Macho



1. Franja de protección

Se propone una franja de protección de 5 metros donde se reforestará con manglar rojo que existía históricamente en el sitio pero debido a los asentamiento informales, desaparecieron

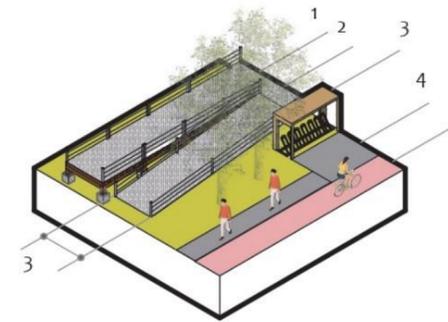
- 1 Franja de protección
- 2 Ribera del canal natural
- 3 Canal El Macho



2. Huertos urbanos

Se propone huertos urbanos con árboles que dan en la zona, estos huertos no serán monocultivos, como abono se usará la biomasa que genera la PTAR con SBN

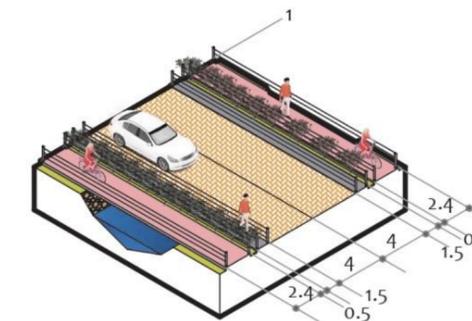
- 1 Caminería
- 2 Huerto urbano



3. Rampas

Se propone rampas, estas para que conecten las caminerías elevadas con el nivel natural del sitio, a su vez estas permitirán que los usuarios accedan y que los ciclistas dejen sus bicicletas en el parqueo propio para ello e ingresen al proyecto

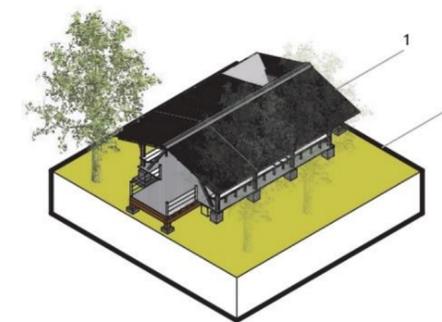
- 1 Caminería
- 2 Rampa
- 3 Parqueo de bicicleta
- 4 Vereda
- 5 Ciclovía



4. Puentes vehiculares

Se propone puentes donde transiten vehículos y que permita el paso de personas y bicicletas, así como también una franja verde de vegetación

- 1 Puente vehicular con caminería, franja vegetal y ciclovia



5. Mobiliario de estancia 2

Se propone mobiliario de estancia donde los usuarios puedan descansar y observar el proyecto

- 1 Mobiliario de estancia 2
- 2 Terreno natural



Ciclismo



Áreas verdes



Estancia



Huertos urbanos



Comercio



Caminerías

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: ESTRATEGIAS NODO 2	ANEXO: 26
ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE			

Planta del Nodo 2



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
PLANTA NODO 2

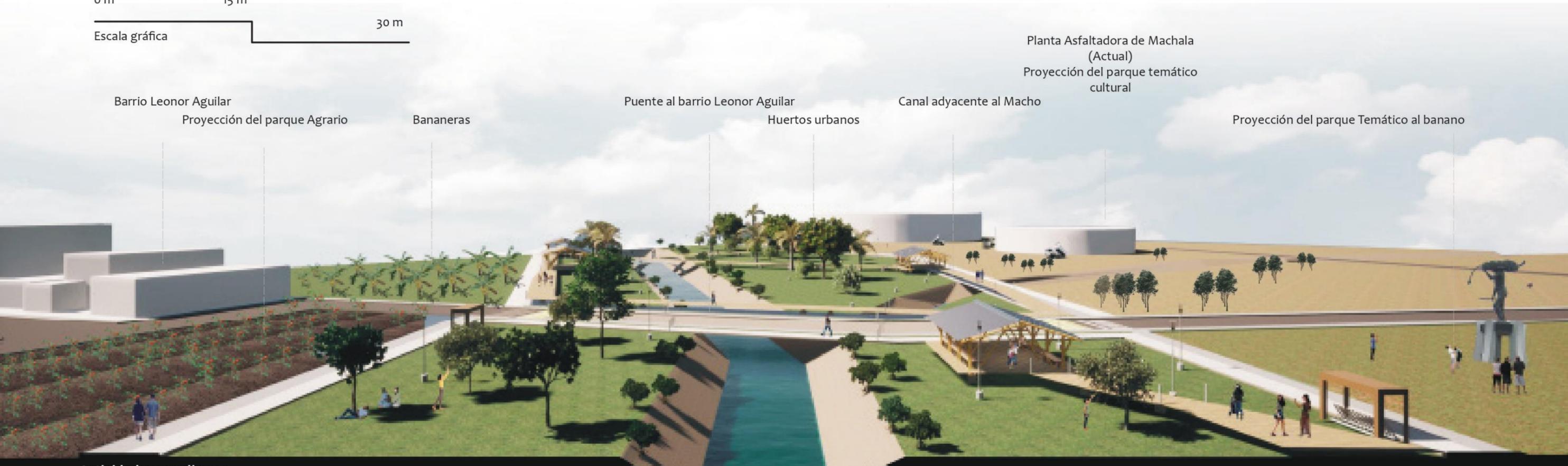
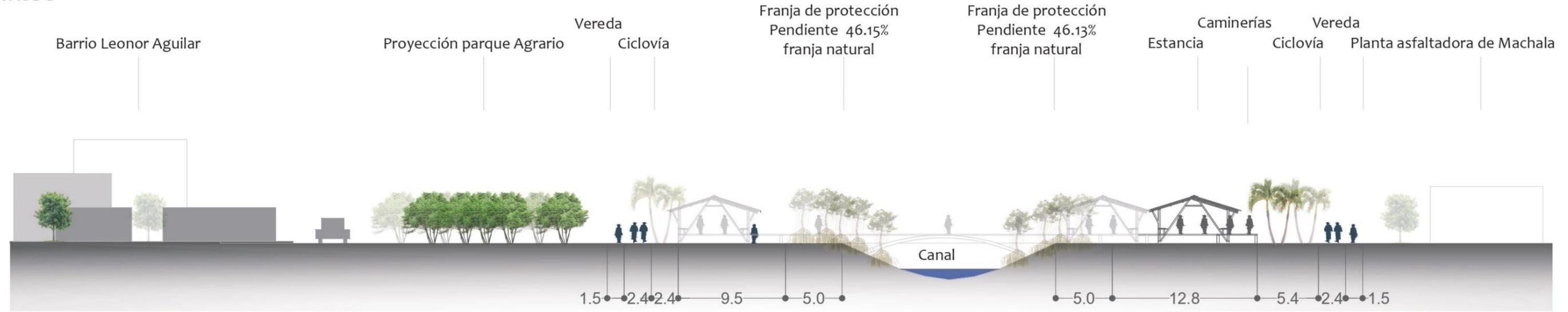
ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:
27

ikiam
Universidad Regional Amazónica

Axonometría y Corte del Nodo 2

Corte B-B'



Actividades a realizarse

<p>Ciclismo</p> <p>En la red de ciclovías</p>	<p>Áreas verdes</p> <p>Distribuidas a lo largo del nodo</p>	<p>Huertos urbanos</p> <p>A lo largo del nodo donde el usuario puede acceder</p>	<p>Estancia</p> <p>En puntos estratégicos para el descanso del usuario</p>	<p>Caminerías</p> <p>Que cruza todo el nodo y el canal</p>	<p>Eje comercial</p> <p>Con enfoque gastronómico</p>
--	--	---	---	---	---

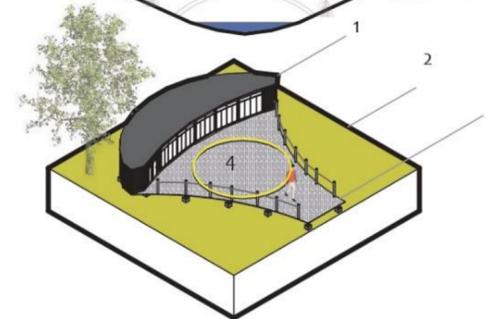
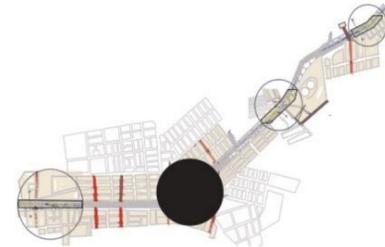
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala
Universidad Regional Amazónica	CONTENIDO: AXONOMETRÍA Y CORTE	ANEXO: 28
	ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Render del Nodo 2



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala
Ikiam   Universidad Regional Amazónica	CONTENIDO: RENDER ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	ANEXO: 29

Estrategias nodo 3



3 Ejes comerciales

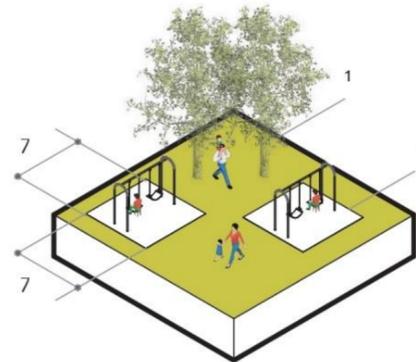
Se propone ejes comerciales con distintas funciones donde los usuarios podran acceder, además ofrece servicios como baños publicos

- 1 Mobiliario 5 de comercio
- 2 Terreno natural
- 3 Caminerías
- 4 Punto de concentración de los usuarios

4. Juegos infantiles

Se propone juegos infantiles de columpios para el divertir de los niños

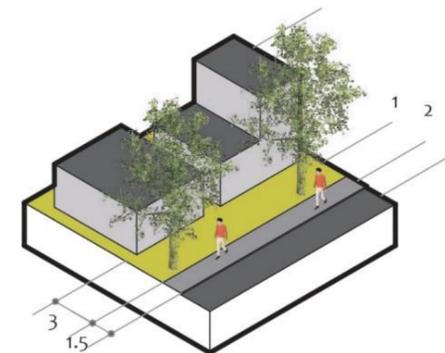
- 1 Áreas verdes
- 2 Juegos infantiles



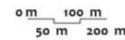
5. Retiro

Se propone retiro en las edificaciones de 3 metros, en ese espacio se debe destinar a área verde

- 1 Retiro de 3 metros
- 2 Vereda
- 3 Calle



Leyenda

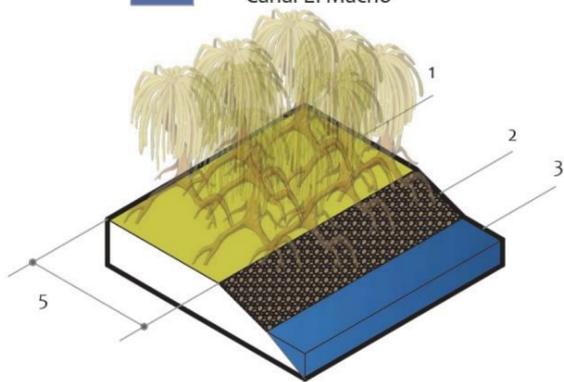


- Franja de protección de 5 metros
- Zonas construidas
- Nodos de estudio
- Canal El Macho

1. Franja de protección

Se propone una franja de protección de 5 metros donde se reforestará con manglar rojo que existía historicamente en el sitio pero debido a los asentamiento informales, desaparecieron

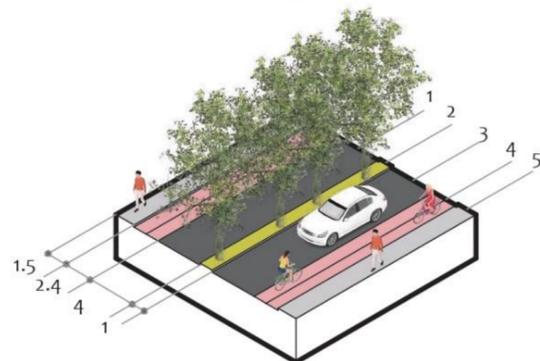
- 1 Franja de protección
- 2 Ribera del canal natural
- 3 Canal El Macho



2. Calle tipo

Se propone una calle tipo que contenga ciclovía, verda y franja vegetal en el medio

- 1 Calle
- 2 Franja vegetal
- 3 Calle
- 4 Ciclovía
- 5 Vereda



Ciclismo



Áreas verdes



Huertos urbanos



Estancia



Comercio



Mirador



Juegos Infantiles

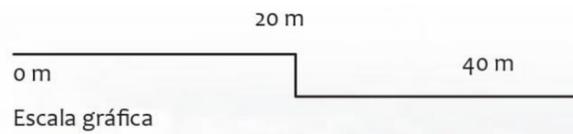
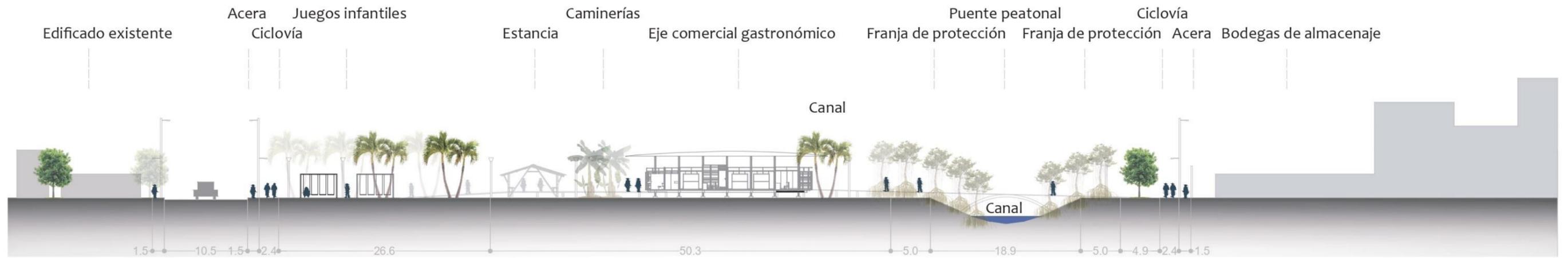


Camineras

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
Ikiam  Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO: ESTRATEGIAS NODO 3 ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	ANEXO: 30

Axonometría y Corte del Nodo 3

Corte C-C'



Actividades a realizarse

 Ciclismo En la red de ciclovías	 Áreas verdes Distribuidas a lo largo del nodo	 Huertos urbanos A lo largo del nodo donde el usuario puede acceder	 Estancia En puntos estratégicos del nodo para el reposo del usuario	 Eje comercial Con función gastronómicas	 Recreación Zonas para la recreación con juegos para niños	 Caminerías Que cruza todo el nodo y el canal
---	---	--	---	---	---	--

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: AXONOMETRÍA Y CORTE	ANEXO: 32
Universidad Regional Amazónica		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Render del Nodo 3

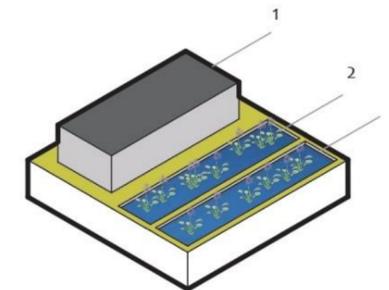
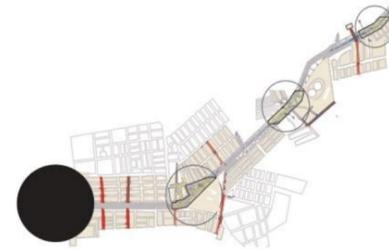
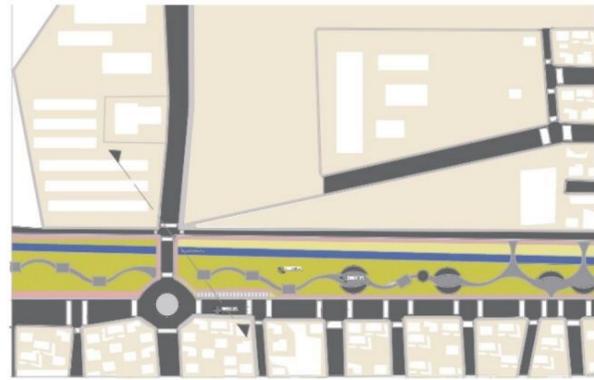
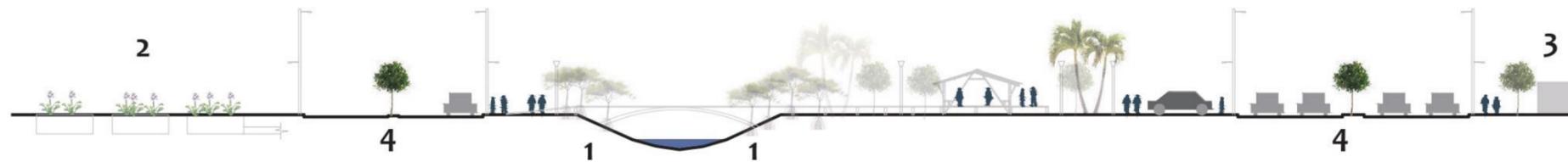


UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
Ikiam   Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO: RENDER ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	ANEXO: 33



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala
Ikiam  Universidad Regional Amazónica		ANEXO:
RENDER		34
ESTUDIANTE:		
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE		

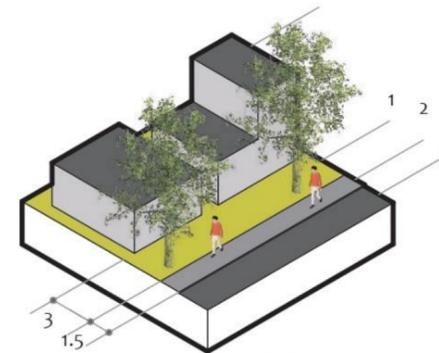
Estrategias nodo 4



2. PTAR con SBN

Proyección de piscinas de jacinto de agua como tratamiento para las aguas residuales

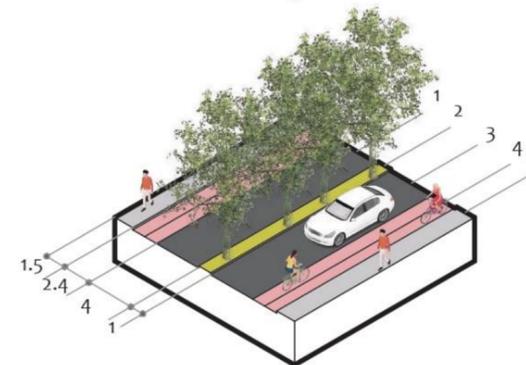
- 1 Tratamiento primario
- 2 Jacinto de agua (Vetiver)
- 3 Piscina



3. Retiro

Se propone retiro en las edificaciones de 3 metros, en ese espacio se debe destinar a área verde

- 1 Retiro de 3 metros
- 2 Vereda
- 3 Calle



4. Calle tipo

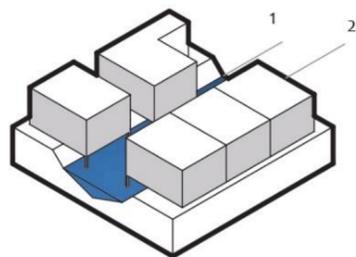
Se propone una calle tipo que contenga ciclovía, verda y franja vegetal en el medio

- 1 Calle
- 2 Franja vegetal
- 3 Calle
- 4 Ciclovía
- 5 Vereda

Leyenda

- Franja de protección de 5 metros
- Zonas construidas
- Nodos de estudio
- Canal El Macho

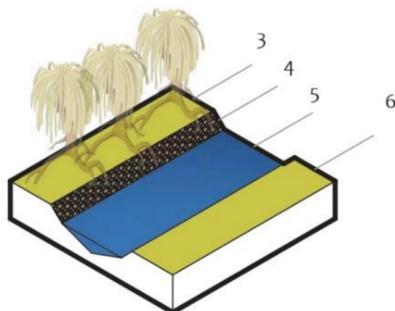
0 m 100 m 200 m



1. Viviendas en zona de riesgo

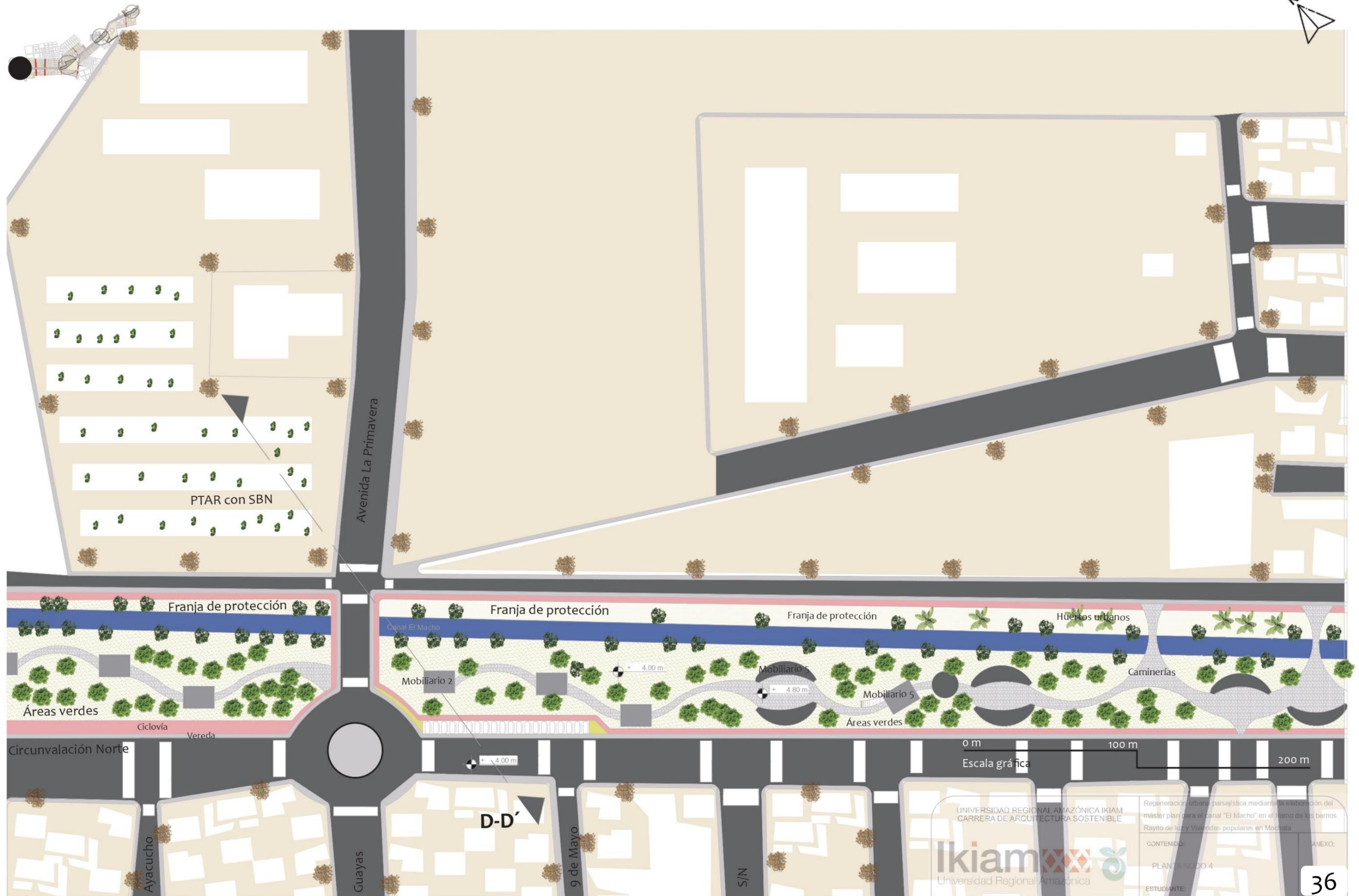
Se propone que las viviendas que están asentadas en la ribera del canal, sean rehubicadas y de esa forma recuperar la ribera con las plantaciones del mangle rojo

- 1 Canal
- 2 Viviendas asentadas en la ribera del canal
- 3 Plantaciones de mangle rojo
- 4 Ribera natural del canal
- 5 Canal
- 6 Plantaciones de mangle rojo



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: ESTRATEGIAS NODO 4	ANEXO: 35
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Planta del Nodo 4



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Ikiam
Universidad Regional Amazónica

Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
master plan para el canal "El Macho" en el barrio de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

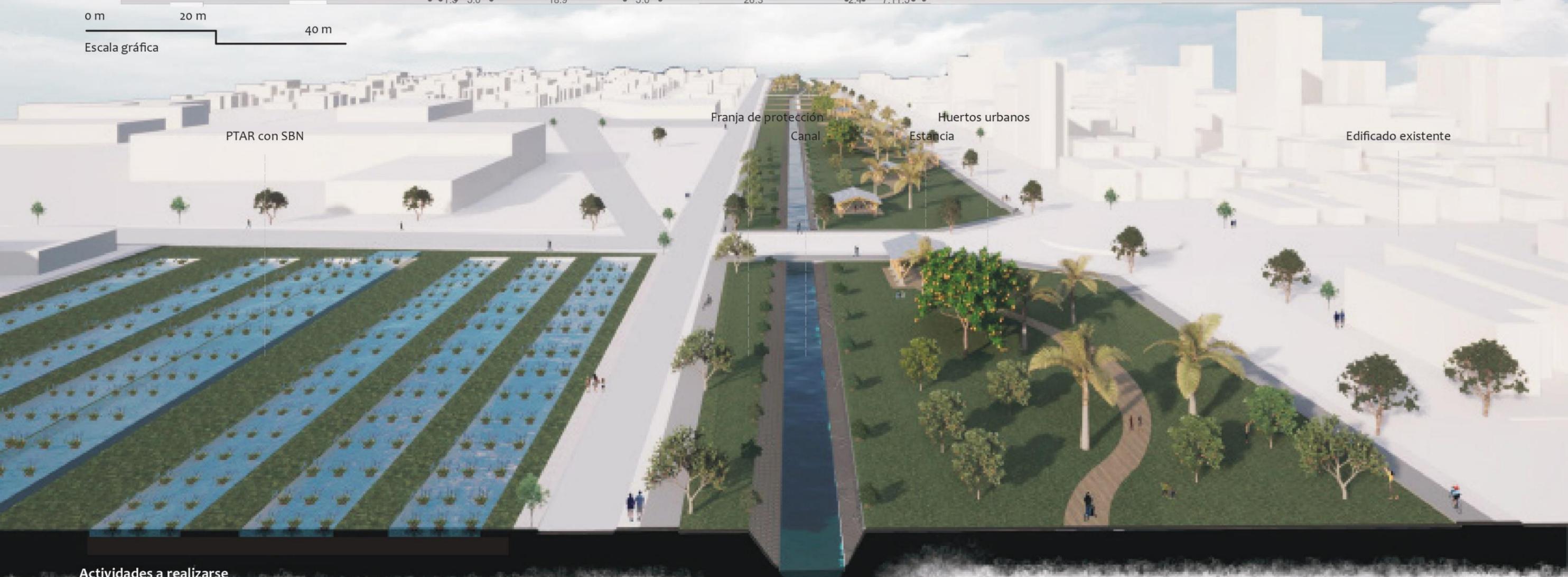
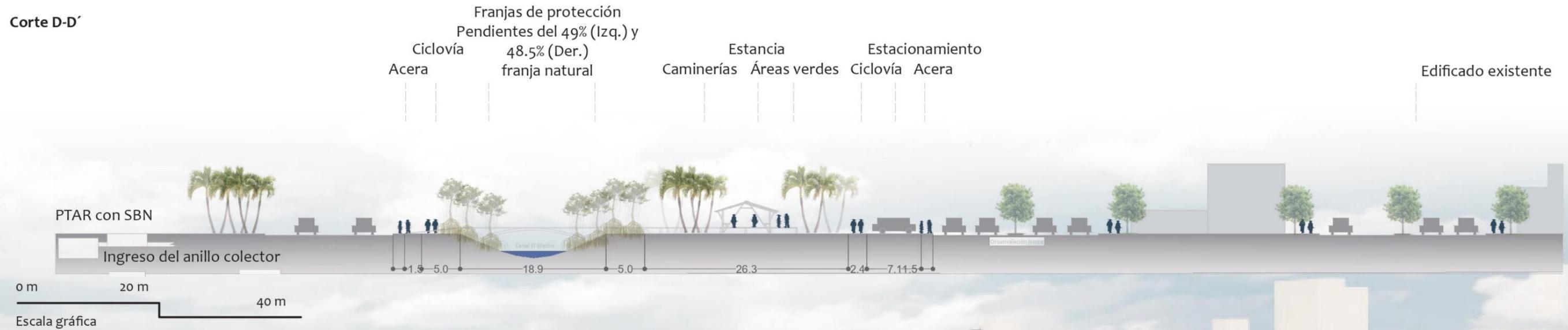
CONTENIDO: PLANTA NODO 4

ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

ANEXO:

Axonometría y Corte del Nodo 4

Corte D-D'



Actividades a realizarse

- Ciclismo**
 En la red de ciclovías
- Áreas verdes**
 Distribuidas a lo largo del nodo
- Huertos urbanos**
 A lo largo del nodo donde el usuario puede acceder
- Estancia**
 En puntos estratégicos del nodo para el reposo del usuario
- Eje comercial**
 Con función gastronómicas
- PTAR**
 Con SBN para tratar las aguas residuales
- Caminerías**
 Que cruza todo el nodo y el canal

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
 CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Ikiam
 Universidad Regional Amazónica

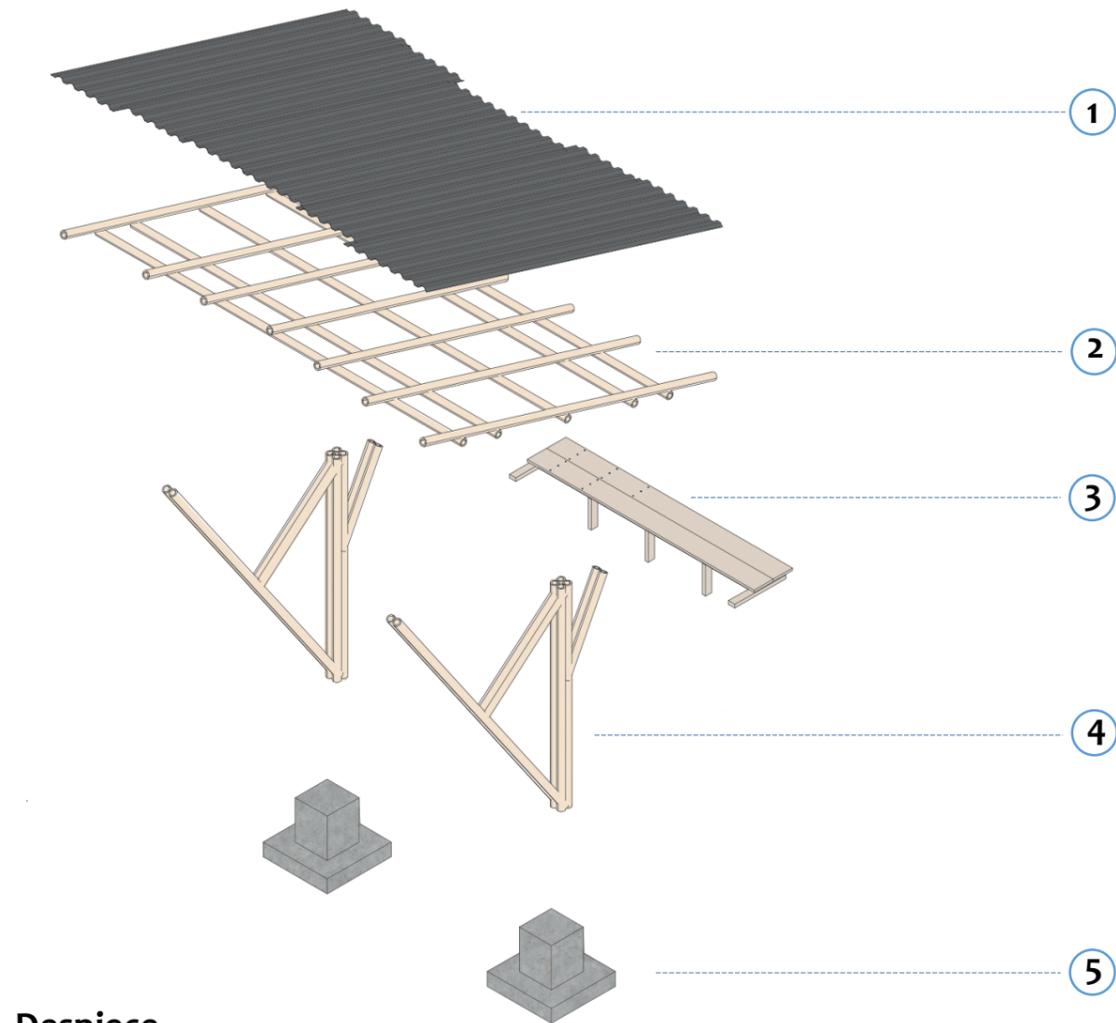
Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
 master plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
 Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO: AXONOMETRÍA Y CORTE	ANEXO: 37
ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

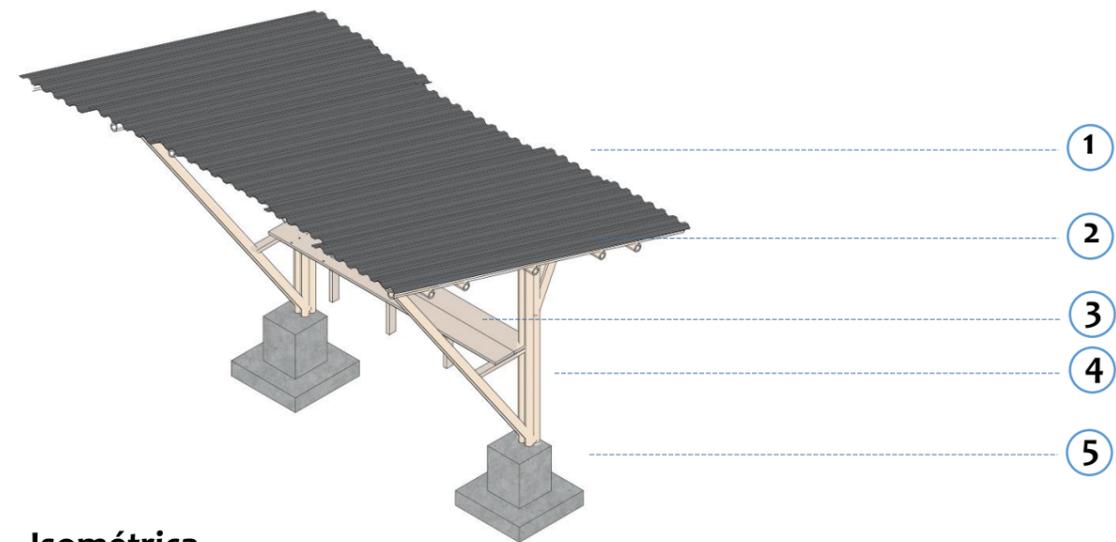
Render del Nodo 4



Propuesta de mobiliario 1 / Zona de estancia



Despiece

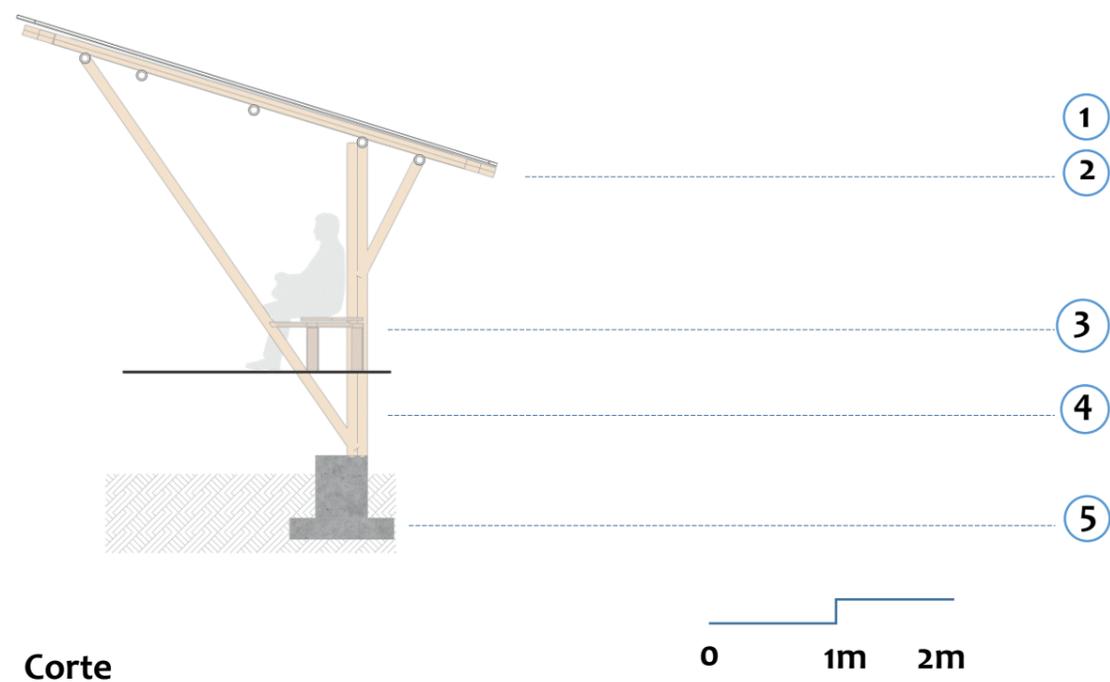
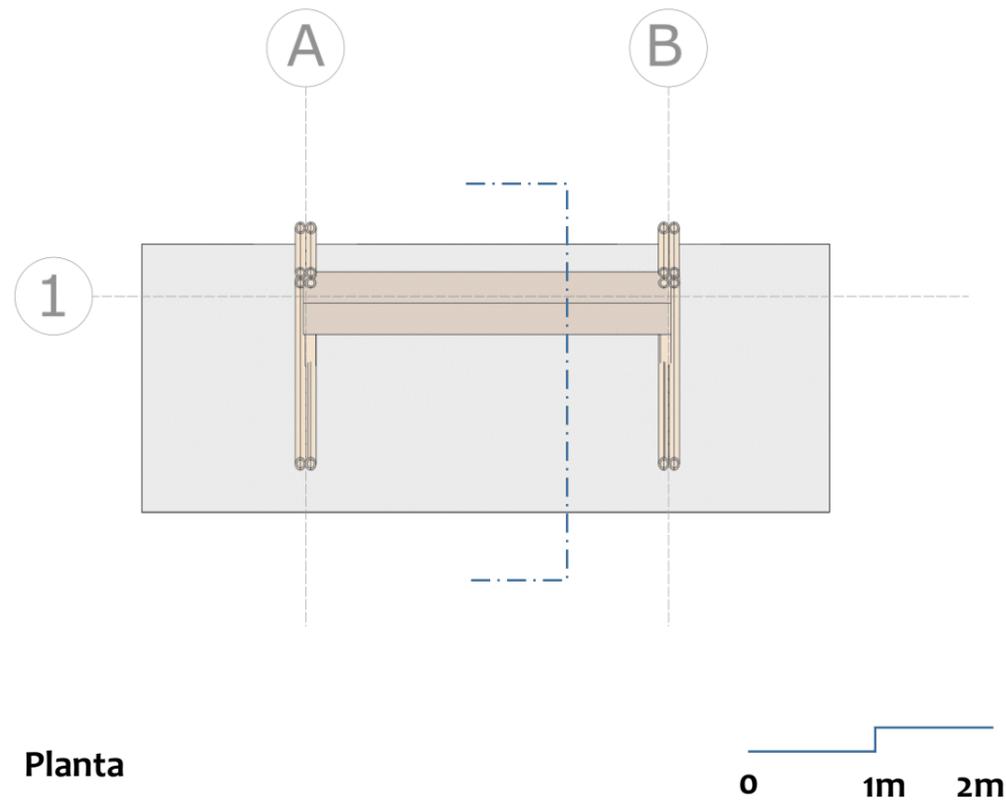


Isométrica

1. Rooftec
2. Armado de bambú para sostener la cubierta (diámetro del bambú de 10cm)
3. Banca de madera
4. Pilotes de bambú con diámetro de 15 cm (los refuerzos diagonales es bambú de 12 cm de diámetro)
5. Plintos de cimentación de hormigón armado

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: MOBILIARIO 1	ANEXO: 39
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

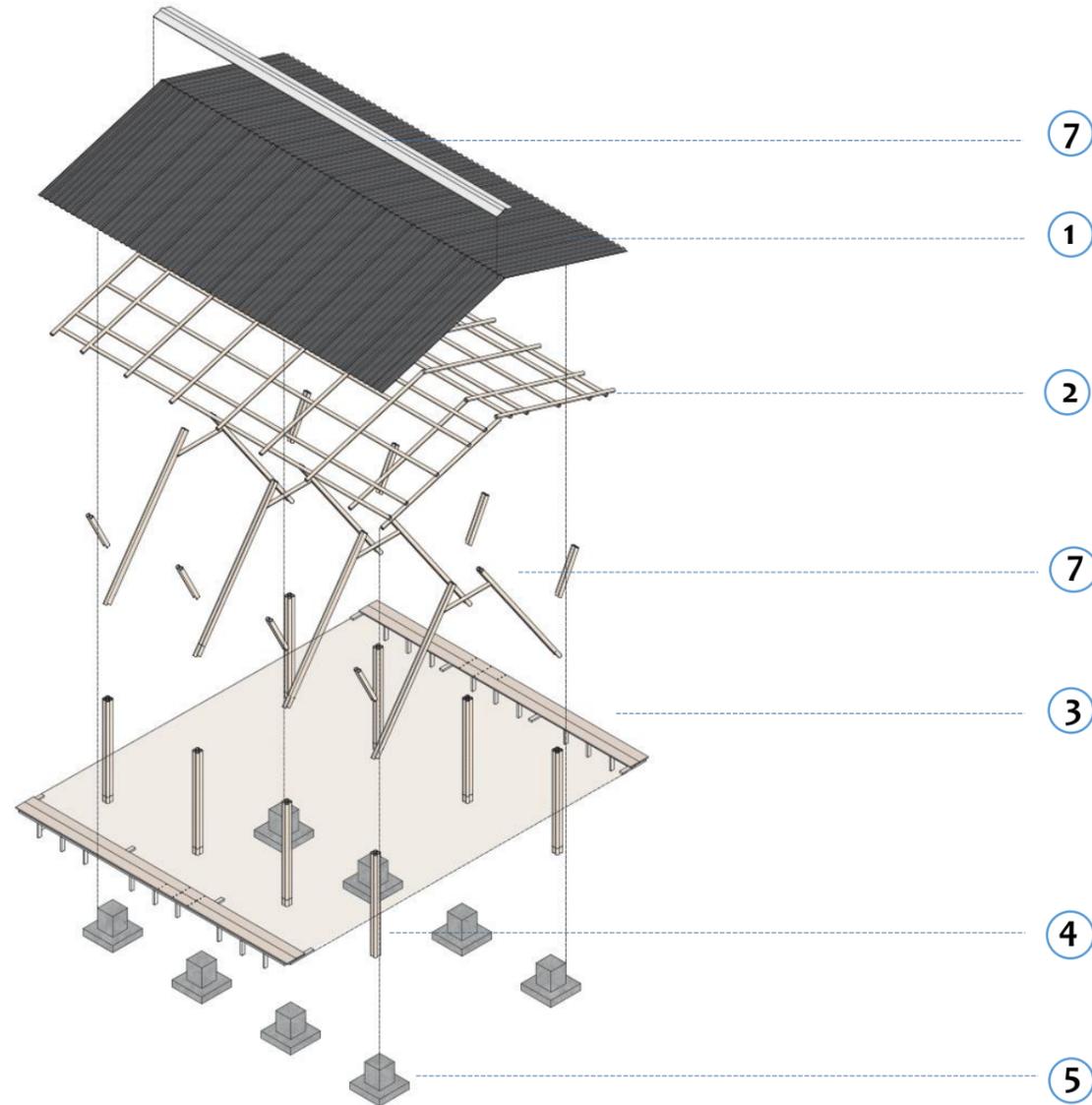
Propuesta de mobiliario 1 / Zona de estancia



1. Rooftec
2. Armado de bambú para sostener la cubierta (diámetro del bambú de 10cm)
3. Banca de madera
4. Pilotes de bambú con diámetro de 15 cm (los refuerzos diagonales es bambú de 12 cm de diámetro)
5. Plintos de cimentación de hormigón armado

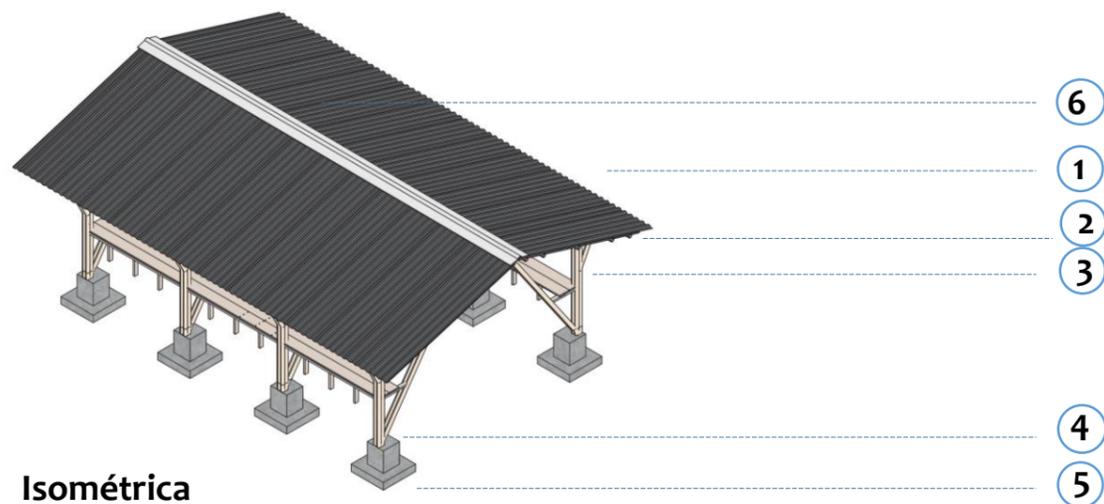
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: MOBILIARIO 1	ANEXO: 40
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de mobiliario 2 / Zona de estancia mayor



1. Rooftec
2. Armado de bambú para sostener la cubierta (diámetro del bambú de 10cm)
3. Banca de madera
4. Pilotes de bambú con diámetro de 15 cm
5. Plintos de cimentación de hormigón armado
6. Cumbbrero galvanizado
7. Refuerzo estructural tipo triángulo de bambú de 12 cm de diámetro

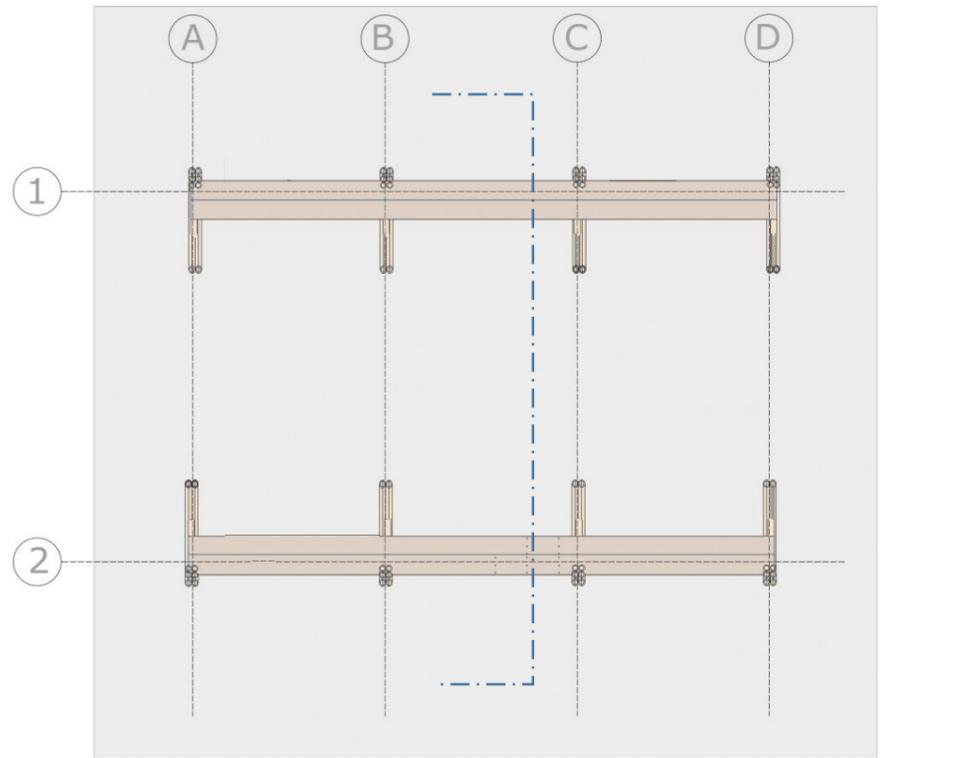
Despiece



Isométrica

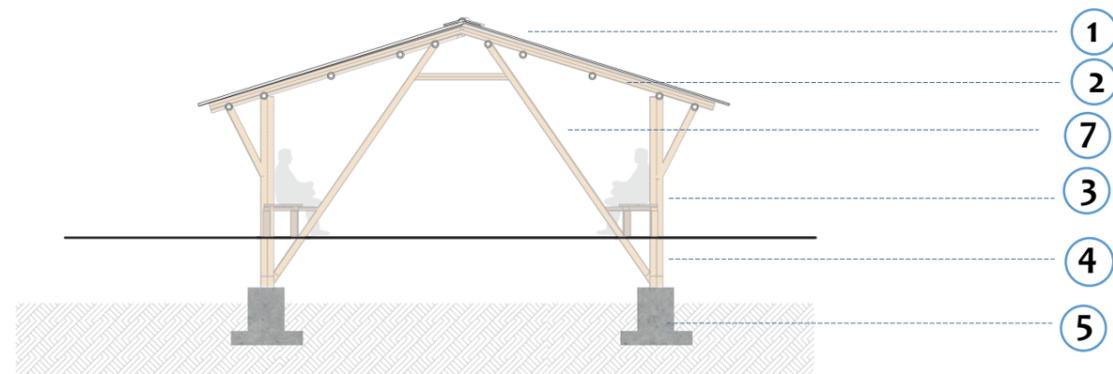
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
 Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO:	ANEXO:
		MOBILIARIO 2	41
ESTUDIANTE:		BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de mobiliario 2 / Zona de estancia mayor



Planta

0 1m 2m



Corte

0 1m 2m

1. Rooftec
2. Armado de bambú para sostener la cubierta (diámetro del bambú de 10cm)
3. Banca de madera
4. Pilotes de bambú con diámetro de 15 cm (los refuerzos diagonales es bambú de 12 cm de diámetro)
5. Plintos de cimentación de hormigón armado
6. Cumbrero galvanizado
7. Refuerzo estructural tipo triángulo de bambú de 12 cm de diámetro

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

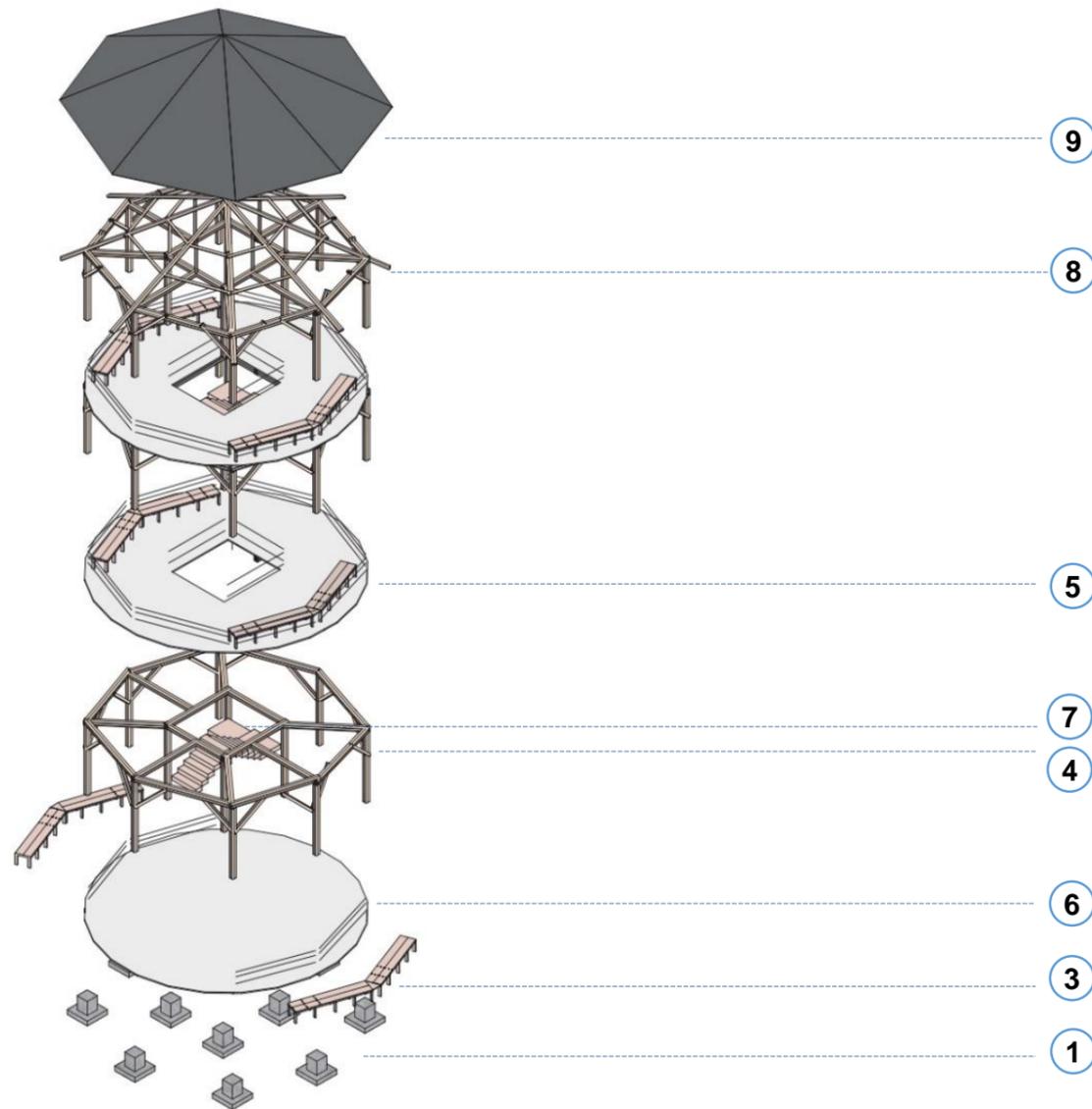
CONTENIDO:
MOBILIARIO 2

ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

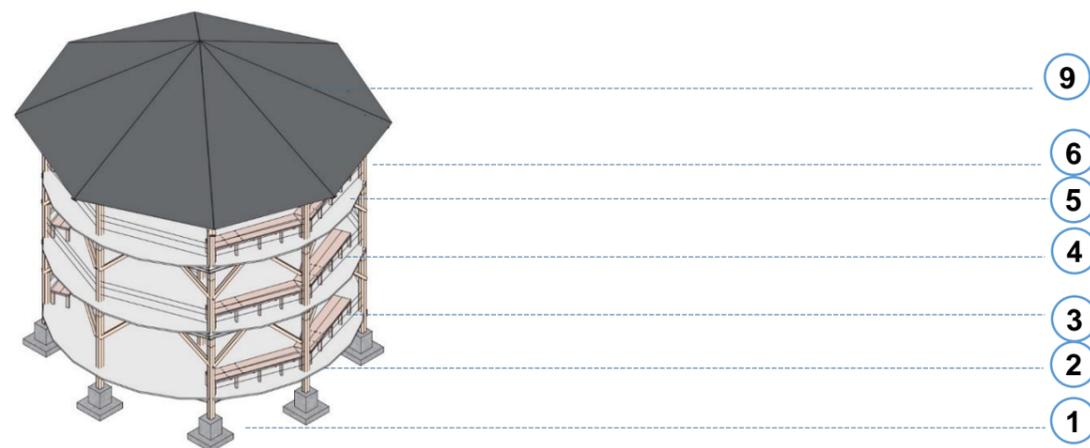
ANEXO:

42

Propuesta de mobiliario 3 / Mirador



Despiece

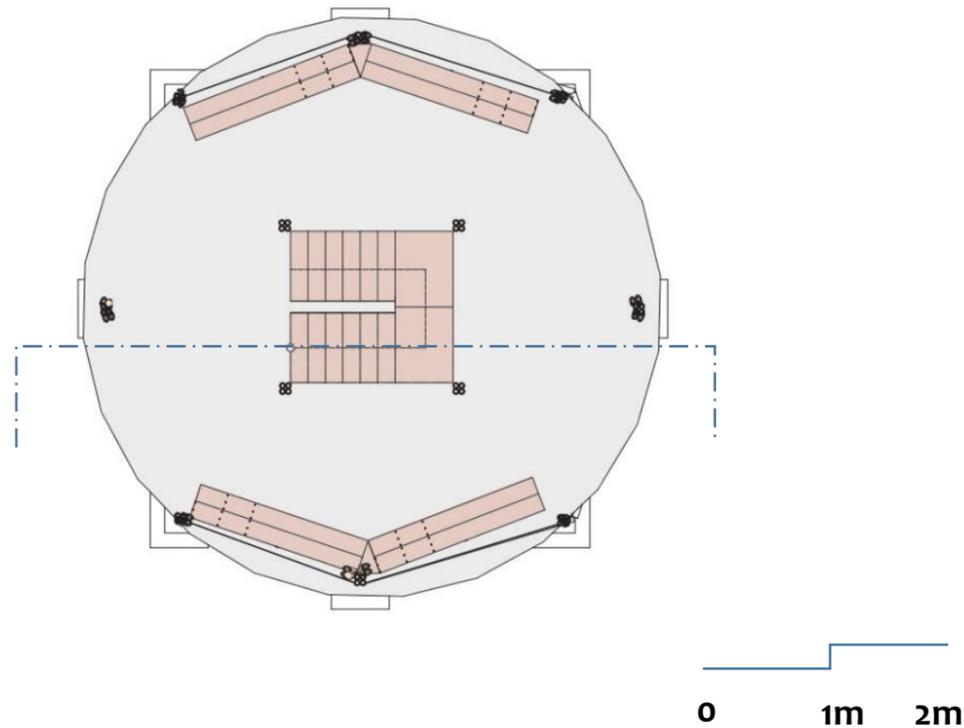


Isométrico

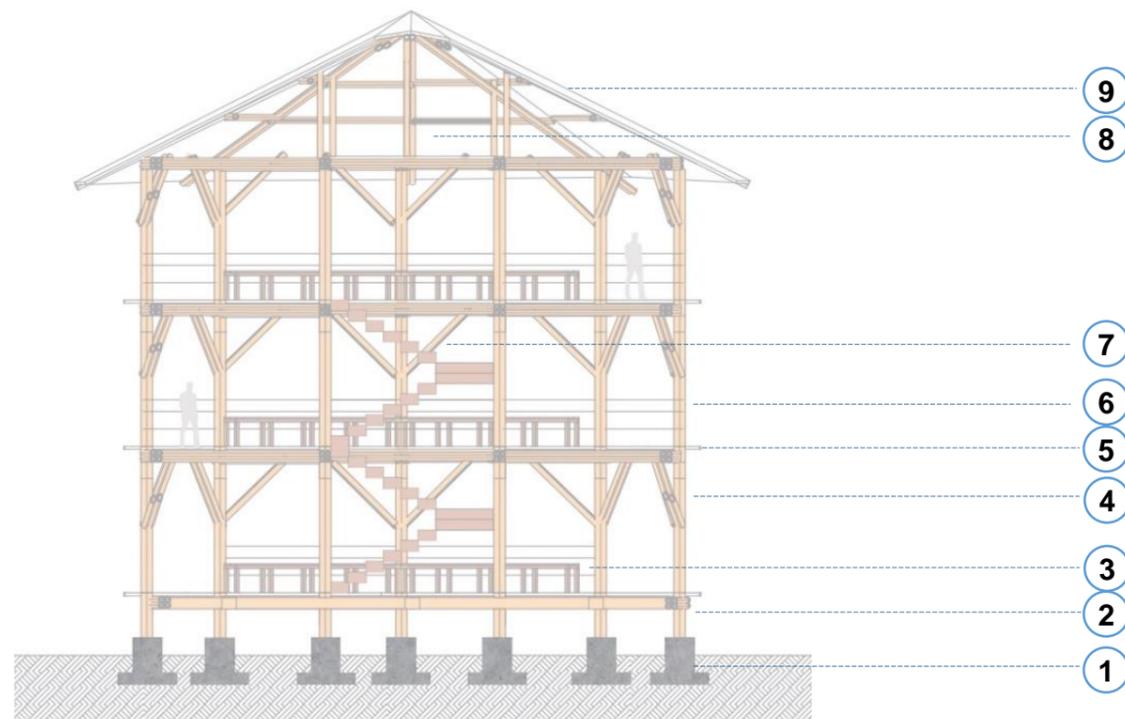
1. Plinto de cimentación de hormigón armado
2. Columnas de bambú de 15 cm de diámetros con armado de 4 bambús por cada columna
3. Bancas de madera
4. Refuerzo triangular para las vigas de bambú de 12 cm de diámetro
5. Piso de madera de 8 cm de espesor
6. Alambre reforzado
7. Escalera de madera
8. Armado de bambú de 10 cm para sostener la cubierta
9. Rooftec

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: MOBILIARIO 3	ANEXO: 43
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de mobiliario 3 / Mirador



Planta

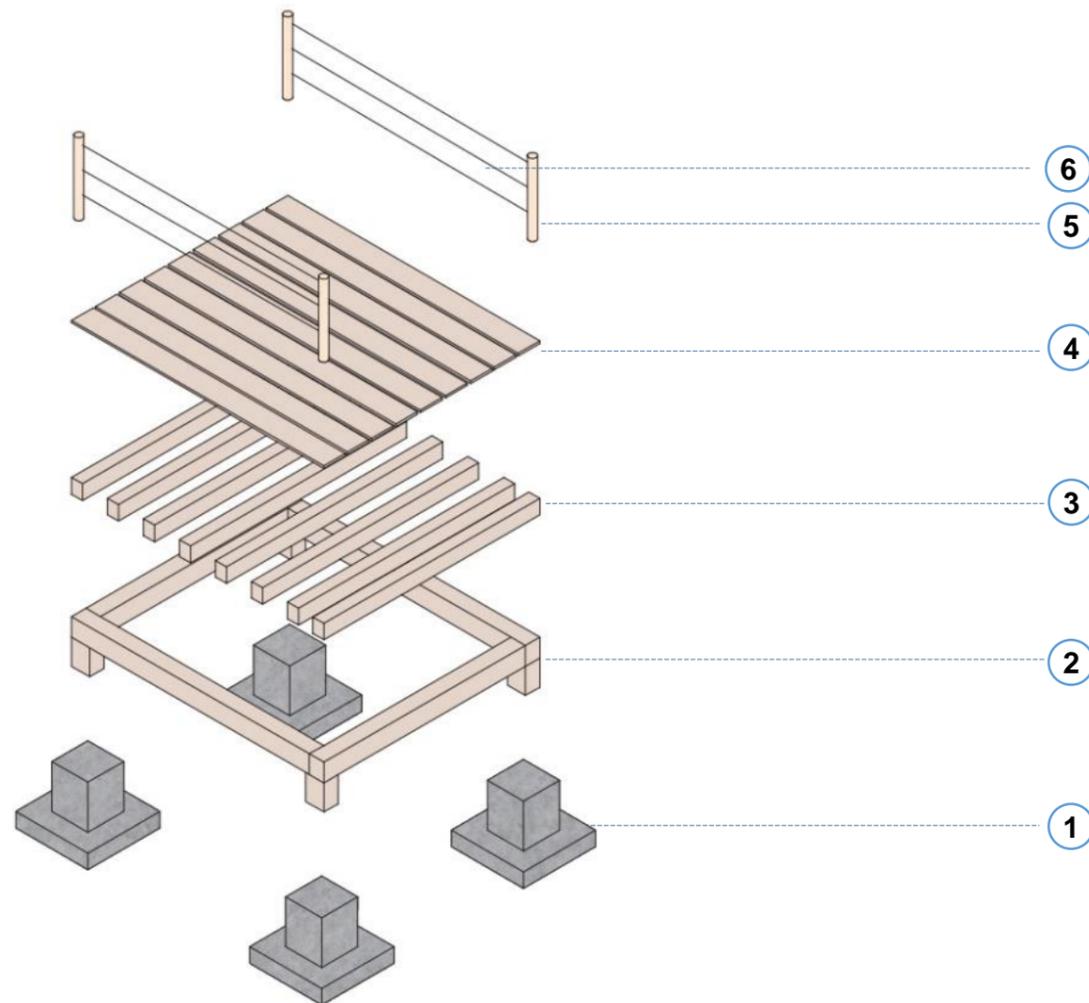


Corte

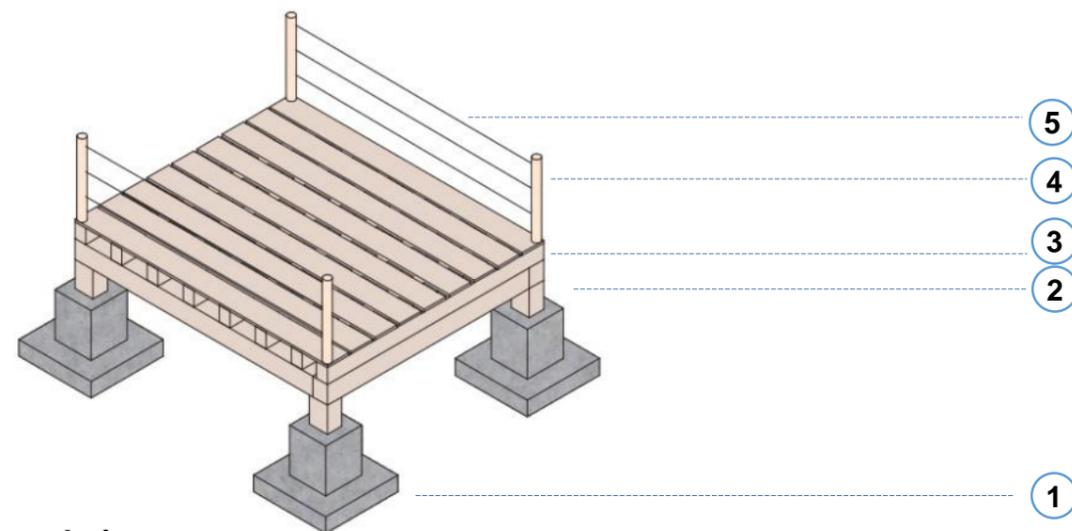
1. Plinto de cimentación de hormigón armado
2. Columnas de bambú de 15 cm de diámetros con armado de 4 bambús por cada columna
3. Bancas de madera
4. Refuerzo triangular para las vigas de bambú de 12 cm de diámetro
5. Piso de madera de 8 cm de espesor
6. Alambre reforzado
7. Escalera de madera
8. Armado de bambú de 10 cm para sostener la cubierta
9. Rooftec

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: MOBILIARIO 3	ANEXO: 44
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de mobiliario 4 / Caminería



Despiece

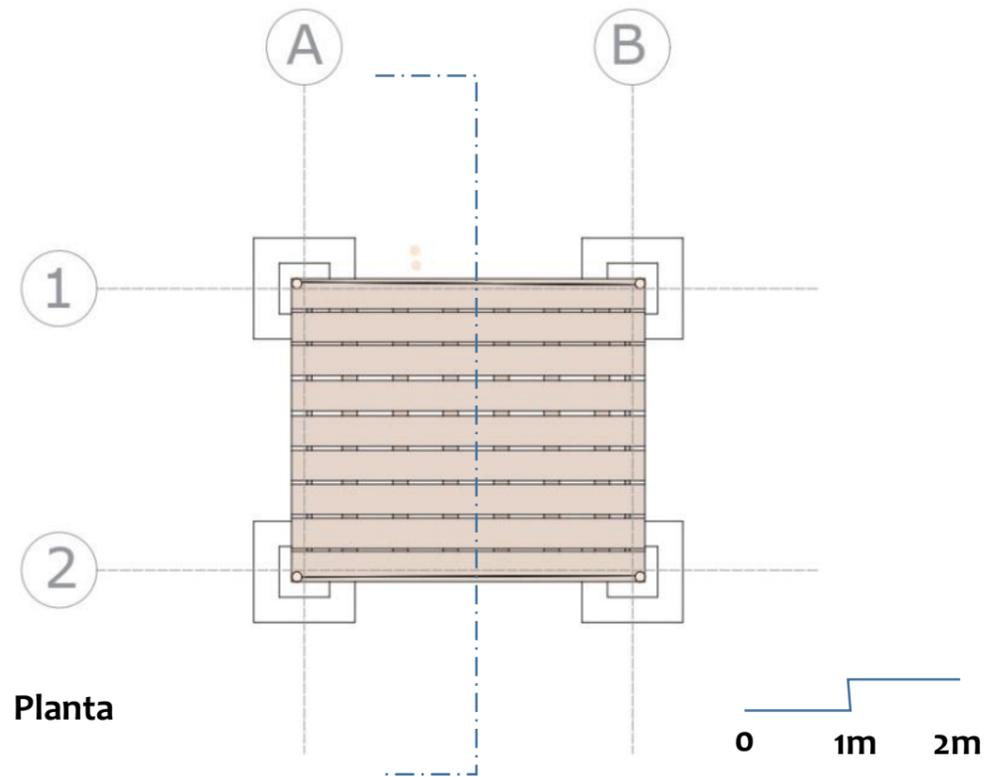


Isométrico

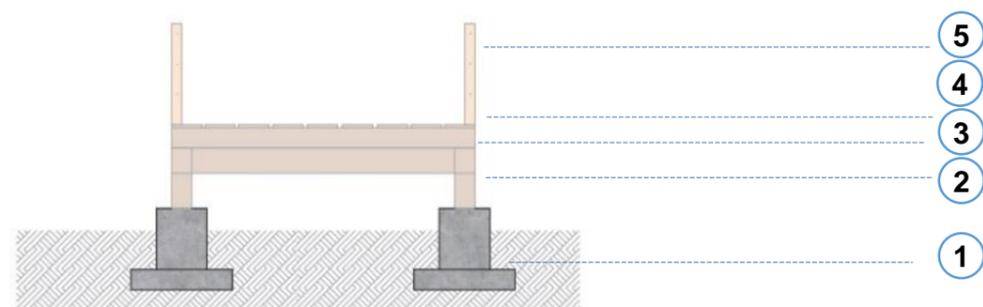
1. Plinto de cimentación de hormigón armado
2. Viga de madera de 20 x 20 centímetros
3. Correas de madera de 12 x 8 centímetros
4. Tablas de madera de 3 x 20 centímetros
5. Tubo galvanizado de 5 cm de diámetro
6. Alambre reforzado

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
		CONTENIDO: MOBILIARIO 4	ANEXO: 45
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de mobiliario 4 / Caminería



Planta



Corte

1. Plinto de cimentación de hormigón armado
2. Viga de madera de 20 x 20 centímetros
3. Correas de madera de 12 x 8 centímetros
4. Tablones de madera de 3 x 20 centímetros
5. Tuvo galvanizado de 5 cm de diámetro
6. Alambre reforzado

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:

MOBILIARIO 4

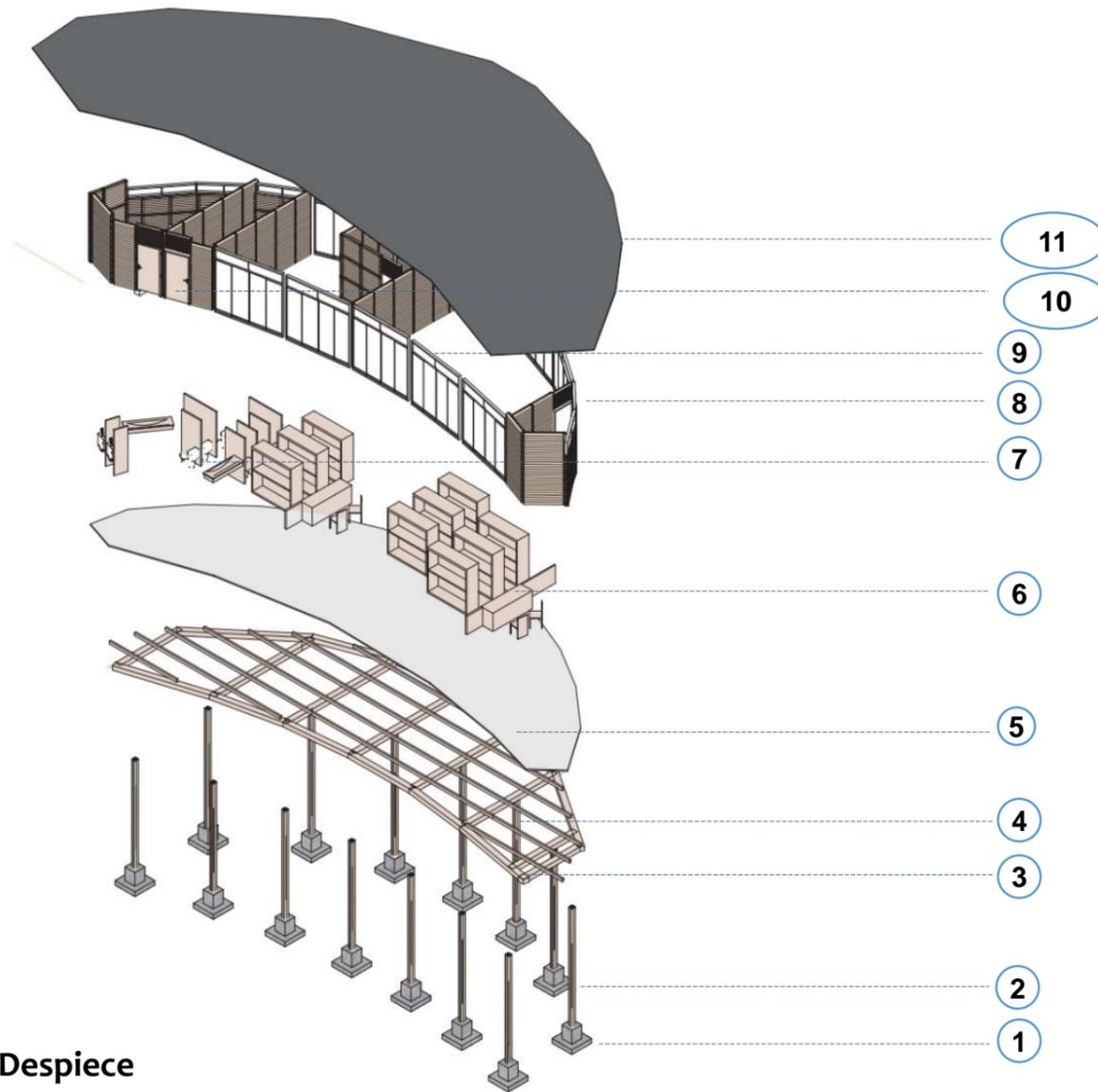
ESTUDIANTE:

BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

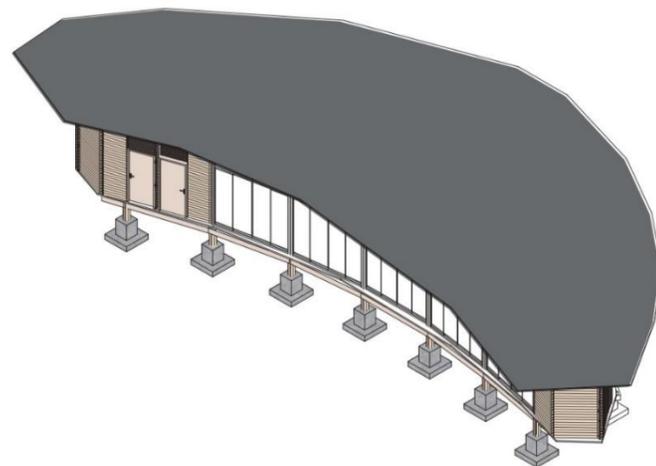
ANEXO:

46

Propuesta de equipamiento comercial 5



Despiece

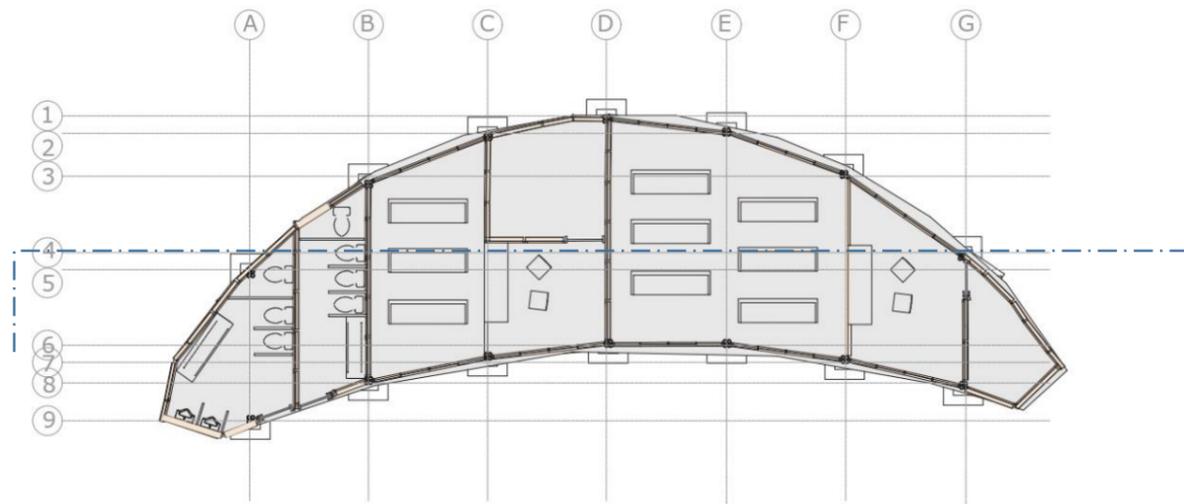


Isométrico

1. Plinto de cimentación de hormigón armado
2. Armado de 4 bambús de 15 cm de diámetro como columnas
3. Viga de madera de 20 x 20 cm
4. Correas de madera de 8 x 12 cm
5. Piso de madera de 5 cm espesor
6. Mobiliario
7. Mobiliario baños
8. Paredes de bambú de 10 cm de diámetro
9. Muro cortina de vidrio
10. Puertas de madera de 1 m de ancho
11. Rooftec

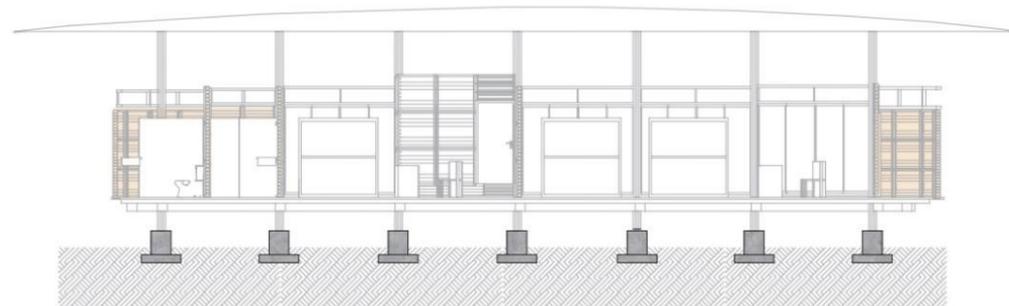
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
 		CONTENIDO: MOBILIARIO 5	ANEXO: 47
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	

Propuesta de equipamiento comercial 5



Planta

2m
0 1m



Corte

2m
0 1m

UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE



Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del
máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios
Rayito de luz y Viviendas populares en Machala

CONTENIDO:
MOBILIARIO 5

ESTUDIANTE:
BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE

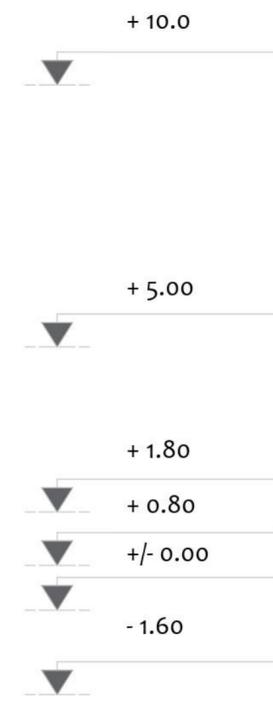
ANEXO:

48

Corte tipo



- 1 Terreno natural
- 2 Mejoramiento del suelo con piedra bola
- 3 Plinto de hormigón armado
- 4 Viga de madera de 0.25 m de espesor
- 5 Tabla de madera de 0.04 m de espesor
- 6 Tubo galvanizado de 0.10 de diámetro y 1 m de alto como soporte para el alambre tensor
- 7 Tapa para la caja de almacenaje de las aguas lluvias de 0.10 m de espesor de hormigón armado
- 8 Pared de hormigón armado de 0.9 m de espesor
- 9 Tubo de 4" PVC pendiente del 2%
- 10 Replanteo de concreto pobre
- 11 Hormigón armado
- 12 Poste de luz de 10 m de alto con dos luminarias led de 200W anclado con pernos a placa metálica de 0.45 m de lado y 0.04 de espesor
- 13 Retiro de 3 metros
- 14 Asfalto de 2.4 m de ancho y 0.05 m de espesor
- 15 Capa asfáltica para la calle de 0.05 m de espesor
- 16 Plinto de hormigón armado de contención
- 17 Plinto de hormigón armado de contención
- 18 Cuneta de hormigón armado de 0.10 m espesor y 0.30 m de ancho con pendiente del 2%
- 19 Edificaciones
- 20 Espacio de almacenaje de la agua lluvia
- 21 Hidrante para regar las áreas verdes y huertos urbanos



UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM CARRERA DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE		Regeneración urbana paisajística mediante la elaboración del máster plan para el canal "El Macho" en el tramo de los barrios Rayito de luz y Viviendas populares en Machala	
Ikiam Universidad Regional Amazónica		CONTENIDO: CORTE TIPO	ANEXO: 49
		ESTUDIANTE: BRYAN ELIÚ RODRÍGUEZ CALLE	