

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE JARDINES
POLINIZADORES EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

LUZ JAZMIN OCHOA BALBOA

LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	TSP-22 OCHOA BALBOA JAZMIN-versión PlagScan.docx (D158917530)
Submitted	2/17/2023 4:50:00 PM
Submitted by	Sofia Jesus Flores Vivar
Submitter email	sofiaflores@lamolina.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	sofiaflores.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2990/P01-Q8-T.pdf?sequence=1... Fetched: 2/17/2023 4:53:00 PM		3
W	URL: https://promotepollinators.org/wp-content/uploads/sites/507/2019/11/abejas-polinizadoras-ebook... Fetched: 7/25/2020 4:30:58 PM		3
W	URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4021796.pdf Fetched: 2/17/2023 4:50:00 PM		1
W	URL: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/357233/ARQUE%20TFM.pdf?sequence=1 Fetched: 3/21/2022 3:08:34 PM		1
SA	3.-LEON Y PERALTA T3.docx Document 3.-LEON Y PERALTA T3.docx (D140264331)		4
W	URL: http://www.bioline.org.br/pdf/cg09096#:~:text=Los%20insecticidas%20aplicados%20en%20el,la%20ca... Fetched: 2/17/2023 4:51:00 PM		1
SA	REVISIÓN URKUND Tesis Selena Sanchez.pdf Document REVISIÓN URKUND Tesis Selena Sanchez.pdf (D145563075)		1
W	URL: https://www.archdaily.pe/pe/985163/las-10-ciudades-con-mas-poblacion-de-latinoamerica Fetched: 2/17/2023 4:51:00 PM		1
W	URL: https://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/guia_polinizadores_ma... Fetched: 7/13/2022 1:37:02 AM		1
SA	SOLIS CHANGO KAREN NICOLE.docx Document SOLIS CHANGO KAREN NICOLE.docx (D47132510)		1
W	URL: https://www.redalyc.org/journal/449/44959684007/html/ Fetched: 7/14/2021 2:37:03 AM		1
W	URL: http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3875/00000114TM.pdf?sequence=1&isAllowed=yMayorga Fetched: 2/17/2023 4:52:00 PM		1
W	URL: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13584/TCC%20JULIA%20VERS%C3%83O%20SECRET... Fetched: 2/17/2023 4:53:00 PM		1
W	URL: https://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/decumanus/article/download/5253/6827 Fetched: 12/16/2022 7:28:03 PM		2

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE JARDINES POLINIZADORES EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA”

LUZ JAZMIN OCHOA BALBOA

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....

Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio

PRESIDENTE

.....

Ing. Mg. Sc. Sofía Jesús Flores Vivar

ASESOR

.....

Ing. Mg. Sc. German Elías Joyo Coronado

MIEMBRO

.....

Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Melchor Jaulis Cancho

MIEMBRO

Lima- Perú

2023

A mi madre, por su incansable apoyo y sacrificio a lo largo de este camino y por enseñarme que nunca es tarde para seguir cumpliendo mis metas. A mi padre, por brindarme la oportunidad del crecimiento profesional. Y a mis hermanos José y Eduardo por ser mi fuente de motivación para su propio crecimiento profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

A mis padrinos Florian y Aurelia, por todo su apoyo moral, por sus buenos consejos y por enseñarme que en la vida siempre hay dificultades y estas solo pueden solucionarse mirando y caminando hacia adelante, porque siempre tendremos oportunidad para ser feliz.

A mis tíos(as) y primos(as), cuyos buenos deseos siempre me inspiraron a seguir adelante.

A mis amigos, y aunque no se los dije, su apoyo incondicional y buenos ánimos durante mi periodo de lesión me ayudaron a seguir luchando y finalizar mi carrera, gracias por todas las experiencias. ¡Los Quiero!

A la Ing. Sofia Flores, por su apoyo profesional en la revisión del presente trabajo.

A quien continúa apoyándome en esta aventura, recordándome lo que valgo y lo que puedo lograr si me lo propongo y que para Dios "los tiempos son perfectos".

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivo(s) Especifico(s)	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 ÁREAS VERDES URBANAS	4
2.2 IMPORTANCIA DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS	4
2.3 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS GENERADOS POR EL VERDE URBANO	6
2.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ESPACIOS VERDES URBANOS EN LIMA METROPOLITANA	8
2.5 PRINCIPALES FACTORES LIMITANTES EN EL DESARROLLO DE ESPACIOS VERDES URBANOS EN LIMA METROPOLITANA	11
2.5.1 Disponibilidad de agua en Lima Metropolitana	12
2.5.2 Inadecuada selección de especies en las áreas verdes	13
2.5.3 Participación ciudadana en la gestión pública y/o privada	14
2.6 DESARROLLO DE ESPACIOS VERDES SOSTENIBLES EN LIMA METROPOLITANA.....	16
2.6.1 Jardines polinizadores	16
2.6.2 Fauna polinizadora	19
2.6.3 Criterios agronómicos para la correcta selección de especies ornamentales en el desarrollo de jardines polinizadores	22
III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	26
3.1 INFORMACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	26
3.1.1 Datos del proyecto de paisajismo.....	26
3.1.2 Periodo de implementación	27
3.1.3 Presupuesto de inversión.....	28
3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO DE PAISAJISMO EN SAN ISIDRO - LIMA.....	28
3.2.1 Descripción de componentes del proyecto de paisajismo.....	28

3.2.2	Diseños en plano del proyecto de paisajismo.....	34
3.2.3	Implementación de jardín polinizador en el proyecto de paisajismo	36
3.2.4	Implementación de sistema de riego automatizado en el proyecto de paisajismo.....	40
3.3	MANEJO AGRONÓMICO EN EL MANTENIMIENTO DEL JARDÍN POLINIZADOR.....	49
3.3.1	Deshierbe o desmalezado	49
3.3.2	Desahije y propagaciones vegetativas.....	50
3.3.3	Riego	51
3.3.4	Podas	52
3.3.5	Corte de césped	53
3.3.6	Aplicaciones fitosanitarias	53
3.3.7	Aireación	54
3.4	COMPARACIÓN DE JARDINES POLINIZADORES FRENTE A JARDINES CONVENCIONALES EN EL VERDE URBANO DE LIMA METROPOLITANA	55
IV.	CONCLUSIONES	60
V.	RECOMENDACIONES.....	61
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
VII.	ANEXOS	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Espacios considerados como áreas verdes en la ciudad de Lima.....	9
Tabla 2. Fuentes de agua para riego de áreas verdes públicas (hm ³ /año).....	12
Tabla 3. Listado inicial de plantas propuestas para el desarrollo de jardines polinizadores al 100% en el proyecto Plaza y Playa Choquehuanca.....	30
Tabla 4. Valores obtenidos de la evapotranspiración de referencia (Eto) mensual.....	42
Tabla 5. Rangos de factor ks en base al requerimiento hídrico de la planta.	43
Tabla 6. Rangos de factor densidad (kd).	43
Tabla 7. Rangos de factor microclima (kmc).	44
Tabla 8. Valores del coeficiente del jardín (Kj) en base a los factores de especie ornamental (ks), densidad (kd) y microclima (kmc).	45
Tabla 9. Evapotranspiración máxima del jardín.....	46
Tabla 10. Parámetros en el diseño de riego.....	46
Tabla 11. Costo de mantenimiento básico mensual (en soles) en 800 m ² de césped americano (área verde convencional).....	56
Tabla 12. Costo de mantenimiento básico mensual (en soles) en 800 m ² de jardín polinizador.	57
Tabla 13. Presencia de fauna polinizadora observada en proyecto Plaza y Playa Choquehuanca.	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de área verde por habitante en los distritos de Lima Metropolitana...	10
Figura 2. Vista actual a través de Google Earth del parque Puruchuco (distrito de Ate), área verde con vegetación deteriorada.	11
Figura 3. Presencia de área verde en berma de alto tránsito vehicular ubicado en el by pass de la carretera Central (distrito de Ate).	11
Figura 4. Área verde con presencia de macizos en "bola" de <i>Tecomaria capensis</i> y pérdida de material vegetal empleado como cubre suelo <i>Aptenia cordifolia</i>	13
Figura 5. Modelo de análisis del ecosistema urbano.	15
Figura 6. Área verde de espacio reducido con presencia de césped americano.	17
Figura 7. Paleta vegetal para <i>Rosmarinus officinalis</i> (N° 2) en la conformación de macizos vegetales.	18
Figura 8. Polinización melitofilia en <i>Salvia leucantha</i> de corola más cerrada.....	20
Figura 9. Polinización melitofilia en <i>Aptenia cordifolia</i> de corola más abierta.	21
Figura 10. Traslapo de floración y desarrollo de follaje en <i>Salvia leucantha</i> y <i>Russelia equisetiformis</i>	25
Figura 11. Ubicación del proyecto (área enmarcada en un círculo) según zonificación de uso de suelo, zona de reglamentación especial (Municipalidad de San Isidro, 2022).	26
Figura 12. Sectorización del Proyecto Choquehuanca- Maristas: A. Plaza Choquehuanca. B. Playa Choquehuanca.	27
Figura 13. Mecanismo de palanca específico del género <i>Salvia</i>	31
Figura 14. <i>Carpobrotus edulis</i> (color magenta) designados a los jardines del estacionamiento de la zona Playa Choquehuanca.	34
Figura 15. Formación de macizos con (A) <i>Penninsetum setaceum</i> , (B) <i>Penninsetum setaceum (rubrum)</i> , (C) <i>Salvia leucantha</i> , (D) <i>Rosmarinus officinalis</i> y (E) <i>Aptenia cordifolia</i> , según orden de disposición de atrás hacia adelante respectivamente.....	35
Figura 16. Formación de macizos sección de Plaza Choquehuanca con integración de componentes rocosos (manchas rosas).	35
Figura 17. A. Presencia de terrones y suelo sin nivelación en sector Plaza. B. Nivelación de terreno en sector Playa. C. Nivelación en sector Plaza. D. Retiro de tierra excedente durante el proceso de nivelación, considerando una diferencia de altura de 5 cm por debajo del piso	

terminado.....	36
Figura 18. A y B. Trazos de diseño en terreno del sector Playa. C y D. Trazos de diseño en terreno del sector Plaza.....	37
Figura 19. A y B. Disposición de plantas en sector Plaza. C y D. Disposición de plantas en sector Playa.....	38
Figura 20. A, B, C y D. Siembra de tepes o champas de césped americano en sector Plaza. E. Siembra de plantas en sector Playa. F, G y H. Siembra de plantas en sector Plaza.....	40
Figura 21. Sectorización del sistema de riego por goteo en 3 turnos de riego.....	47
Figura 22. Distribución de válvulas en riego por aspersión en Plaza Choquehuanca.	48

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Volumen de agua empleada para el riego de áreas verdes públicas de cada distrito de Lima Metropolitana.	74
Anexo 2. Estado de Conservación de Parques.	75
Anexo 3. Sectorización del Proyecto Plaza (A) y Playa (B) Choquehuanca.	76
Anexo 4. Gantt o Cronograma de trabajo.....	77
Anexo 5. Formación de macizos en sectores Plaza y Playa Choquehuanca.	78
Anexo 6. Incorporación de congomas en sectores de Plaza y Playa Choquehuanca (macizos de color amarillo).	79
Anexo 7. Determinación de la Eto obtenidos del software CROPWAT 8.0	80
Anexo 8. Precipitación efectiva mediante el empleo del software CROPWAT 8.0.....	81
Anexo 9. Fichas técnicas.	82

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe un listado de especies ornamentales empleadas en base a la experiencia adquirida en la realización de proyectos de paisajismo, enfocado en el desarrollo de jardines polinizadores, de manera que contribuyan al incremento de los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad del paisaje urbano en Lima Metropolitana. Este tipo de jardines se realizó en el distrito de San Isidro, Lima, juntamente con la Inmobiliaria San Silvestre S.A.C., entre el periodo de marzo de 2021 a febrero de 2022, a partir de la recopilación de información agronómica relacionada sobre el requerimiento hídrico y edafológico de la vegetación, resistencia al ataque de plagas, tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, periodo de floración de las especies ornamentales, atracción de polinizadores, entre otros. Se presenta el detalle de las actividades realizadas desde la formulación del proyecto en base al área mostrada in - situ, diseños en plano, nivelación de terreno, topografía y trazado, abonamiento, suministro e instalación de plantas hasta el posterior mantenimiento del área verde. En el ejercicio profesional, también, se realizó el desarrollo del proyecto de riego tecnificado por goteo y aspersión en base al requerimiento de las plantas presentes en el área. Se expone también un comparativo en el desarrollo de espacios verdes con jardines polinizadores y áreas verdes convencionales en Lima Metropolitana. La implementación de jardines polinizadores permitió analizar, gestionar y desarrollar una propuesta técnica viable en el desarrollo de áreas verdes no convencionales, negociando futuros acuerdos económicos para la realización de proyectos de paisajismo con la Inmobiliaria San Silvestre S.A.C. Este documento aporta información en la formulación de proyectos más sostenibles para la mejora del paisaje urbano de Lima, los cuales son también una alternativa viable para combatir la pérdida de biodiversidad del ecosistema urbano.

Palabras claves: polinización, servicio ecosistémico, entomofauna, paisaje urbano

ABSTRACT

The document provides a list of ornamental species for the development of pollinator gardens, as they contribute to the increase of ecosystem services and the sustainability of the urban landscape in Metropolitan Lima. The species selection was based on the professional experience acquired by carrying out various landscaping projects. This type of gardens was carried out, between March 2021 and February 2022, in the district of San Isidro - Lima, together with the construction company San Silvestre S.A.C. The project based its activities on the collection of agronomic information related to the water and soil requirements of the vegetation, resistance to diseases and pests, plant growth rate and development, flowering period of ornamental species, pollinators attraction, among others. This study presented the activities carried out for the implementation of the pollinator gardens that goes from the formulation of the project (based on in situ - plan designs, land leveling, topography and layout), the supply, installation and fertilization of plants, to their subsequent maintenance. During this professional experience, activities related to the implementation of the irrigation (drip and sprinkler systems) was also carried out to meet the growth requirements of the selected plants. After a comparative analysis between the pollinator gardens and conventional green areas in Metropolitan Lima, the implementation of pollinator gardens resulted in a more feasible technical proposal for the development of sustainable urban green areas, which also promoted negotiations for the development of sustainable landscaping projects in collaboration with the company San Silvestre S.A.C. This document provides information on the formulation of more sustainable projects to improve the urban landscape of Lima, which are also a viable alternative to combat the loss of biodiversity in the urban ecosystem.

Key words: pollination, ecosystem service, entomofauna, urban landscape

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

Es de conocimiento que la implementación de áreas verdes en zonas urbanas trae consigo beneficios sociales, económicos, ecológicos y ambientales, y la tendencia al desarrollo de infraestructuras verdes está en función al uso público y estético, con un carácter social evidente. De La Barrera et al. (2016), mencionan que el incremento de estos beneficios está en función a la cantidad, calidad y accesibilidad de las áreas verdes, sin embargo, existe una marcada desigualdad en la distribución de los espacios verdes producto de la ausencia de indicadores específicos que evalúen el contexto urbano en el que se desarrollan. En Lima Metropolitana se debe considerar que la formación de paisajes urbanos está en relación con las condiciones socioeconómicas de los habitantes, generando una estratificación socioespacial de la ciudad, presentándose mayor desarrollo, accesibilidad y conservación de espacios verdes en distritos con mayor ingreso económico.

La ausencia de formación de espacios verdes sustentables y sostenibles, ha generado incertidumbre en el equilibrio del ecosistema, desligando lo natural de lo social y urbano. Según Neckel et al. (2009), en la actualidad la degradación generada en el ambiente se ve fuertemente ligada al mal uso por ocupación y manejo del recurso suelo, como, por ejemplo: el crecimiento urbano sin previa planificación y habilitación o la formación de espacios limitantes para el desarrollo del área verde que afecta de manera directa en la calidad de vida de las personas.

Lima metropolitana ocupa el sexto puesto de las ciudades más pobladas de América Latina (Dejtjar, 2022), con una población proyectada al 2022 (en base al último Censo de 2017) de 11008.5 personas (Compañía Peruana de Estudios de mercados y Opinión Pública [CPI], 2022). La expansión de la ciudad continua, sin embargo, la cobertura vegetal en la urbe no muestra el mismo ritmo creciente. Lima Metropolitana cuenta con un promedio de 3.1 metros cuadrados de área verde por habitante (m^2/hab - Instituto Metropolitano de Planificación [IMP], 2021), frente a lo recomendado por la Organización Mundial de la

Salud que sugieren un umbral mínimo de 9 m²/hab, se contrasta entonces la realidad de los espacios verdes presentes en la ciudad (Quispe, 2017), por lo que la conservación e incremento de áreas verdes debería ser una prioridad en la gestión pública para el incremento de los servicios ambientales.

Tal como menciona Capristán (2017) la adecuada implementación de áreas verdes a través de una óptima planificación y diseño, por parte de entidades gubernamentales o privadas, puede apoyar a la integración y formación de la sostenibilidad del paisaje urbano, sin embargo, la ausencia de una adecuada gestión y mantenimiento de los espacios verdes, como áreas interconectadas con el ecosistema urbano, puede generar incidencias negativas, como la reducción de las actividades socio – culturales de la población o la pérdida progresiva de la biodiversidad en el ecosistema urbano.

Santiago y Rodríguez (2021) mencionan la importancia de la formulación en red de los espacios verdes urbanos, que maximicen la suma de servicios ecosistémicos en beneficio de la población y la conservación de estos, a fin de evitar la pérdida de la cobertura vegetal y fauna generada por la fragmentación en la expansión urbana. El empleo de especies adecuadas nativas o exóticas en los espacios verdes apoyan al incremento de estos servicios, sin embargo, en Lima Metropolitana las áreas verdes presentan un diseño básico con el empleo de especies comunes, entre ellas, el césped como especie ampliamente diversificada en las áreas verdes. Actualmente el uso del césped ha generado un impacto ambiental negativo por los bajos servicios ecosistémicos que estos generan, Da Ponte e Sousa (2012) menciona, que el costo de operación de este tipo de cobertura es elevado, debido al mantenimiento constante como corte, riego y fertilización. La búsqueda de alternativas al uso intensivo de este material deberá suponer el suministro de especies de menor costo de mantenimiento, menor consumo del recurso hídrico y mayor variabilidad de plantas, para el incremento de la diversidad de flora y fauna en el ecosistema urbano (Martinez, 2015).

La reducción de los espacios verdes naturales por acción antropogénica debido a la formación de estructuras urbanas ha traído consigo la disminución paulatina de uno de los servicios ecosistémicos más importantes, la polinización y con ello la reducción de fauna polinizadora. Pantoja et al. (2014) menciona que, debido a la pérdida de los hábitats naturales de la fauna polinizadora, es necesario la implementación de especies nativas u hospederas en el verde urbano, la formación de corredores biológicos, entre otras soluciones basadas en

la generación de diversidad en el paisaje urbano a fin de contrarrestar los daños ecológicos generados por el hombre. Otra característica de importancia para la aparición y asentamiento de la fauna polinizadora es el tamaño del área verde (Escobés y Vignolo, 2018) . El planteamiento de soluciones gira en torno a una buena implementación y desarrollo de espacios verdes en la urbe, integrando lo natural al paisaje urbano, promoviendo el desarrollo de áreas verdes más sustentables y sostenibles para obtención de mayores servicios ecosistémicos, entre ellos la preservación de la fauna polinizadora.

El presente trabajo de suficiencia profesional describe las actividades realizadas en la implementación y diseño de jardines polinizadores dentro del desarrollo de proyectos de paisajismo en la urbe de Lima Metropolitana en la empresa BROTOS VERDES PERU S.A.C., haciendo énfasis en la correcta selección de especies ornamentales y describiendo las estrategias de manejo agronómico más adecuadas para la sostenibilidad de las áreas verdes en el paisaje urbano.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer una lista de especies ornamentales, bajo el correcto criterio y manejo agronómico, para la implementación de jardines polinizadores que contribuyan a aumentar los beneficios ecosistémicos y la sostenibilidad del paisaje urbano en Lima Metropolitana.

1.2.2 Objetivo(s) Especifico(s)

- Describir de forma general el criterio y manejo agronómico empleado en el desarrollo de jardines polinizadores en el proyecto de paisajismo realizado en el distrito de San Isidro, Lima.
- Realizar un análisis comparativo de los beneficios ecosistémicos y la sostenibilidad que generan los jardines polinizadores con respecto a los jardines convencionales en el paisaje urbano de Lima Metropolitana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Áreas verdes urbanas

Un área verde puede ser definida como un espacio para el desarrollo de vegetación previamente seleccionada en base a ciertos criterios, en un espacio limitado y controlado dentro del paisaje urbano, los cuales son valorizados y dimensionados en base al metro cuadrado (m²) (Pezo, 2003). Si bien existen diversas terminologías para la definición del “verde en la ciudad”, Gregorio de Andrade (2012), menciona que los conceptos que integran mejor la totalidad de la vegetación en la urbe son los conceptos de área verde, zona o espacio verde urbano.

Según el Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud - INAPMAS (1998), se puede considerar área verde a toda superficie que sea ocupada por especies vegetales sean estos de dominio público o privado, considerando así: parques, bermas, jardines, áreas agrícolas, entre otros. Si bien, la habilitación de los espacios verdes se realiza con la finalidad de que sean empleadas por la población y generen servicios ambientales como la mitigación del cambio climático, muchos de estos espacios no cumplen necesariamente con esta función, por ejemplo, las áreas verdes encontradas en las bermas de separación vehicular que no son empleadas por la población (Antunez et al., 2021), como también los lugares que no cuentan con vegetación y, aun así, son considerados como espacios verdes dentro de la urbe. En tal sentido, las áreas verdes deben cumplir no solo un rol estético, sino también generar verdaderos servicios ecológicos, ambientales y sociales, de manera que proporcionen las condiciones más óptimas para el empleo de la población (Londe y Mendes, 2014).

2.2 Importancia de las áreas verdes urbanas

En la actualidad, la integración de las áreas verdes en la urbe es una necesidad socioambiental evidente. La contribución de los beneficios que generan estos espacios no solo se ve reflejado en el equilibrio o mejoría del medio ambiente, sino también en el incremento de la calidad de vida urbana, en el desenvolvimiento social y la realización de

prácticas culturales que benefician a la salud física y mental de la población (Londe y Mendes, 2014).

Es apreciable las sensaciones que generan los espacios verdes al microclima urbano, reducen la sensación térmica, aumentan la humedad ambiental, filtran la radiación luminosa, reducen el calentamiento del suelo, entre otros beneficios ligados a la proporción del tamaño, diversidad vegetal y frondosidad de las plantas en el área verde. En la ciudad de Mendoza en Argentina, por ejemplo, se demostró mediante un estudio que las áreas verdes permiten regular la temperatura local, incrementando la humedad del ambiente hasta en un 4% y reduciendo la temperatura ambiental hasta en 4.0 °C en áreas cercanas a las zonas verdes, así mismo, se demostró la influencia de la frondosidad y extensión de la vegetación en el confort térmico humano y evapotranspiración ambiental por el efecto sombra generado por los árboles en los parques y con una extensión del efecto de enfriamiento ambiental de unos 800 a 1000 metros en el entorno del parque, marcando una clara diferencia en las superficies con suelo descubierto, suelo con cemento y suelo húmedo (Puliafito et al. 2013). Ruiz et al. (2016) recalcan la importancia de una buena conformación en el diseño de las áreas verdes urbanas y la interconexión que se debe tener en dichos espacios para la obtención de efectos similares en el confort térmico cuando se los compara con áreas verdes de mayor dimensión.

Tal como mencionan Espinoza - Pereyra et al. (2020), la formación de los espacios verdes no solo contribuye a una mejora en la calidad de vida de la población, sino también a realzar la estética de la urbe, generando beneficios socioeconómicos como el incremento del costo de las propiedades aledañas al área verde o incentivando a la formación de negocios locales; de ahí que su ausencia está ligada a una deficiente calidad de vida de la población (Gregorio de Andrade, 2012).

El desarrollo de una adecuada planificación urbana y políticas públicas que propicien la formación de espacios verdes más interconectados con el ecosistema apoyan a su sostenibilidad en la urbe. Sin embargo, como mencionan Kámiche y Cárdenas (2008) en el Perú muchos de los proyectos que pueden apoyar al verdadero desarrollo sostenible del ambiente, dificultosamente son aprobados por el Sistema Nacional de Inversión Pública, debido al grado de dificultad en el procedimiento y el costo de inversión. Además de ello la adecuada gestión y planificación del área verde en la urbe depende de las capacidades técnicas y administrativas de los gobiernos por lo que su fortalecimiento es importante (Flores- Xolocotzi, 2012).

2.3 Servicios ecosistémicos generados por el verde urbano

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, s. f.) menciona que existen cuatro tipos de servicios ecosistémicos que la naturaleza brinda a la sociedad, como los servicios de abastecimiento, servicios de regulación, servicios culturales y servicios de apoyo, esenciales para la sostenibilidad y calidad de vida urbana. Los servicios ecosistémicos que las áreas verdes generan en la urbe no solo son de carácter tangible, sino también de carácter psicológico, cultural y espiritual, estos servicios pueden ser:

- **Captación de dióxido de carbono:** las áreas verdes en la ciudad cumplen la función de mejoría de la calidad del aire, esto depende de la relación que hay entre la cobertura vegetal y absorción del dióxido de carbono (CO₂). El apresamiento del CO₂ está en función del tipo de especie, forma de copa o tamaño de los árboles, estadio de desarrollo, cobertura de las plantas y manejo de las especies vegetales, siendo los árboles los encargados de la mayor captura del CO₂ en la urbe (Arévalo y Alcántara, 2021). Sin embargo, la función de apresamiento del CO₂ por parte de la vegetación varía en función al aumento de la temperatura ambiental por el incremento del calentamiento global. Es así, como en un estudio realizado por Maylle (2017) para la determinación del CO₂ y carbono capturado por la vegetación urbana se concluyó que el apresamiento vario no solo en función a la diversidad de especies, sino también a la ubicación del área verde, obteniéndose una mayor captura del CO₂ y carbono en las áreas verdes presentes en avenidas y plazas, en comparación con las presentes en los parques, esto debido a la alta circulación vehicular.
- **Confort térmico:** las áreas verdes presentes en la ciudad regulan la sensación térmica generada por las islas de calor debido al incremento de temperatura ambiental. En una evaluación realizada por Hernández (2016), la presencia del área verde compuesta en su mayoría por césped mostró una clara reducción de la temperatura de la superficie del suelo hasta en 5 °C en comparación con dos estructuras urbanas (pavimento de asfalto y concreto). Ruiz et al. (2016) evaluaron también el confort térmico generado por cuatro parques con distinta conformación vegetal (desde parques con árboles adultos y especies nativas hasta parques con plantas de porte bajo) y empleo de material inerte (piedras decorativas). En dichos espacios la percepción del confort térmico por parte de la población está en función

al uso, proporción de las especies vegetales y diseño de los espacios verdes, marcando una clara diferencia en los espacios verdes que presentaban conformación boscosa, ya que otorgaban mayores niveles de confort. Arellano y Roca (2018) resaltan la importancia en la óptima conformación del paisaje urbano y la selección de especies vegetales para la adaptación a las variaciones de la temperatura ambiental debido a las olas de calor presentes en la urbe.

- **Prevención de la erosión del suelo:** la acción antrópica en el desarrollo del ecosistema urbano ha generado procesos de degradación del suelo, como la pérdida de la cobertura vegetal o modificación de los horizontes del suelo (Zucchetti et al., 2020). Otros factores que inciden sobre suelos descubiertos y agravan los procesos de erosión son los generados por la acción del viento, escorrentía hídrica, la degradación química y física, de ahí la importancia en la presencia de coberturas vegetales que minimicen dichos efectos (Cotler et al., 2007).
- **Producción de alimentos y proporción de materia prima:** el desarrollo de cultivos dentro de áreas urbanas busca producir alimentos para el autoconsumo de la población en espacios limitados, a esto se le denomina agricultura urbana o periurbana. El desarrollo de este tipo proyectos genera servicios de abastecimiento a la población, los cuales pueden ser implementados en las áreas verdes presentes en la ciudad, en las nuevas implementaciones o en la recuperación de espacios verdes abandonados (Urban Harvest, 2007).
- **Beneficios socioculturales:** la amplia presencia de estructuras urbanas frente a la cantidad de áreas verdes disponibles en la ciudad genera efectos negativos en el bienestar físico, social y mental de la población, como el incremento de enfermedades respiratorias por las partículas en suspensión presentes en el aire, estrés generado por el nivel de ruido de los automóviles, entre otros (Martínez et al., 2016). La disminución del estrés y enfermedades cardiorrespiratorias, el empleo con fines educativos, recreativos y culturales, el embellecimiento del paisaje urbano, entre otros, son los beneficios que se pueden obtener de la presencia de las áreas verdes en espacios urbanizados (Frutos y Esteban, 2009).

- **Polinización:** las áreas verdes en la ciudad sirven de apoyo para la conservación de los ecosistemas en la urbe. La diversidad de vegetación presente en dicho espacio apoya a mitigar la reducción de uno de los servicios de abastecimiento más importantes para la población, la polinización. El servicio que este genera es estrechamente dependiente de la relación entre las especies vegetales y la fauna polinizadora (Heredia et al., 2017). Por ello la selección y mantenimiento adecuado de la vegetación es fundamental para la conservación de dicho servicio e incentiva la presencia de la fauna polinizadora (Zucchetti et al., 2020).

El deterioro de los espacios verdes generados por el rápido crecimiento urbano ha traído consigo la amenaza de la reducción a los servicios ecosistémicos que estos proveen. Tal como mencionan Plazola et al. (2020), tanto el sector público como privado, así como la población en general no se encuentra concientizada acerca de los servicios ecosistémicos que las áreas verdes proveen, y su valor debe ser considerado como fundamental en la planificación e implementación de las políticas públicas.

De ahí la importancia de una adecuada formulación de espacios verdes que se encuentren colindantes o adyacentes de manera que maximicen la suma de servicios ecosistémicos en beneficio de la población y la conservación de estos a fin de evitar la pérdida de la cobertura vegetal y fauna generada por la fragmentación en la expansión urbana (Santiago y Hurtado, 2021). Sin embargo, para que los servicios ecosistémicos se encuentren a disposición de la población, las áreas verdes deben estar en óptimo estado (Zucchetti et al., 2020).

2.4 Situación actual de los espacios verdes urbanos en Lima Metropolitana

Según el IMP (2021), las áreas verdes presentes en la ciudad de Lima, comprendidas entre espacios públicos y privados logran una cobertura de 3.13 metro cuadrado por habitante (m^2/hab), si a esto se le adiciona los espacios públicos abiertos como rotondas, tréboles, bermas, entre otros, la cobertura lograda no supera el mínimo requerido llegando a 4.41 m^2/hab (Tabla 1).

Tabla 1. Espacios considerados como áreas verdes en la ciudad de Lima.

Unidad de Estudio	m ² de área verde	m ² /hab	% de área verde
Áreas de recreación pública y áreas verdes complementarias	30,246,882	3.13	70.98%
Espacios públicos abiertos	12,407,847	1.28	29.02%
Total	7,746,719.00	4.41	100%

Nota: Adaptado de *Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040, 2021* (p. 1106-1107), Instituto Metropolitano de Planificación: Diagnostico Urbano.

La restricción del uso de los espacios verdes dentro de la urbe se ve limitada por su clasificación en zonas públicas o privadas, las cuales se diferencian marcadamente en cuanto a la frecuencia de mantenimiento, diversidad de plantas, estado de mobiliario para recreación, peligros y riesgos asociados a su uso (robo, poca iluminación, etc.), accesibilidad al área verde, entre otros. Tal como menciona Gregorio de Andrade (2012), la mala segmentación de las áreas verdes en la ciudad, ligado a una deficiente planificación de ubicación y función genera que estos espacios se deterioren paulatinamente; siendo la carencia de agua para el riego de áreas verdes, uno de los problemas principales debido al déficit de disponibilidad del agua per cápita en el país (IMP, 2021).

El asentamiento informal de la población, sobre todo en la periferia de la ciudad (Inostroza, 2017; Mayorga, 2021), ha generado una marcada desigualdad en la proporción del desarrollo de los espacios verdes. La implementación de las áreas verdes para el cumplimiento de las normativas municipales o regionales a estado orientado a un desarrollo con fin estético, dejando de lado el carácter ambiental, lo cual afecta directamente la provisión de los servicios ecosistémicos previamente mencionados (Civeira et al., 2018; IMP, 2021; Mayorga, 2021).

En la figura 1 se puede observar el diferencial de metro cuadrado por habitante (m²/hab) de área verde en los distritos de Lima Metropolitana en base a su ordenamiento territorial, obteniéndose los mayores índices de áreas verdes en los distritos de Santa María del Mar con 31.54 m²/hab y San Isidro con 22.09 m²/hab, a diferencia de los distritos de Pucusana con 0.11 m²/hab y Villa María del Triunfo con 0.37 m²/hab (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], 2016).

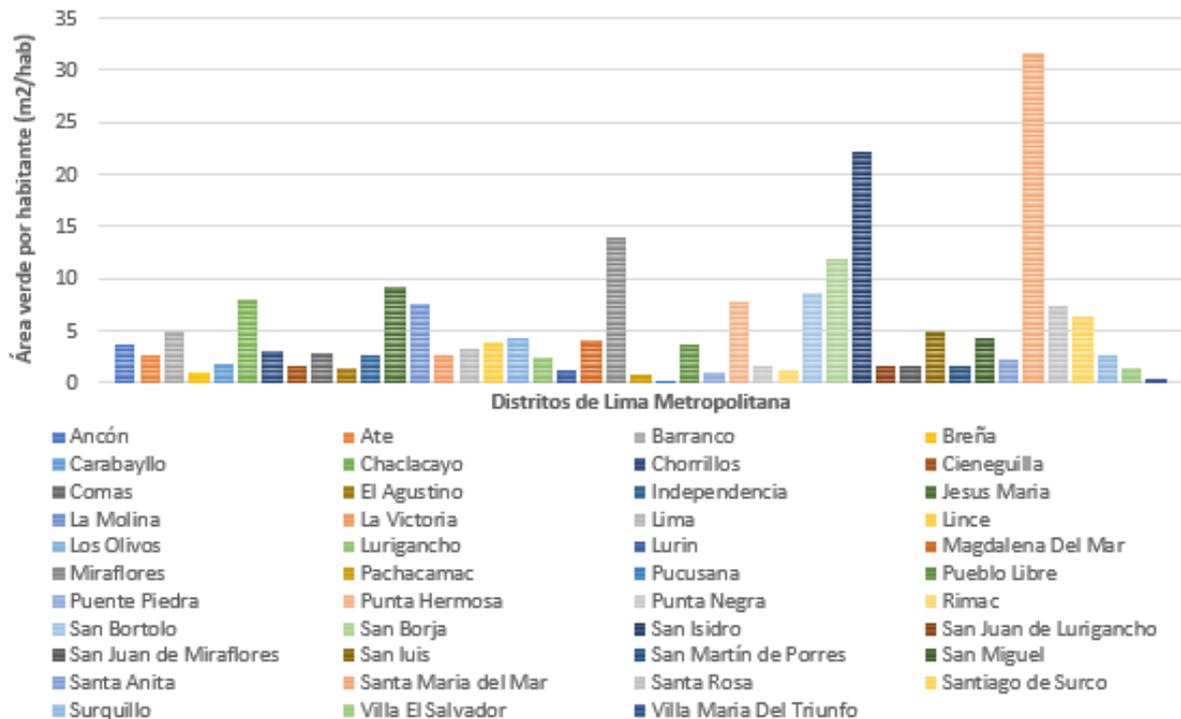


Figura 1. Superficie de área verde por habitante en los distritos de Lima Metropolitana.

Nota: Adaptado de SINIA, 2018.

La información disponible de la presencia de áreas verdes en Lima metropolitana se encuentra mapeada en base a la variable metro cuadrado (m²), más no a la funcionalidad de dichos espacios, considerando áreas verdes sin presencia de vegetación como el Parque Puruchuco, en el distrito de Ate (Figura 2). Asimismo, se registran espacios que generen poca interacción y circulación con la población, como las áreas verdes presentes en bermas de separación de vías de alto tránsito vehicular, por ejemplo: las áreas verdes presentes en el bypass de la Carretera Central, aledaño a la entrada a Huachipa, en el distrito de Ate (Figura 3). De ahí, radica la importancia en la formulación de proyectos de desarrollo que estudien la viabilidad de cada espacio a fin de que se puedan plantear mejoras sobre los mismo o fomentar el desarrollo de áreas verdes más sostenibles teniendo en consideración la realidad del entorno y la adecuada composición vegetal que genere sostenibilidad.



Figura 2. Vista actual a través de Google Earth del parque Puruchuco (distrito de Ate), área verde con vegetación deteriorada.



Figura 3. Presencia de área verde en berma de alto tránsito vehicular ubicado en el by pass de la carretera Central (distrito de Ate).

2.5 Principales factores limitantes en el desarrollo de espacios verdes urbanos en Lima Metropolitana

Con el objetivo de incrementar las áreas verdes en Lima Metropolitana, es necesario tomar en consideración ciertos factores que pueden limitar el desarrollo óptimo de dichos espacios, entre estos podemos mencionar: la falta de disponibilidad del recurso hídrico, inadecuada selección de especies y carente participación ciudadana con ausencia de planes estratégicos y normativas por parte de las entidades gubernamentales en el mantenimiento y protección de las áreas verdes, los cuales se explayan a continuación:

2.5.1 Disponibilidad de agua en Lima Metropolitana

Lima Metropolitana es una ciudad de clima árido con poca incidencia fluvial, anualmente la precipitación llega a un máximo de 8 milímetros (mm), obteniendo el mayor valor entre los meses de julio y septiembre (Castro et al., 2021). El riego es una actividad que se realiza en el mantenimiento de las áreas verdes urbanas, la cual hace uso de diversas fuentes de agua (Tabla 2). Quispe (2018) menciona que la disponibilidad del agua se presenta de forma variada, siendo reducida en los espacios urbanos de mayor población.

Según el reporte de la Municipalidad Metropolitana de Lima (2016 - 2017), las áreas verdes públicas cuentan con cinco fuentes de agua para la labor de riego, cuya demanda en el 2016 alcanzó los 28.6 hectómetros cúbicos (hm³) (IMP, 2021). En la Tabla 2 se observa que las principales fuentes empleadas para el riego de áreas verdes de uso público son: el río con canal de riego con un ~ 11 hm³, seguido de la red pública con ~ 8 hm³ y el agua subterránea con ~ 5 hm³.

Tabla 2. Fuentes de agua para riego de áreas verdes públicas (hm³/año).

Fuente del agua	Volumen empleado (hm ³ /año)	% de uso
Río, con canal de riego	11,2	39%
Red pública- Sedapal	7,6	27%
Agua residual tratada	1,3	4%
Agua subterránea	4,7	17%
Camión cisterna	3,8	13%
Total	28,6	100%

Nota: Adaptado de *Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040, 2021* (p. 1073), IMP - Diagnostico Urbano.

Actualmente la disponibilidad del recurso hídrico disminuye debido a diversos factores, entre ellos la contaminación ambiental y la presión humana, de ahí radica la importancia en el uso eficiente del agua. El sistema de riego por inundación o gravedad empleado con frecuencia en el riego de las áreas verdes públicas cuya fuente principal son los ríos con canal de riego (Anexo 1) (IMP, 2021), son ineficientes, además de tener un impacto negativo en el contribuyendo a la erosión y contaminación del suelo. En base a esta problemática es

necesario el desarrollo de proyectos que promuevan la tecnificación del riego o el reúso de aguas residuales, acompañados de la implementación de especies vegetales de bajo consumo hídrico con el fin de establecer espacios verdes más eficientes y sostenibles (Quispe, 2018).

2.5.2 Inadecuada selección de especies en las áreas verdes

Una de las etapas más importantes en la implementación de las áreas verdes urbanas, es la adecuada elección de especies de plantas a sembrar. Se debe considerar ciertas características como: tipo de especie, ritmo de crecimiento, densidad de siembra, requerimiento y frecuencia de riego, mantenimiento, espaciamiento para el óptimo desarrollo, interferencias cercanas con estructuras urbanas, entre otros. Estas características son especialmente importantes cuando el material vegetal se va a emplear en áreas de alto tránsito peatonal y vehicular, ya que su falta de planificación puede generar interferencias en el paisaje urbano. Por lo tanto, es importante considerar el desarrollo del área verde a futuro y su interacción con espacio urbano, a fin de evitar la pérdida o degradación paulatina de la vegetación.

Muchos espacios verdes implementados en Lima Metropolitana no cuentan con una adecuada preparación tanto del terreno previo a la instalación de las plantas como su proyección a futuro, si bien presentaban una armonía inicial, con el tiempo, la ausencia y limitaciones en el mantenimiento ha generado la pérdida de la vegetación por competencia o muerte, originando espacios con suelo descubierto (Figura 4).

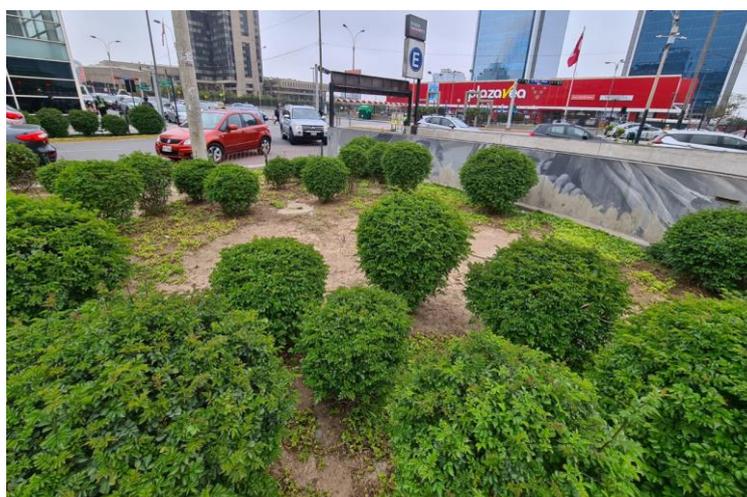


Figura 4. Área verde con presencia de macizos en "bola" de *Tecomaria capensis* y pérdida de material vegetal empleado como cubre suelo *Aptenia cordifolia*.

Una de las propuestas más viables y estéticamente más aceptadas en la implementación de espacios verdes dentro de los proyectos urbanísticos es el uso de césped. Portocarrero (2019) menciona que las especies más empleadas en el Perú son *Stenotaphrum secundatum*, *Paspalum vaginatum*, *Cynodon dactylon* y *Zoysia Japonica*. Sin embargo, el uso extensivo y mantenimiento intensivo del césped, trae consigo pérdida de la biodiversidad debido a la homogeneización de las especies vegetales en la composición del ecosistema (Andrade y Castro, 2012), es importante que se pueda buscar alternativas más integrales para el desarrollo de las áreas verdes, como el empleo de vegetación nativas o xerofitas, ya que son especies de bajo requerimiento hídrico y mantenimiento o plantas con floración continua, entre otras alternativas que apoyen a la conservación o incremento de los servicios ecosistémicos. Adicionalmente hay que tener en cuenta que estos espacios con vegetación no convencional deben ser socialmente aprobados por la población, de manera que cubran sus necesidades socio – culturales y deben ser económicamente factibles para las entidades a cargo de la implementación y mantenimiento (Martinez, 2015).

De esta manera, la implementación de espacios verdes ecológicamente sustentables dentro de la urbe permite crear condiciones para la aparición, asentamiento, zona de descanso o alimentación de animales e insectos cuyo hábitat se ha ido degradando y reduciendo progresivamente por la continua actividad humana en la formación de estructuras urbanas (da Ponte e Sousa, 2012).

2.5.3 Participación ciudadana en la gestión pública y/o privada

Actualmente todavía existe un desinterés por parte de los entes gubernamentales en el mantenimiento y protección de las áreas verdes al carecer de planes y normativas que garanticen de forma permanente su sostenibilidad. Como se ha indicado previamente, es importante la participación de los ciudadanos para el desarrollo de espacios verdes más sostenibles, de manera que estos se vean comprometidos en su cuidado para su efecto a largo plazo (De la fuente de Val, 2022). En la Figura 5 se observa la interacción de los componentes del ecosistema urbano en el marco de una democracia participativa en el diseño, planeación, ejecución y monitoreo para el desarrollo de espacios verdes en la urbe.

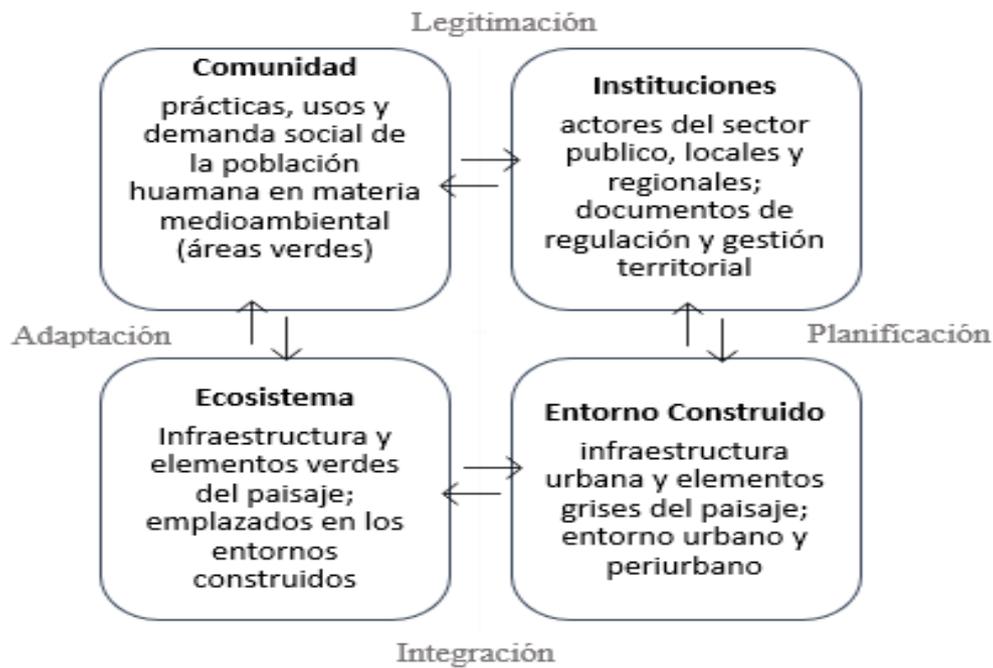


Figura 5. Modelo de análisis del ecosistema urbano.

Fuente: *Ciudades sustentables. De la gestión a la valoración institucional de las áreas verdes y el arbolado: conurbación Temuco, Padre las Casas* (pg. 92), por Pastene y Puppo (2017).

Actualmente Lima Metropolitana no cubre la demanda mínima de área verde por habitante y si bien existen proyectos para el incremento de dichos espacios, estos se han planteado con la finalidad de aumentar el indicador superficial. Esta forma de gestión y planificación ha predominado en los últimos años en las entidades gubernamentales (Flores - Xolocotzi, 2012), y, por lo tanto, es necesario que las entidades públicas dirijan sus planteamientos hacia un desarrollo más integral y sustentable del paisaje urbano y vegetación (Pastene y Puppo, 2017).

Quispe (2017) menciona que la administración de cada municipio en Lima Metropolitana es responsable del manejo y conservación de los espacios verdes públicos, muchas de las cuales realizan énfasis solo en las áreas más representativas y transitadas. La ausencia de información del estado actual de las áreas verdes es un factor limitante para el planteamiento de soluciones integrales. Por ejemplo, Lima cuenta con un censo desactualizado del estado de los parques en Lima Metropolitana y el Callao realizado en 1993 por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en este censo se clasificó el nivel de conservación de las áreas verdes (Anexo 2), encontrándose que más de la tercera parte de los espacios verdes de Lima y Callao se encuentran en estado de abandono (INAPMAS, 1998).

2.6 Desarrollo de espacios verdes sostenibles en Lima Metropolitana

Como se ha mencionado previamente, la creación de espacios verdes sostenibles que contribuyan a la conservación de la diversidad biológica es fundamental, sin embargo, la ausencia de diversidad de vegetación pone en manifiesto la alteración de los servicios ecosistémicos en el paisaje urbano, de ahí la importancia en contar con una variedad de especies botánicas que permitan generar espacios biodiversos.

2.6.1 Jardines polinizadores

Es recurrente observar la presencia de césped en áreas verdes de gran extensión, su uso se debe prioritariamente a que sirven como espacios de desarrollo social sobre las cuales se pueden realizar diversas actividades lúdicas, además se condicionan a un mantenimiento monótono. Sin embargo, también se pueden encontrar áreas con césped americano mayoritariamente, en cuyo espacio no se puede realizar ningún tipo de actividad, ya que poseen un fin estético más que funcional (Figura 6) (da Ponte e Sousa, 2012).

Para la instalación de espacios verdes en Lima Metropolitana se emplea con frecuencia especies de césped como *Stenotaphrum secundatum* o césped americano y *Cynodon dactylon* o césped bermuda (Portocarrero, 2019; Santos, 2018), los cuales son acompañados en el diseño habitual con macizos arbustivos de coloración llamativa como *Duranta repens L.*, *Murraya paniculata*, *Tecomaria capensis*, *Lantana cámara*, entre otros. Del mismo modo, se observa el uso de vegetación con flores estacionales, con una duración aproximada entre 3 a 6 meses de cambio paulatino, acompañados de árboles o palmeras.

Es notable que frente al desarrollo de este tipo de espacios nazca la subjetividad de la promoción y mantenimiento de la biodiversidad en la ciudad cuando se realicen nuevas implementaciones en el área urbana, sin tener en consideración la diversidad de vegetación y los servicios ecosistémicos que se pueden generar, omitiéndose la interacción flora - fauna y exhibiéndose un valor más estético (Silva et al., 2021). Herrerías y Benítez (2005) mencionan que la polinización como servicio generado por la interacción biótica entre especies vegetales y animales se ve perturbada por la fragmentación de los espacios verdes, lo cual afecta directamente al flujo del polen en el sistema planta - polinizador, esto implica una disminución en la diversidad de recursos producidos por dicha interacción.



Figura 6. Área verde de espacio reducido con presencia de césped americano.

La polinización como servicio ecosistémico se ve limitado también por factores como la ausencia de floración continua y diversidad de vegetación presente en el área verde. Tanto en zonas públicas como privadas, se requieren espacios verdes más interconectados, con presencia de plantas nativas o introducidas que no alteren el ecosistema y tengan un periodo más amplio de floración e interpolación con la floración de las otras especies seleccionadas. La interacción planta – polinizador se genera como producto de la combinación de varios componentes, entre ellos el olor de la flor, generado por una mixtura de diversos compuestos químicos como los ácidos grasos, benzenoides e isoprenoides y el color de la flor, cuya preferencia se da a través de la percepción por parte de la entomofauna de las diversas longitudes de onda ultravioleta reflejados o absorbidos por las flores (Quispe, 2015). La diversidad de plantas, con la incorporación de especies medicinales o aromáticas en el ámbito urbano genera una amplia riqueza de olores, colores y texturas (Da Ponte e Sousa, 2012).

El empleo de paletas cromáticas vegetales en el desarrollo de jardines polinizadores de acuerdo a criterios ambientales y paisajísticos logra un diseño sustentable que dará como resultado una combinación dinámica entre las especies ornamentales seleccionadas en las distintas estaciones del año. Para su desarrollo no solo se debe considerar la coloración provista por las flores y hojas; que como se mencionó con anterioridad, generan la

interacción planta – polinizador; sino también la estacionalidad de las flores, el desarrollo y permanencia de las hojas, la textura y los requerimientos de riego e iluminación. En la Figura 7, se puede observar la paleta vegetal desarrollada para la especie *Rosmarinus officinalis* donde se describe las características de la especie vegetal para el desarrollo del macizo de plantas seleccionadas en el diseño. El empleo de las especies vegetales no debe romper con el paisaje de la urbe y debe ser económicamente factible en comparación con los espacios verdes convencionales.

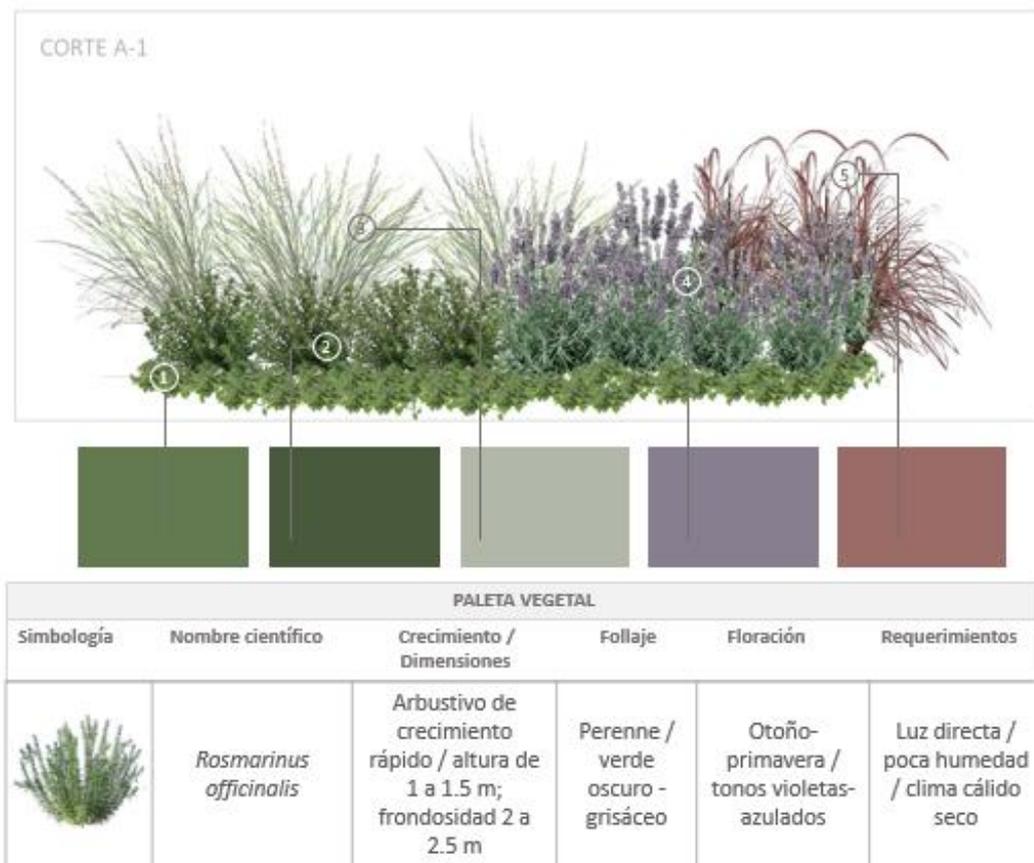


Figura 7. Paleta vegetal para *Rosmarinus officinalis* (N° 2) en la conformación de macizos vegetales.

Diversos son los factores que a lo largo de los años han causado la disminución considerable de la fauna polinizadora, motivo que hace imprescindible la formación de espacios que apoyen a la recuperación de las especies perdidas por el impacto antropogénico (Asociación española de Entomología (AeE) et al., 2012; Herrerías y Benítez, 2005; Nates Parra, 2016; Pantoja et al., 2014). Los jardines polinizadores no solo generan beneficios ambientales, sino también pueden generar beneficios socioculturales, como la revalorización del uso de plantas

nativas o sensibilización en la conservación de la biodiversidad y beneficios económicos, como en el autoabastecimiento y consumo de plantas medicinales y aromáticas o la reducción en el costo de mantenimiento habitual del área verde en comparación con los jardines convencionales.

2.6.2 Fauna polinizadora

Existe una amplia variedad de animales involucrados en el proceso de polinización de manera directa o indirecta. Entre las especies más comunes se encuentran los insectos (abejas, abejorros, mariposas, polillas, escarabajos, moscas y avispas) y mamíferos como los colibríes y murciélagos (Sosenski y Domínguez, 2018). De este grupo, las abejas, son las especies más arraigadas en dicho proceso y de vital importancia ecológica (Pantoja et al., 2014).

El servicio de polinización se intensifica si existe una eficiente labor por parte de la fauna polinizadora, cuya presencia se ve influenciada por la diversidad y cantidad de flores presentes en un área. Cairampoma y Martel (2012) indican que la morfología floral, en particular, es una característica relevante en la elección de las plantas a polinizar, existiendo plantas específicas para ciertos polinizadores y polinizadores que polinizan una amplia gama de variedad de flores, a este fenómeno se le conoce como "Síndrome de la Polinización".

Nates (2016), define este síndrome como una serie de características específicas que poseen las flores para atraer a determinados animales polinizadores. Por ejemplo, la AeE et al. (2012) indican que los insectos de la orden himenóptera son afines a las flores de color amarillo, violeta o azul, con nectarios ocultos y gran presencia de polen y néctar. De acuerdo con el tipo de visitante floral, la polinización puede ser clasificada como:

- Polinización cantarofilia: denominado al síndrome de polinización generado por coleópteros atraídos por flores de coloración blanca o verde pálida con predominancia de olores fuertes y que poseen un gran contenido de néctar (AeE et al., 2012; Jiménez y Matias, 2012; Nates, 2016).

- Polinización miofilia: denominado al síndrome de polinización realizado por moscas, estos insectos realizan el servicio de polinización a lo largo del año independiente de la estacionalidad, son atraídos por flores pequeñas de coloración blanca, crema o amarilla, con presencia de néctar libre (Jiménez y Matias, 2012; Nates, 2016).
- Polinización melitofilia: denominado al síndrome de polinización realizado por abejas, siendo clasificadas como los polinizadores más importantes. Estos insectos presentan diversos tamaños, las abejas pequeñas logran asentarse en las flores con corola más cerrada y cuyo néctar es de difícil acceso (Figura 8) y las abejas grandes en flores con corola más abierta (Figura 9), atraídos por flores de color azul, blanco, amarillo, morado y rosado, asimismo son capaces de discernir los aromas aun cuando su concentración sea muy baja siendo atraídos por los olores suaves y dulces (Nates, 2016). Las abejas son polinizadoras de flores con antesis diurna y su alimentación es específica en el consumo de néctar y polen (Jiménez y Matias, 2012).



Figura 8. Polinización melitofilia en *Salvia leucantha* de corola más cerrada.



Figura 9. Polinización melitofilia en *Aptenia cordifolia* de corola más abierta.

- Polinización psicofilia: denominado al síndrome de polinización generado por las mariposas, cuya actividad se realiza en flores con antesis diurna y de polinización indirecta en la búsqueda de su fuente de alimento, el néctar (Jiménez y Matias, 2012). Las mariposas prefieren flores de coloración fuerte y brillante, como el rojo, anaranjado, morado o amarillo con formas tubulares debido a su aparato bucal tipo probóscide y poco fragantes (Nates, 2016).
- Polinización falenofilia: denominado al síndrome de polinización generado por las polillas. Sin embargo, difieren de las mariposas por tener actividad nocturna y polinizar flores con antesis nocturna, prefieren flores muy fragantes y de coloración más tenue como el blanco, crema, amarillo o azul pálido (AeE et al., 2012; Jiménez y Matias, 2012; Nates, 2016).
- Polinización ornitofilia: denominado al síndrome de polinización realizado por aves cuya actividad se realiza en flores con antesis diurna y néctar abundante. Las aves prefieren flores de colores muy llamativos, grandes y en forma de tubo, además la morfología de las flores ornitófilas está en relación a la morfología de los picos de ciertas aves (Jiménez y Matias, 2012; Martínez - Meneses y Torres - González, 2020; Nates, 2016).

- Polinización quiropterofilia: denominado al síndrome de polinización generado por murciélagos. Las plantas polinizadas por estos animales son generalmente de porte arbustivo o arbóreo, con flores de anthesis nocturna y de coloración muy tenue como el blanco o crema. A pesar de no distinguir los colores, los murciélagos poseen un sentido del olfato muy desarrollado, gustando de flores con abundante polen y néctar (AeE et al., 2012; Jiménez y Matias, 2012; Nates, 2016).

Son varios los factores que limitan y reducen la población polinizadora, por ejemplo, el empleo excesivo de pesticidas y agroquímicos en la producción de cultivos y mantenimiento de áreas verdes, la reducción y fragmentación de los espacios naturales (deforestaciones o degradaciones de espacios verdes), el monocultivo y empleo masivo de especies específicas en la urbe (homogeneización biótica), la introducción de flora exótica invasiva, entre otros. Dichos factores generan la poca sostenibilidad de este importante servicio ecosistémico.

2.6.3 Criterios agronómicos para la correcta selección de especies ornamentales en el desarrollo de jardines polinizadores

Una de las consideraciones más importantes para desarrollo de proyectos paisajísticos a nivel local en la urbe es la interacción que la población tendrá con el área verde, como menciona Martínez (2015), poca aceptación se tendrá por parte de la ciudadanía si el diseño del área verde rompe con la estética de la urbe y genera algún tipo de beneficio social, por más que la biodiversidad esté argumentada desde el punto de vista ambiental. Para la conformación de espacios verdes integrados dentro de la urbe, existen varias disciplinas involucradas, entre ellas la arquitectura y horticultura, que desempeñan un papel importante en la selección de especies ornamentales, sin embargo, en la práctica se prescinde de ciertos criterios, ya que usualmente se le da prioridad a la coloración del follaje y la presencia de flores, ignorando el alto costo y detalle en el mantenimiento e instalación de áreas verdes (Ramírez - Hernández et al., 2012).

Como ya se indicó, una alternativa para la implementación de espacios verdes más sustentables es el uso de especies nativas. Sin embargo, Ramírez – Hernández et al. (2012) mencionan que existen pocos estudios del potencial ornamental que podría llegar a tener una especie nativa en el aporte o conservación de la diversidad de una zona específica que

permita su empleo en los proyectos de paisajismo o recuperación de espacios verdes.

Los criterios agronómicos considerados en el estudio de Ramírez - Hernández et al. (2012), para el desarrollo de espacios verdes en el presente proyecto:

- a. **Requerimiento hídrico de la vegetación:** debido al cambio climático, la contaminación y la sobreexplotación del recurso hídrico, el uso desproporcionado del agua y la reducida gestión para su acceso, la demanda actual del recurso hídrico supera a lo ofrecido por la naturaleza. En el riego de los espacios verdes las municipalidades de Lima Metropolitana emplearon aproximadamente 8 millones de metros cúbicos de agua potable (AquaFondo et al., 2018); volumen que podría ser empleado para el consumo humano. Ante esta problemática, surge la necesidad de poder contar con tecnologías que mejoren la eficiencia del riego en áreas verdes evitando pérdidas innecesarias, lo cual se encuentra ligado, nuevamente, a una correcta selección de especies vegetales de bajo consumo hídrico.
- b. **Requerimiento edafológico de las plantas:** el suelo es un componente con características físico - químicas variables, la modificación de ciertas propiedades mediante la incorporación de enmiendas como compost, humus, entre otros, ayudan al desarrollo de la vegetación en zonas complejas. La elección del tipo de sustrato a suministrarse dependerá de los requerimientos de la vegetación seleccionada, los cuales poseen ciertas características: pH, concentración de sales, densidad aparente, retención de agua, disponibilidad en el mercado, etc. (Portocarrero, 2019). El estudio de dichas características forma una base para la correcta selección de especies ornamentales a implantarse en un proyecto.
- c. **Necesidades de sol o sombra de la vegetación:** la radiación solar es un factor importante que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través del proceso de fotosíntesis. La tolerancia a la exposición de los rayos solares, condiciona a que la vegetación sea ubicada en espacios con sombra o de incidencia indirecta, caso contrario en especies tolerantes a la exposición directa al sol (Paniagua - Pardo et al., 2015). Actualmente se tiene una mayor incidencia de la radiación ultravioleta - B, situación que provoca la reducción de ciertos procesos biológicos como la fotosíntesis, fotoperiodismo, producción de biomasa, entre otros, así mismo, la alta

radiación ultravioleta influye directamente en la capacidad de tolerancia de las plantas a la exposición directa de los rayos solares (Carrasco - Ríos, 2009).

- d. Resistencia al ataque de plagas en la vegetación: el monocultivo o desarrollo de espacios con especies ornamentales específicas han incrementado la incidencia del ataque de plagas, dicha acción también se ve alimentada por una distorsión de las características físicas o nutricionales del suelo. Las áreas verdes con mayor diversidad de plantas generan la aparición de insectos benéficos que ayudan a reducir la carga de plaga insectil, siendo estos depredadores o parasitoides de estos. La formación de corredores biológicos es una alternativa al mejoramiento de las áreas verdes urbanas, sin embargo, su efectividad está ligada a la interconexión entre los diversos espacios verdes.
- e. Tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas: la densidad, ritmo de crecimiento y altura de las especies ornamentales definen el diseño y posición de las plantas en el desarrollo del paisaje verde en la urbe. Una mala proporción en la vegetación genera competencia y posterior muerte de la planta, ocurre igual en la instalación de especies que no son adecuadas para áreas determinadas, por ejemplo, tenemos la presencia de árboles en las bermas de separación en carreteras, cuya copa genera interrupción en el paso vehicular, los cuales deben ser podados deformando la estructura normal de crecimiento.
- f. Periodo de floración de las plantas y tiempo de atracción de polinizadores: aspecto importante cuando se pretende formar espacios verdes sustentables, la estacionalidad de la floración será indicativa de la diversidad de fauna que estará presente en el espacio verde y apoyará a maximizar uno de los servicios ecosistémicos que actualmente se encuentra en peligro, la polinización.

El desarrollo de paletas cromáticas vegetales (Figura 7) apoya a la selección de plantas que mediante el traslape de floración mantiene el área verde con flores. En la Figura 10, se puede observar el traslape de floración de *Salvia leucantha* (color morado, cuya floración va desde inicios de otoño hasta mediados de primavera, encontrando rezagos en la estación de verano) y *Russelia equisetiformis* (color rojizo, cuya floración va desde la primavera hasta mediados de otoño, con rezagos en la estación de invierno), especies que forman parte de los macizos desarrollados en el

proyecto jardín polinizador, de manera que dicha interacción pueda garantizar la formación de alimento (néctar o polen) a lo largo del año, además de refugio para la reproducción y crecimiento de la fauna polinizadora, que se encuentra en función al desarrollo del follaje, así pues para *Salvia leucantha* (color verde oscuro) se presenta un mayor volumen de hojas en la temporada de otoño – invierno y para *Russelia equisetiformis* (color verde claro) se presenta un mayor volumen de hojas en la temporada de primavera – verano. El traslape de floración no aplica a plantas con flores estacionales, como las comúnmente empleadas en los jardines y parques municipales.

Periodo Comp.	Verano			Otoño			Invierno			Primavera			% de presencia de comp. Vegetal
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Hojas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100%
			■	■						■	■		75%
	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	50%
													25%
Corteza	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100%
Flores	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	100%
				■	■						■	■	75%
			■		■	■				■		■	50%
	■					■	■	■	■	■		■	25%

Figura 10. Traslape de floración y desarrollo de follaje en *Salvia leucantha* y *Russelia equisetiformis*.

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

El presente capítulo desarrolla la experiencia profesional realizada en la empresa BROTES VERDES PERU S.A.C. como gestora y supervisora de proyectos de paisajismo durante el periodo de 2020 al 2022.

3.1 Información de la zona de estudio

3.1.1 Datos del proyecto de paisajismo

El proyecto privado se ubica en la Av. José Domingo Choquehuanca 710, en el distrito de San Isidro, provincia y departamento Lima (coordenadas 12.10°S 77.01°W). El proyecto se encuentra ubicado en una Zona de Reglamentación Especial (ZRE, Figura 11) designado, según la zonificación de uso de suelo de la Municipalidad de San Isidro, ORD-2020-523-MSI, para áreas urbanas con características particulares, cuyo desarrollo urbanístico busca la mejora o mantenimiento del desarrollo urbano – ambiental, zona cuyo propietario es la Inmobiliaria San Silvestre S.A.C.

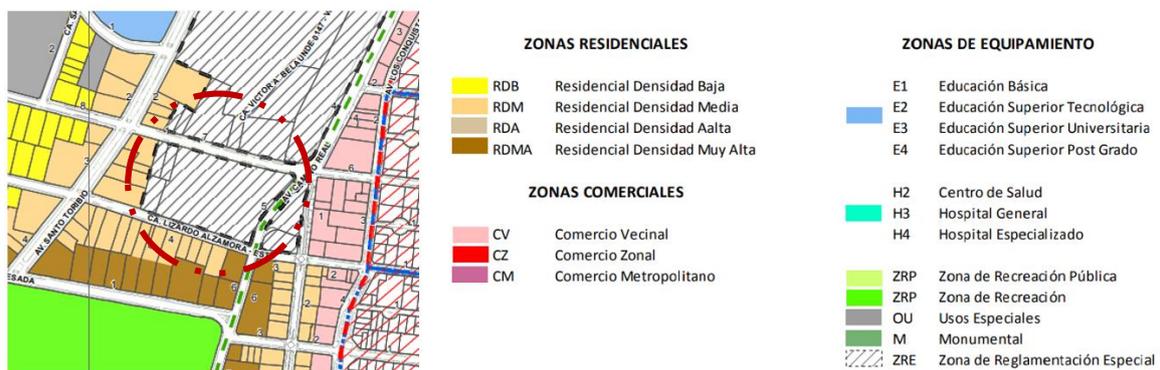


Figura 11. Ubicación del proyecto (área enmarcada en un círculo) según zonificación de uso de suelo, zona de reglamentación especial (Municipalidad de San Isidro, 2022).

El área destinada para la implementación de paisajismo cuenta con un total de 14,789.70 m², las cuales han sido divididas en dos sectores de intervención (Figura 12): Paisajismo en Plaza (sector A) con un área de 3,944.39 m² y Paisajismo en Playa de estacionamiento (sector B) con un área de 10,845.28 m² (Anexo 3).

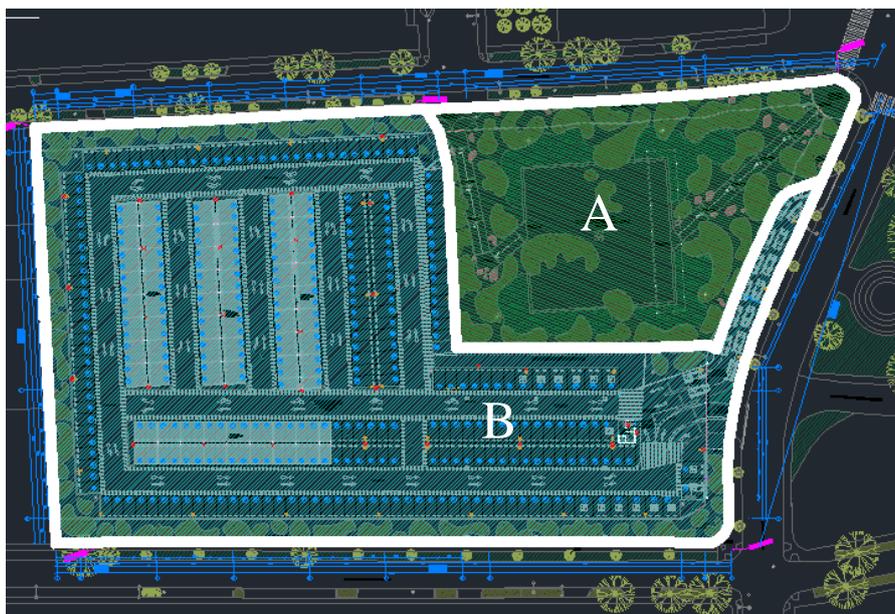


Figura 12. Sectorización del Proyecto Choquehuanca- Maristas: A. Plaza Choquehuanca. B. Playa Choquehuanca.

El sector de Plaza cuenta con un sistema de riego automatizado por goteo y aspersion, mientras que el sector Playa cuenta con un sistema de riego automatizado por goteo. Ambos sectores están sujetos al sistema de presión constante, con válvulas de riego controladas mediante la aplicación GreenApp (Bermad Global & Subsidiaries, Berkshire, Reino Unido) las cuales se distribuyen en 25 puntos en los dos sectores del proyecto.

3.1.2 Periodo de implementación

La implementación total del proyecto, desde la nivelación del terreno hasta la siembra de las plantas, incluida la habilitación del sistema de riego automatizado tuvo una duración de 23 días hábiles.

3.1.3 Presupuesto de inversión

Dentro del presupuesto final se consideró la intervención de mantenimiento por 3 meses finalizada la instalación del paisajismo y sistema de riego tecnificado, posteriormente se obtuvo una ampliación en el contrato de mantenimiento por 8 meses adicionales. El presupuesto fue dividido de acuerdo a la distribución de sectores, en cada sector se incluyó de manera independiente el costo del sistema de riego y la implementación del paisajismo. El sector Playa Choquehuanca tuvo un costo de S/. 83,994.50 (ochenta y tres mil novecientos noventa y cuatro con 50/100 soles), el sector Plaza Choquehuanca tuvo un costo de S/. 148,347.50 (ciento cuarenta y ocho mil trescientos cuarenta y siete con 50/100 soles) y el servicio de mantenimiento por 3 meses tuvo un costo de S/. 4,500 (cuatro mil quinientos soles), concretándose un presupuesto final de inversión de 265,068.30 (doscientos sesenta y cinco mil sesenta y ocho con 30/100 soles) incluido el impuesto general a la venta.

3.2 Desarrollo del proyecto de paisajismo en San Isidro - Lima

El proyecto fue desarrollado por la empresa BROTOS VERDES PERU S.A.C., proveedor encargado de la implementación del paisajismo y sistema de riego automatizado, en conjunto con el proveedor DSE Dechini S.A.C, encargado de la parte civil del proyecto, ambos en coordinación con el cliente Inmobiliaria San Silvestre S.A.C, propietario del terreno e inversionista del proyecto.

3.2.1 Descripción de componentes del proyecto de paisajismo

El proyecto Plaza y Playa Choquehuanca consta de dos fases de intervención: Implementación del paisajismo e implementación de sistema de riego automatizado. El desarrollo de ambas fases se dio de manera conjunta a fin de cumplir con el cronograma establecido (Anexo 4).

En la fase de desarrollo del proyecto de paisajismo, como recomendación por parte del cliente, se solicitó que las áreas verdes a implementar debían estar compuestas por césped americano y corredores de dos variedades de *Penninsetum setaceum*, esto con la finalidad de que el área pueda ser uniforme y con un manejo convencional, y la población que transita cerca de ella pueda emplear el espacio como área recreativa o de descanso.

Asimismo, para que el proyecto se conceptualice bajo la formación de espacios verdes más sustentables y sostenibles, se planteó la posibilidad de generar áreas verdes más dinámicas, con vegetación variada que aporte mayor coloración y diversidad de texturas, de bajo consumo hídrico y reducido mantenimiento, por esta razón el desarrollo de jardines polinizadores, cuyos espacios sirvan de refugio, alimentación y/o descanso para la fauna polinizadora o benéfica presente en el ecosistema urbano.

Debido a que la composición florística en anteriores proyectos paisajísticos financiados por Inmobiliaria San Silvestre S.A.C están dominados por especies arbustivas de follaje con coloración llamativa y poca presencia de flores, cubre suelos como césped americano y plantas con flores de cambio paulatino, condicionados a un mantenimiento monótono y rutinario por parte del personal de mantenimiento de áreas verdes, el planteamiento del desarrollo de jardines polinizadores en la zona del proyecto que fue aceptado a un 60% con vegetación seleccionada (Tabla 3) dentro del rango presupuestal del cliente. Dicha vegetación se seleccionó en base a su calendario de floración (tiempo y duración del periodo de floración), temporalidad y tipo de la planta, tipo de polinizador beneficiado, bajo requerimiento hídrico y la disponibilidad en los viveros de Lima Metropolitana según las cantidades calculadas, las cuales se describen a continuación en base a la temporada de floración:

Tabla 3. Listado inicial de plantas propuestas para el desarrollo de jardines polinizadores al 100% en el proyecto Plaza y Playa Choquehuanca.

Ítem	Planta ornamental	Temporalidad de la planta	Tipo de planta	Tipo de floración
1	<i>Salvia leucantha</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
2	<i>Russelia equisetiformis</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
3	<i>Westringia fruticosa</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
4	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
5	<i>Aptenia cordifolia</i>	<i>Perenne</i>	<i>Herbácea</i>	<i>Continua</i>
6	<i>Aptenia cordifolia variegata</i>	<i>Perenne</i>	<i>Herbácea</i>	<i>Continua</i>
7	<i>Carpobrotus edulis</i>		- <i>cubresuelo</i>	
8	<i>Heliotropium arborescens</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
9	<i>Myrtus communis</i>	<i>Perenne</i>	<i>Arbustiva</i>	<i>Discontinua</i>
10	<i>Agapanthus africanus</i>	<i>Perenne</i>	<i>Herbácea</i>	<i>Discontinua</i>
11	<i>Strelitzia reginae</i>	<i>Perenne</i>	<i>Herbácea</i>	<i>Discontinua</i>

Fuente: Elaboración propia

a) Floración en temporada Fría

- *Salvia leucantha*: también conocida como salvia morada, pertenece a la familia Lamiaceae. Esta especie posee una morfología floral específica la cual le permite tener un mecanismo de polinización más excluyente (Figura 13), mediante el depósito del polen, por modificación de los estambres en forma de palanca, sobre la parte dorsal del cuerpo del polinizador mientras este accede al néctar encontrado en la base del tubo de la corola de las flores (O’leary y Moroni, 2016; Reith et al., 2007; Zhang y Classen, 2019). Otros mecanismos de eficiencia en la polinización son la combinación de colores de la corola tubular blanca con el cáliz morado en la flor

(Cornejo - Tenorio e Ibarra - Manríquez, 2011), los aromas desprendidos y el tiempo de floración, aproximadamente de 10 meses de febrero a noviembre (García y Angeles, 2019). Esta especie tiene mayor abundancia de flor en épocas frías, atrayendo a diversa fauna polinizadora. Espino et al., (2012) indica que el género *Salvia* presenta síndrome de polinización ornitofilia y melitofilia.

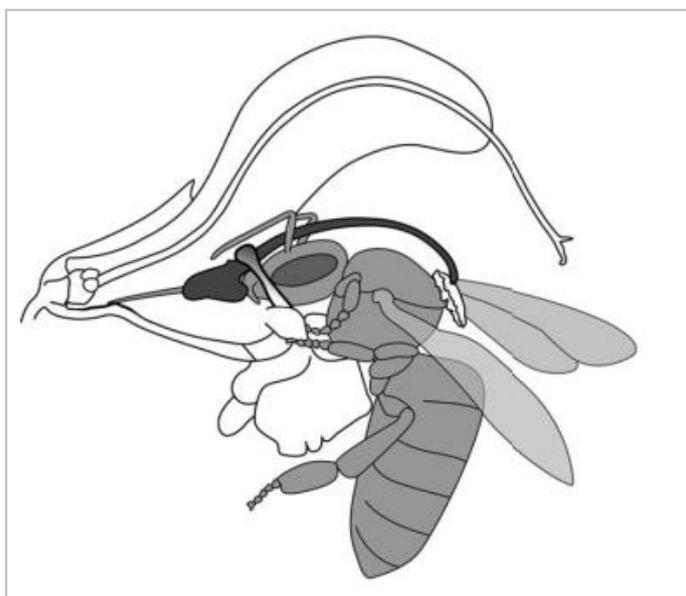


Figura 13. Mecanismo de palanca específico del género *Salvia*.

Nota: Extraído de *New Insights into the Functional Morphology of the Lever Mechanism of Salvia pratensis (Lamiaceae)* (pg. 396). Reith, M., Baumann, G., Classen Bockhoff, R. y Speck, T. 2007. *Annals of Botany* 100 (2).

- *Rosmarinus officinalis* o Romero: se incorpora dentro de los macizos de diseño plantas medicinales como las del generó *Rosmarinus* por sus propiedades benéficas en diversos tratamientos médicos. Esta especie, perteneciente a la familia Lamiaceae, se caracteriza por poseer aceites esenciales en casi toda la estructura de la planta, la cual también posee actividad biocida en insectos plaga (Flores - Villa et al., 2020). La planta es de porte arbustivo, con hojas pequeñas de coloración verde - grisácea y posee flores con tonos violetas -azulados que florecen en el periodo de otoño a primavera (Avila et al., 2011).
- *Crassula ovata*: también conocida como congona, es una especie empleada como ornamental en los jardines xerofitos, de floración durante las estaciones de otoño e invierno (Zúñiga y Carrodeguas, 2021). Jimeno (2018) menciona que no existen

reportes de los polinizadores específicos de diversas especies presentes en la familia Crassulaceae, sin embargo, se ha podido reportar cinco tipos de síndromes de polinización: melitofilia, falenofilia, psicofilia, ornitofilia y miofilia. Especie incluida en el desarrollo del proyecto durante la etapa de instalación, cumple el rol de planta polinizadora, sin embargo, rompe con la estética del diseño, dado que posee una característica textural gruesa, debido a sus hojas carnosas y brillantes, además de poseer tallos gruesos que simulan una conformación arbórea, por el contrario se buscó generar un jardín fluido que intente imitar a la naturaleza, con formas irregulares y movimientos generados por medio de las hojas, que presentan textura media y fina.

b) Floración en temporada de calor

- *Russelia equisetiformis*: especie empleada en el diseño como punto focal de atracción por la coloración rojiza de sus flores. Planta de porte arbustivo con floración abundante desde la primavera hasta mediados de otoño (Huerrell et al., 2004), posee una morfología floral tubulosa polinizada por aves, como los picaflores (Marcon, 2016), las mariposas (Pais, 2020) y abejas (Modro et al., 2011).
- *Westringia fruticosa*: especie perteneciente a la familia Lamiaceae. Planta de porte arbustivo con denso follaje perenne, con hojas de coloración gris – verdoso y flores pequeñas de color blanco o lila. Poseen una amplia floración, que va desde primavera hasta mediados de otoño. Atraen polinizadores como las abejas y aves (colibríes) y el polen y néctar que producen las flores son fuente de alimentación para insectos beneficios como los sírfidos y coleópteros.
- *Aptenia cordifolia* y *Aptenia cordifolia variegata*: especie de gran valor ornamental, empleado comúnmente como cubre suelo por su capacidad tapizante y de almacenamiento de agua en las hojas. Posee una floración constante, cuyo pico se encuentra en la época de calor. Según el reporte de Heredia et al. (2017) en el que se colectó y evaluó el polen para determinar la preferencia de flora por parte de los entomopolinizadores en un predio de la Universidad Nacional Federico Villarreal, se encontró que la *Aptenia cordifolia* presenta mayor aceptación y variabilidad de

polinizadores, de familias como *Pieridae*, *Lycaenidae*, *Braconidae*, *Apidae* y *Shyrphidae*.

- *Pennisetum setaceum* y *Pennisetum setaceum (rubrum)*: especie considerada como invasiva debido al amplio desarrollo de su follaje, son generalmente usados en paisajes desérticos o rocosos por la facilidad de proliferación, además requieren de espacios abiertos y soleados, siendo resistentes a condiciones adversas de humedad.

Dentro del desarrollo del paisaje, el *Pennisetum* puede generar limitaciones en el crecimiento de plantas ornamentales de porte más bajo, por ende, el manejo de la densidad de siembra toma relevancia, a fin de evitar apelmazamientos o competencia por luz o nutrientes entre las plantas. Las podas realizadas en dicho material vegetal pueden ser empleadas como mulch, dicha situación apoya a la conservación de la humedad en el suelo. El manejo del área verde dependerá de las perspectivas de beneficio que se le desea dar al sistema en conjunto.

- *Stenotaphrum secundatum*: también conocido como césped americano, es una especie ampliamente usada en espacios verdes abiertos con la finalidad de generar zonas de descanso o recreación para el empleo de la población. Difiere del concepto de formación de jardín polinizador al no generar beneficio sobre la fauna polinizadora, sin embargo, se encuentran estudios del beneficio de su empleo en la reducción de la sensación térmica en comparación con diversas estructuras de la urbe (asfalto, edificios, entre otros).
- *Carpobrotus edulis*: también conocida como uña de gato, es una especie empleada como tapizante por su porte rastrero y tipo de reproducción vegetativa, es capaz de tolerar suelos salinos, arenosos y con la ausencia de riego continuo. Florea durante casi todo el año siendo su pico más alto la época de calor, además son atractivos de una amplia diversidad de insectos polinizadores. Por su poder invasivo, la especie fue empleada en los jardines del estacionamiento vehicular, siendo la única planta presente en dichas áreas a fin de evitar competencia con otro material vegetal (Figura 14).

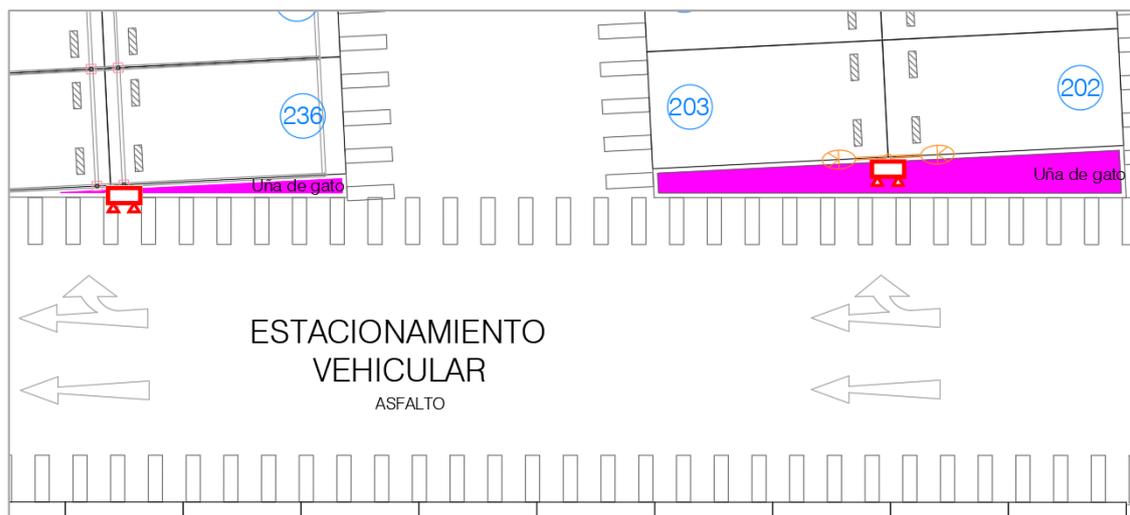


Figura 14. *Carpobrotus edulis* (color magenta) designados a los jardines del estacionamiento de la zona Playa Choquehuanca.

La descripción del mantenimiento de las plantas mencionadas y los componentes del sistema de riego se verá en capítulos más adelante.

3.2.2 Diseños en plano del proyecto de paisajismo

Aceptada la propuesta de modificación de especies a instalarse en los espacios disponibles para el desarrollo del área verde, se agruparon las plantas en macizos con diversas combinaciones (Anexo 5) de acuerdo con el desarrollo de su altura promedio y ritmo de crecimiento. Se consideró a las especies herbáceas cubre suelos (*Aptenia cordifolia* y *Aptenia cordifolia variegata*) por delante de las especies arbustivas (*Salvia leucantha*, *Rosmarinus officinalis* y *Westringia fruticosa*) y a las gramíneas (*Pennisetum setaceum*, *Pennisetum setaceum (rubrum)* y *Russelia equisetiformis*) de follaje exuberante cercanas a las plantas arbustivas, a fin de que estas no limiten el crecimiento de las especies herbáceas (Figura 15). El sector Plaza Choquehuanca incorporó a su diseño componentes rocosos de gran tamaño que se encontraban presentes antes de la ejecución, dichas estructuras brindaron la sensación de un paisaje más natural cuando se logró la integración con la flora suministrada (Figura 16).



Figura 15. Formación de macizos con (A) *Pennisetum setaceum*, (B) *Pennisetum setaceum (rubrum)*, (C) *Salvia leucantha*, (D) *Rosmarinus officinalis* y (E) *Aptenia cordifolia*, según orden de disposición de atrás hacia adelante respectivamente.

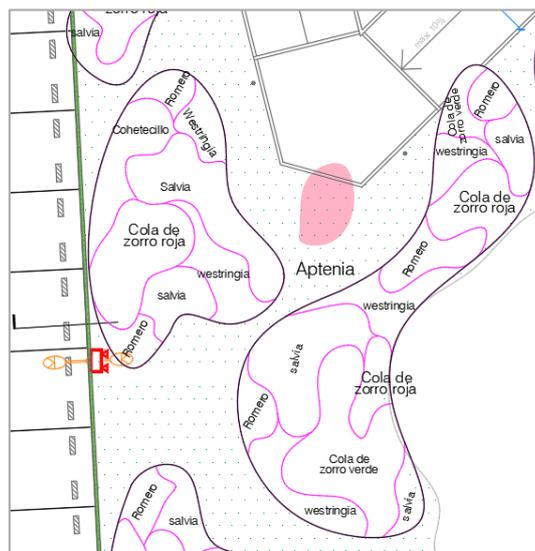


Figura 16. Formación de macizos sección de Plaza Choquehuanca con integración de componentes rocosos (manchas rosas).

Se limitó el uso de césped americano solo al sector de Plaza Choquehuanca, específicamente a las zonas de bordean las estructuras destinadas para el descanso o reposo del ciudadano. Se adicionó al diseño durante la etapa de instalación plantas de congona, especies recuperadas por parte del cliente de otro proyecto inmobiliario, a fin de evitar la pérdida de 320 m² de material vegetal, los cuales fueron distribuidos en los sectores de Playa y Plaza Choquehuanca (Anexo 6).

3.2.3 Implementación de jardín polinizador en el proyecto de paisajismo

Se describe a continuación las labores realizadas en el proceso de implementación del paisajismo en los sectores de Plaza y Playa Choquehuanca:

a) Limpieza y nivelación de terreno

Finalizada la liberación del sector de Plaza Choquehuanca por el contratista civil, se procedió a realizar la limpieza de los cascajos encontrados en dichas áreas (Figura 17A), se realizó la nivelación del terreno con la tierra de chacra y retiro de terrones (Figura 17 B, C y D), la misma labor fue realizada de manera posterior en el sector de Playa Choquehuanca.



Figura 17. A. Presencia de terrones y suelo sin nivelación en sector Plaza. B. Nivelación de terreno en sector Playa. C. Nivelación en sector Plaza. D. Retiro de tierra excedente durante el proceso de nivelación, considerando una diferencia de altura de 5 cm por debajo del piso terminado.

b) Topografía y trazado de diseño

Posterior a la primera actividad, se realizó la demarcación del terreno según diseño (Anexo 5) con el apoyo de equipos como teodolitos, niveles, cintas métricas y estacas, ubicándose de manera inicial en el límite de un sector y avanzando conforme se tomen los puntos de referencia (Figura 18 A, B y C). A la par fue realizada la labor de excavación (Figura 18D) para la instalación de las tuberías del sistema de riego automatizado por aspersión o goteo según corresponda, labor que se verá reflejado más adelante.



Figura 18. A y B. Trazos de diseño en terreno del sector Playa. C y D. Trazos de diseño en terreno del sector Plaza.

c) Suministro de plantas ornamentales

Se realizó la descarga de aproximadamente 68 mil plantas para el sector de Playa Choquehuanca y 20 mil plantas y 600 m² de césped americano aproximadamente para el sector de Plaza Choquehuanca, los cuales se distribuyeron según diseño en los trazos de macizos previamente formados (Figura 19). Las especies *Aptenia cordifolia*, *Aptenia*

cordifolia variegata y *Carpobrotus edulis* se encontraban en bolsas de polietileno de 2.8 litros, con una altura promedio de 10 centímetros de follaje y *Salvia leucantha*, *Rosmarinus officinalis*, *Westringia fruticosa*, *Penninsetum setaceum*, *Penninsetum setaceum (rubrum)* y *Russelia equisetiformis* en bolsas de polietileno de 4.4 litros, con una altura promedio de 50 centímetros de follaje, a excepción del césped americano que se encontraba dispuesto en champas con una altura promedio de 8 o 10 centímetros incluido el sustrato.



Figura 19. A y B. Disposición de plantas en sector Plaza. C y D. Disposición de plantas en sector Playa.

d) Abonamiento orgánico con compost

La labor fue realizada previo a la siembra en las áreas destinadas para la formación de macizos y cubre suelos, con un aproximado de 986 sacos de compost de 45 kilogramos (Kg) cada uno, con una dosificación de 1 saco por cada 15 m² aproximadamente.

e) Siembra de plantas ornamentales

La labor fue realizada iniciando por el sector Plaza, colocando los tepes de césped americano directamente al suelo trabajado (Figura 20 A, B, C y D), posterior a ello se realizó la labor de riego superficial exclusivamente en las áreas que contaban con dicho material vegetal. A fin de evitar la marchitez, debido a la alta incidencia solar, el riego se realizó de manera consecutiva por tres días seguidos, para luego ser realizado de manera inter diaria. Luego, se realizó la siembra de las otras plantas en el sector Plaza (Figura 20 F, G y H) y Playa Choquehuanca (Figura 20E) con el empleo de herramientas manuales como picotas y espátulas, realizándose riegos superficiales conforme se avanzaba la instalación de manera inter diaria. La labor de siembra tuvo una duración aproximada de 15 días hábiles.



Figura 20. A, B, C y D. Siembra de tepes o champas de césped americano en sector Plaza.
E. Siembra de plantas en sector Playa. F, G y H. Siembra de plantas en sector Plaza.

3.2.4 Implementación de sistema de riego automatizado en el proyecto de paisajismo

El diseño hidráulico del sistema de riego fue realizado por la contrata civil del proyecto, los cuales implementaron un tanque de 50 metros cúbicos (m³) de capacidad de almacenamiento de agua potable suministrado por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), con una bomba de riego de presión constante. Se realizó la habilitación del sistema de conducción de agua a través de tuberías matrices de 2 pulgadas en los sectores Plaza y Playa Choquehuanca.

El diseño agronómico propuesto contempla la implementación del sistema de riego automatizado como alternativa eficiente al requerimiento hídrico de las plantas, frente al riego convencional por gravedad, realizado en el mantenimiento de los parques y jardines de Lima Metropolitana. Los criterios planteados en el sistema de conducción y distribución de agua, según caudal de diseño, obedece a la demanda hídrica de cada sector, regando cada área en un turno determinado, por lo cual se planteó dividir el riego en sectores para lograr una mejor eficiencia de distribución, así como en las presiones y caudales de cada zona irrigada. La conducción fue realizada mediante mangueras de riego para el sistema de riego por goteo y tuberías de riego para el sistema de riego por aspersión.

a) Diseño agronómico

- **Evapotranspiración del cultivo de referencia**

La evapotranspiración de referencia (ET_o) se define como la evapotranspiración calculada en una superficie con pastizal con ciertas características sin restricciones de agua (Allen et al., 2006). La ET_o considerada en este proyecto fue obtenida del software CropWat 8.0 bajo el método ET_o Penman - Monteith Mensual. Los datos meteorológicos obtenidos en el software CLIPWAT 2.0 de la estación N° 2948 correspondiente a la estación LIMA (Anexo 7, estación más cercana al proyecto) se ingresaron al software CropWat 8.0. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores obtenidos de la evapotranspiración de referencia (Eto) mensual.

Mes	Eto(mm/día)	Mes	Eto (mm/día)
Enero	3.44	Julio	1.37
Febrero	3.94	Agosto	1.38
Marzo	3.89	Septiembre	1.71
Abril	3.27	Octubre	2.13
Mayo	2.12	Noviembre	2.52
Junio	1.43	Diciembre	2.76

- **Coefficiente de jardín**

Las necesidades hídricas de una planta pueden ser calculadas mediante la multiplicación de la ETo y el coeficiente del cultivo (Kc) o césped, sin embargo, al referirnos a un jardín, existe otro método similar, el cual implica un previo cálculo de factores que estiman la pérdida de agua de las plantas en dicha área, lo cual deriva en un coeficiente del jardín (Kj) (Wucols (2000), citado por Figueroa, (2019)) mediante la siguiente formula:

$$K_j = k_s * k_d * k_{mc}$$

Donde:

Ks = factor especie

Kd = factor densidad

Kmc = factor microclima

- **Factor especie**

El factor especie (ks) no refleja variación según estado fenológico de la planta a diferencia del Kc, el ks se obtiene categorizando a la especie según el consumo de agua (Wucols (2000), citado por Figueroa, (2019)). Se enlista en la Tabla 5 los rangos del ks según categorías:

Tabla 5. Rangos de factor ks en base al requerimiento hídrico de la planta.

Categoría	Rango ks
Muy bajo consumo de agua	< 0,1
Bajo consumo de agua	0,1 – 0,3
Moderado consumo de agua	0,4 – 0,6
Alto consumo de agua	0,7 - 0,9

Fuente: Wucols (2000) citado por Figueroa (2019)

Según menciona Figueroa (2019), cuando las plantas encontradas en un área determinada tienen necesidades similares, la selección del rango de ks se da en base a la característica en común, sin embargo, cuando las especies y necesidades son variadas, el rango de ks a considerar debe ser de la especie más demandante del recurso a fin de que no se genere estrés hídrico.

- **Factor densidad**

Empleado con la finalidad de categorizar la pérdida de agua de un área verde en base a la densidad o superficie foliar de las plantas presentes en un espacio verde (Wucols (2000), citado por Figueroa, (2019)). En la Tabla 6 se observan las categorías y rangos destinados al factor especie (kd) en base a la superficie cubierta por el material vegetal.

Tabla 6. Rangos de factor densidad (kd).

Categoría	Rango	Descripción
Bajo	0.5 – 0.9	Plantaciones en crecimiento (inmaduras) o que no llegan a cubrir toda el área.
Medio	1	Determinada por una plantación predominante (tapizantes) y árboles con una cubierta de copa entre 70% y 100%.
Alto	1.1 – 1.3	Cuando se presentan los tres tipos de vegetación (árboles, arbustos y cubre suelos) y se encuentran en cantidades sustanciales.

Fuente: Wucols (2000) citado por Figueroa (2019).

- **Factor microclima**

El factor microclima (kmc) calcula la pérdida de agua de un área verde en función a la incidencia de ciertos agentes como: la temperatura del ambiente, incidencia solar directa, velocidad del viento, agentes de interferencia urbana y humedad (Wucols (2000), citado por Figueroa, (2019)). En la Tabla 7 se observa las categorías y rangos destinados al kmc.

Tabla 7. Rangos de factor microclima (kmc).

Categoría	Rango	Descripción
Bajo	0.5 – 0.9	Los sitios que estén en sombra o protegidos del viento típico de la zona.
Medio	1	Equivalente a un entorno de campo abierto y sin vientos extraordinarios o atípicos.
Alto	1.1 – 1.4	Plantaciones expuestas a vientos atípicos, ubicadas en medio de autopistas o estacionamientos sin sombra, que reciban luz reflejada desde las ventanas cercanas, automóviles u otras superficies reflectantes

Fuente: Wucols (2000) citado por Figueroa (2019)

A continuación, se muestran los valores obtenidos del coeficiente del jardín (Kj) producto de los factores antes mencionados (Tabla 8). Para la valorización de rango del factor especie (ks) se tomó en consideración el listado de especies por Wucols IV quien clasifica las plantas en base al uso del agua (Costello y Jones, 2014). Dado la variedad de especies empleadas en el proyecto, se consideró el valor promedio de cada rango de factor especie (ks) según el consumo de agua (Tabla 5).

El factor densidad (kd) tomó un valor de 1.1 de la categoría "Alto", dado que el área presentaba vegetación herbácea y arbustiva en ambas zonas, solo el sector Playa presentaba influencia de árboles aledaños al proyecto, sin embargo, dicha influencia no superaba el 20 % del sector, motivo por el cual se tomó el menor valor de dicho rango. El factor microclima (kmc) tomó un valor de 1.3, resultado del promedio del rango de la categoría "Alto", por ubicarse en un área descubierta con alta incidencia de humedad cercana al litoral marino, con un valor aproximado de 84 % (según la estación meteorología de LIMA N° 2948 para

el mes de marzo) y exposición directa a los rayos solares con un rango de temperatura máxima de 28.3 °C y temperatura mínima de 18.9 °C para el mes de marzo, según la estación meteorología de LIMA N°2948, además de encontrarse aledaño a una vía principal de moderado tránsito vehicular como lo es la Av. Camino Real, San Isidro.

Los cálculos fueron realizados en base a las especies seleccionadas previo a la labor de implementación. Debido a que la especie *Crassula ovata* fue recuperada de otro proyecto inmobiliario, esta no fue considerada dentro del cálculo inicial del coeficiente del jardín (Kj) en el diseño agronómico del sistema de riego, sin embargo, según el listado de especies por Wucols IV la especie vegetal se encuentra considerada como especie de bajo consumo hídrico tomando un valor similar al de *Aptenia cordifolia*, valor que no modifica el Kj calculado.

Tabla 8. Valores del coeficiente del jardín (Kj) en base a los factores de especie ornamental (ks), densidad (kd) y microclima (kmc).

Especie ornamental	ks	kd	kmc	Kj
<i>Salvia leucantha</i>	0.2	1.1	1.3	0.286
<i>Russelia equisetiformis</i>	0.5	1.1	1.3	0.715
<i>Westringia fruticosa</i>	0.2	1.1	1.3	0.286
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.2	1.1	1.3	0.286
<i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Aptenia cordifolia variegata</i>	0.2	1.1	1.3	0.286
<i>Pennisetum setaceum</i> y <i>Pennisetum setaceum (rubrum)</i>	0.2	1.1	1.3	0.286
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	0.8	1.1	1.3	1.144
<i>Carpobrotus edulis</i>	0.2	1.1	1.3	0.286

En base a los valores determinados, el Kj de mayor valor fue el brindando por el césped americano, indicativo de que es una especie de alto consumo hídrico, valor que será empleado para los cálculos posteriores en la determinación de la lámina de riego general del sistema de riego.

- **Evapotranspiración del jardín**

La evapotranspiración del jardín (ETj) se calculó tomando como referencia el ETo más alto correspondiente al mes de febrero con un valor de 3.94 mm/día con el coeficiente del jardín (Kj) obtenido del césped americano (Tabla 9). A pesar de que los sectores están compuestos por diversas especies ornamentales, siempre deberá considerarse en base a la especie de más alto requerimiento hídrico.

Tabla 9. Evapotranspiración máxima del jardín.

Especie ornamental	ETo máx. mensual (mm/día)	Kj	ETj (mm/día)
césped americano	3.94	1.144	4.507

Debido a la ausencia de una precipitación efectiva (Anexo 8), la necesidad neta del jardín es igual al valor obtenido de la evapotranspiración máxima del jardín (ETj).

- **Parámetros de diseño de riego**

Posterior al cálculo de las necesidades netas del área verde se realizó el cálculo de los parámetros de riego, considerando una eficiencia de riego de 90% para todo el sistema automatizado y una precipitación horaria de 15 milímetros por hora (mm/h), los siguientes valores se plasman en la Tabla 10.

Tabla 10. Parámetros en el diseño de riego.

Parámetro	Unidad	Valor
Necesidades netas	mm/día	4.51
Eficiencia de riego	%	90.00
Necesidades brutas	mm/día	5.01
Precipitación horaria	mm/h	15.00
Tiempo de riego	min	20.00

La lámina de riego (L_r) fue calculada en base a las necesidades netas del jardín (mm/día) y la eficiencia de riego del sistema, obteniendo un valor de 5.01 mm/día. El tiempo de riego de cada válvula fue calculado en base a la L_r y la velocidad de aplicación promedio de cada válvula también denominado precipitación horaria, obteniéndose un valor de 20 minutos.

b) Descripción de componentes del sistema de riego por goteo

Partiendo de las tuberías matrices de 2 pulgadas se acondicionaron válvulas inalámbricas o electroválvulas de 9 voltios (Anexo 9) con laterales de 1 pulgada de PVC y mangueras de riego de 16 mm (Anexo 9), las cuales tienen una separación de 0.4 metros entre mangueras, con goteros de 2.5 litros distanciados cada 0.50 metros (con apoyo de accesorios de 16 mm como tapones extremos, abrazaderas, conectores, acoplamientos, entre otros). El sistema por goteo consta de 17 válvulas distribuidos en 3 horarios de riego: 1er turno (8:40 – 9:00 am) zona amarilla (9:10 am - 9:30 am), 2do turno zona celeste y 3er turno (9:40 am- 10:00 am) zona rosada (Figura 21). Cada turno con una duración de 20 min y una frecuencia de aplicación de 02 veces por semana.

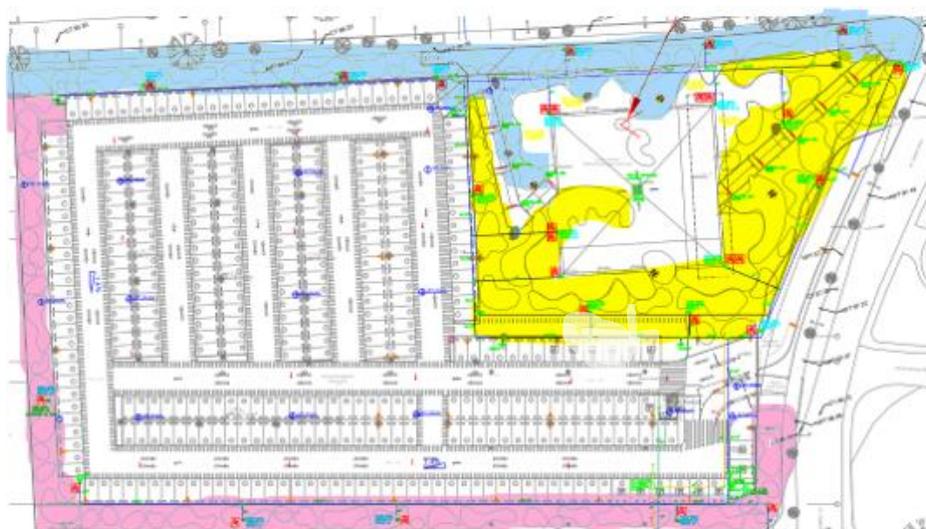


Figura 21. Sectorización del sistema de riego por goteo en 3 turnos de riego.

c) Descripción de componentes de sistema de riego por aspersión

En el sistema empleado para la zona de césped americano presente en el sector de Plaza, cada toma de riego está compuesta por una tubería matriz de 2 pulgadas la cual fue

acondicionada a una válvula inalámbrica de 1 pulgada de 9 voltios (Anexo 9) para su posterior distribución en laterales de 1 pulgada en los que se acoplaron rociadores emergentes (Anexo 9). El sistema de riego consta de 8 válvulas (Figura 22), cada una distribuida con una cantidad de rociadores ubicados de manera estratégica para abarcar toda el área, los rociadores tienen una inserción entre 20-50 cm dependiendo de la ubicación, con diferentes ángulos y distancias de riego dado que la zona Plaza Choquehuanca presenta depresiones topográficas. Con una frecuencia de riego diaria con un tiempo de 5 min.

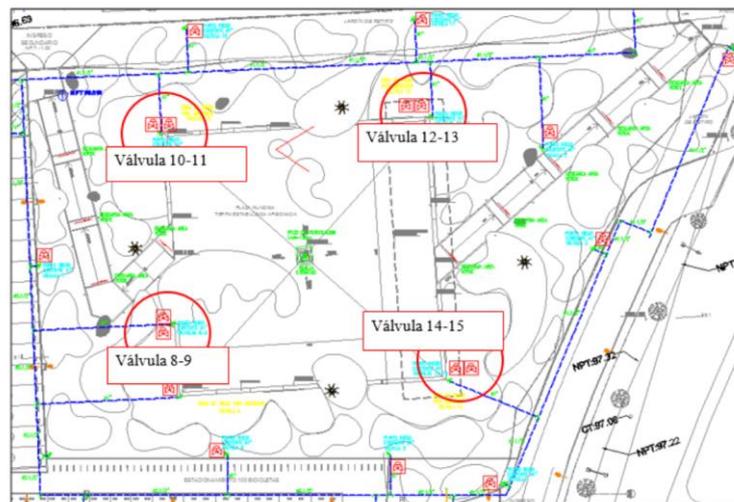


Figura 22. Distribución de válvulas en riego por aspersión en Plaza Choquehuanca.

d) Puesta en marcha del sistema de riego automatizado

La implementación del sistema de riego automatizado se dio a la par con la labor de siembra de especies ornamentales, la activación de las válvulas de riego y programación se realizó a través del aplicativo GreenApp (Bermad Global & Subsidiaries, Berkshire, Reino Unido). Para dicha labor es necesario la descargar del software en un dispositivo móvil, posterior a ello se deberá realizar la activación de cada válvula que aparecerán automáticamente en el listado del aplicativo. El aplicativo cuenta con un panel interactivo en el que se puede modificar la programación según requerimiento.

3.3 Manejo agronómico en el mantenimiento del jardín polinizador

El mantenimiento integral del área verde comprende actividades en base a las necesidades particulares de cada espacio. La frecuencia, especificidad y seguimiento de la intervención difiere en un área verde pública y privada. Existe una serie de actividades culturales relacionadas al mantenimiento de un área verde. Las labores de mantenimiento en un jardín polinizador pueden diferir cuando se les compara con un jardín convencional, dado que el primero se desarrolla con la finalidad de generar menos intervenciones. El manejo agronómico realizado en el jardín polinizador del proyecto Plaza y Playa Choquehuanca - Maristas (desarrollado al 60%), se ha enfocado en las siguientes actividades:

3.3.1 Deshierbe o desmalezado

La presencia de plantas no deseadas dentro de un área verde convencional sugiere la intervención para su erradicación, dado que su presencia está ligada a la generación de competencia por luz, nutrientes y/o agua con las plantas presentes en dichos espacios. Sin embargo, en el desarrollo de espacios más sostenibles, la presencia de malas hierbas podría apoyar a la generación de un espacio más diverso y atractivo para las especies benéficas (Fernández et al., 2001).

Por ello, la presencia de malezas dentro de un ecosistema no solo debe ser considerado como fuente de problemas fitosanitarios, frente a la ausencia de flores en los espacios verdes, las malezas se convierten en un recurso para la obtención de polen y néctar, como, por ejemplo, para los insectos parasitoides, cuyos adultos frente a la ausencia de hospederos recurren a las flores para su alimentación (Castillo et al., 2015). Así, por ejemplo, en un estudio realizado en flores de malezas para la determinación de los insectos del orden Himenóptera asociados a ellos se obtuvo que el 37% son insectos que apoyan al control biológico y el 100% de los insectos estudiados son potenciales polinizadores (Fernández T. et al., 2001).

Las especies de malas hierbas identificadas durante la intervención de mantenimiento en el proyecto fueron el *Aster sp.* y *Bidens pilosa*, posiblemente provenientes del aporte de tierra de chacra al proyecto, el compost o en el mismo sustrato en el que se desarrollaron las plantas (bolsas de polietileno). A ambas especies se les atribuye hospederos benéficos. Según el

estudio realizado por Quispe (2015) en la determinación de la entomofauna benéfica para el cultivo del maíz en La Molina, se indicó que la especie *Bidens pilosa* presenta potencial para hospedar controladores biológicos, entre ellos parasitoides de las familias Braconidae, Pteromalidae, Ichneumonidae, Chalcididae y Scoliidae y predadores como los de la familia Chrysopidae, Syrphidae y Coccinellidae, mientras que la especie *Aster sp.*, se encontró asociada a la presencia de insectos polinizadores de la familia Halictidae.

Las evaluaciones en campo del profesional encargado determinaran su asentamiento o eliminación. Sin embargo, durante la intervención en el mantenimiento del proyecto, las malas hierbas identificadas fueron retiradas, debido al cumplimiento del carácter estético que debían tener las áreas verdes según acuerdo con el cliente. La frecuencia de intervención en la labor de desmalezado fue realizada de manera quincenal durante los 2 primeros meses de asentamiento del proyecto, posteriormente la labor fue realizada de manera mensual, considerando el retiro previo de toda estructura vegetativa de las plantas invasoras a fin de evitar sus rebrotes.

3.3.2 Desahije y propagaciones vegetativas

Tal como menciona Soria (2021), el mantenimiento en un área verde pública está ligada por contrato a la renovación constante de plantas que puedan verse afectadas por las distintas actividades recreacionales de la población, por daños ocasionados por insectos plaga, entre otros; el umbral de daño o deterioro no debe superar el 30% del conjunto de plantas presentes en un área, generalmente, las especies vegetales que presentan flores de estación son constantemente renovadas dado que su floración tiene una duración máxima de 3 meses. De ahí que sea necesario formar espacios verdes más sustentables a fin de evitar las reposiciones o cambios continuos en la vegetación.

El desarrollo del jardín polinizador en el proyecto Choquehuanca incluyó plantas de fácil y rápida propagación vegetativa, a fin de que los espacios con suelo descubierto sean repoblados sin necesidad de la siembra de nuevas plantas. El material vegetal puede ser extraído a través de la labor de desahije, evitando dañar las raíces de la planta principal, para su posterior resiembra o puede ser propagado a través de esquejes o estacas dependiendo de la especie, lo cual difiere significativamente en la reducción de costos de mantenimiento por recambios paulatinos de las áreas verdes convencionales.

Estas labores fueron realizadas en base a los requerimientos de cada sector para la incorporación de plantas en áreas que presentaban: muerte prematura del material vegetal, daños ocasionados por terceros, entre otros motivos. Diferenciándose de acuerdo con el tipo de especie:

- En *Salvia leucantha*, *Rosmarinus officinalis* y *Westringia fruticosa*, la propagación de estas especies se realizó mediante la obtención de esquejes de 20 cm, cortados desde el tercio medio y tercio superior de la planta, los cuales fueron suministrados en bolsas de propagación para un mejor control del material, con el apoyo de enraizantes químicos, las propagaciones fueron realizadas al inicio de la temporada de calor (primavera).
- En *Aptenia cordifolia*, *Aptenia cordifolia variegata* y *Carpobrotus edulis*, la propagación se realizó mediante la obtención de esquejes de 20 cm aproximadamente, la cual previa remoción del suelo fue suministrada de manera directa en este. Dicha actividad se realizó al segundo mes de mantenimiento finalizada la implementación del proyecto, debido a daños ocasionados por las mascotas que paseaban cercanas a la zona Playa Choquehuanca.
- En *Russelia equisetiformis*, *Penninsetum setaceum* y *Penninsetum setaceum (rubrum)*, la labor de propagación se realizó mediante la separación del material vegetal (desahije), evitando el daño en las raíces, el cual fue suministrado directamente al suelo previa remoción de este.
- En *Stenotaphrum secundatum*, la labor de propagación se realizó mediante la obtención de esquejes de los estolones generados conforme el material se desarrollaba, dicho material fue cortado y se suministrado directamente al suelo previa remoción.

3.3.3 Riego

Labor que fue realizada mediante el sistema de riego tecnificado, según lo mencionado anteriormente, con una frecuencia de riego de dos veces por semana y 2960 litros por día para el sistema de riego por goteo y una frecuencia de riego siete veces por semana con un volumen de 2002 litros por día para el sistema de riego por aspersión, en todo el proyecto.

3.3.4 Podas

Uno de los aspectos importantes a manejar en las áreas verdes polinizadoras es la labor de renovación floral. Cada planta seleccionada posee una época de floración, posterior a este evento es necesario que las plantas sean renovadas, dicha renovación se genera con la labor de poda, así:

- En *Salvia leucantha* y *Rosmarinus officinalis*, cuya floración principal es en la época fría, las podas fueron realizadas a mediados de la primavera con la finalidad de que se renueve el follaje y se incentive la formación de nuevos puntos de crecimiento floral.
- En *Westringia fruticosa*, cuya floración es en época de calor (primavera - mediados de otoño), la labor de poda se realizó finalizando la estación de invierno, para generar un incentivo en la formación de brotes de hojas y flores.
- En *Aptenia cordifolia*, *Aptenia cordifolia variegata* y *Carpobrotus edulis*, cuya floración mayor es en la estación de primavera - verano, las podas en estas especies fueron realizadas mediante el retiro de secciones de dichas plantas hasta reducir la carga foliar generada durante su crecimiento para la obtención de esquejes o para delimitar su espacio de desarrollo (cantoneo) a fin de evitar el traslape con otras plantas o en zonas de tránsito peatonal.
- En *Russelia equisetiformis*, *Penninsetum setaceum* y *Penninsetum setaceum (rubrum)*, la labor de poda fue realizada previo al ingreso de la temporada de calor (primavera), retirando la mayor parte del follaje para el rebrote de nuevas hojas, dejando las plantas hasta una altura de 20 - 25 centímetros (cm).
- En *Stenotaphrum secundatum*, el corte de césped es considerado labor de poda y es realizado con maquinaria especializada, como moto guadañas, segadoras o tractores de corte vertical.

Las podas deben ser intercaladas, de manera que el jardín disponga de flores durante todo el año para la alimentación o refugio de la fauna polinizadora o fauna benéfica. Dicha intervención se realiza de manera anual.

3.3.5 Corte de césped

La frecuencia de corte durante la época de calor (primavera – verano) se realizó con intervalos de 15 días, debido al incremento de la temperatura ambiental e intensidad luminosa, así como el aumento de horas luz que promueven una mayor fotosíntesis, por ende, un incremento en la masa vegetal (Paniagua - Pardo et al., 2015). Durante la época fría (invierno - otoño) el corte fue realizado cada 20 días, debido a una disminución en la actividad fotosintética del césped e incremento de la humedad en el ambiente que mantuvo el sustrato humedecido por más tiempo, motivo por el cual se generó un mayor intervalo de días entre cada riego.

3.3.6 Aplicaciones fitosanitarias

El uso indiscriminado de plaguicidas para el control de insectos plaga en plantas ornamentales trae consigo no solo un elevado costo al mantenimiento, sino también la muerte de muchos insectos polinizadores o benéficos, cuyo sistema nervioso generalmente se ve afectado dependiendo del tipo de producto. Castillo et al., (2009), mencionan que los plaguicidas generan el cierre de estomas en las hojas afectando el proceso de fotosíntesis. Una fauna variada trae consigo la presencia de insectos beneficios para el control biológico de los insectos plagas, así se encontró la presencia de *Hippodamia convergens*, *Chrysoperla sp.* y *Cycloneda sp.* en los jardines formados.

Durante la etapa de acondicionamiento del proyecto (primer mes) se realizaron aplicaciones fitosanitarias (quincenalmente) para el control de *Aleurothrixus floccosus* (mosca blanca) con insecticidas biológicos a base de extracto de aceite de Neem (40 ml para un volumen final de 20 litros) con la finalidad de reducir la carga de insectos plaga presentes, generados posiblemente por la contaminación con las áreas verdes públicas cercanas al proyecto o traídas desde el vivero antes de su siembra. Posterior a las dos aplicaciones realizadas durante el primer mes, no se volvió a intervenir durante los siguientes de contrato por el mantenimiento del área verde.

3.3.7 Aireación

El riego pesado realizado en áreas verdes públicas mediante el sistema por inundación genera a largo plazo la compactación del terreno, relacionado también con las actividades que realiza la población sobre el área verde (césped americano, en su mayoría), lo que limita la filtración del agua de riego y reduce la porosidad del suelo. La labor de aireación tiene la finalidad levantar secciones del césped o suelo descubierto a fin de mejorar la filtración del agua de riego y puedan ser captadas por la planta. Dicha labor también apoya al ingreso de fertilizantes en el proceso de abonamiento orgánico o inorgánico y al arenado en caso de césped.

Según la programación de mantenimiento anual en el Proyecto Plaza y Playa Choquehuanca, la labor de abonamiento en el césped americano debe ser realizada antes del ingreso a la época de calor constante, entre mediados de septiembre e inicios de octubre, previa labor de aireación del suelo. Por otro lado, el arenado en el césped, que apoya a mejorar la permeabilidad del agua de riego y mejorar la ventilación en el suelo, debe ser realizada previa labor de escarificación, que consiste en la ruptura de la compactación del material vegetal generado por acumulación de hierba seca o musgo. El arenado tendrá una frecuencia bianual debido a la diferencia de sometimiento de carga en comparación a un área verde con riego convencional (inundación o gravedad), cuya frecuencia de arenado debería ser anual, este procedimiento deberá ser realizado 2 semanas después de la labor de abonamiento.

Las labores de mantenimiento del jardín polinizador se plasmaron en un cronograma mensual de actividades en base a las necesidades del área verde, el cual fue monitoreado y supervisado de manera constante por mi persona y compartido al cliente para su seguimiento. Así mismo, de manera habitual el personal operativo recibió capacitaciones de seguridad (en base a las normativas de salud y seguridad en el trabajo) y de manejo del área verde (buenas prácticas agronómicas, capacitación de procedimiento operacional, otros).

El sector Plaza Choquehuanca habitualmente presentaba daño generado por terceros (aplastamiento del material vegetal por el tránsito peatonal o asentamiento de mascotas sobre el área verde) debido a que bordeaba el 80% del proyecto, la reposición de material vegetal mediante esquejes obtenidos del mismo jardín fue una labor que permanentemente se plasmaba en el cronograma de actividades (labor semanal) lo cual generaba el retraso de

otras labores como el cantoneo o deshierbe en las diversas áreas del proyecto. Debido a que esta situación se volvió habitual, se realizaron cercos paulatinos con vallas de seguridad en áreas recientemente sembradas y carteles informativos con la finalidad de generar conciencia del cuidado del área verde en el peatón.

3.4 Comparación de jardines polinizadores frente a jardines convencionales en el verde urbano de Lima Metropolitana

Convencionalmente, las áreas verdes urbanas han sido empleadas y cuantificadas para poder compensar la densidad de las estructuras urbanas, en tal contexto, pocos son los distritos que cumplen con el mínimo de metro cuadrado de área verde por habitante. La escasez de los espacios libres para el desarrollo de áreas verdes es una realidad preocupante en torno al rápido crecimiento urbanístico debido a las necesidades de la sociedad, situación que inciden directamente en la percepción de la calidad de vida de la población. Otro de los problemas claramente divisados en la conformación de espacios verdes es su progresivo aislamiento como consecuencia de la división territorial que se deriva del desarrollo urbano, generando espacios verdes sin conexión, que conllevan a una reducida funcionalidad ambiental.

El modelo convencional de desarrollo de espacios verdes urbanos ha mostrado una serie de carencias en la búsqueda del desarrollo sustentable y sostenible, manteniéndose aún problemas de gestión pública, gobernabilidad, desigualdad sociocultural, problemas ambientales, entre otros. El concepto más resaltante y empleado en el desarrollo de espacios verdes en la urbe es la mejora de la calidad de vida en la población y mitigación ambiental, sin embargo, estos difieren del verdadero concepto de sostenibilidad y sustentabilidad. Así, por ejemplo, una situación que comúnmente se observa en el desarrollo de áreas verdes en Lima Metropolitana es la combinación del uso de plantas de bajo requerimiento hídrico, por ejemplo, las especies crasas (*Aptenia cordifolia*, *Carpobrotus edulis*, etc.) y especies de alto requerimiento hídrico como el césped (especie de mayor consumo y además de mayor uso). Esta situación no solo genera incompatibilidad en el mantenimiento de las áreas verdes, sino que afecta negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo cual trae como consecuencia una reducción de los servicios ecosistémicos que tanto se necesita promover con el desarrollo de espacios verdes sustentables y sostenibles.

Frente a lo mencionado, los jardines polinizadores nacen como alternativas para el desarrollo

de espacios verdes más eficientes, que apoyen al mejoramiento ambiental de la ciudad y generen paralelamente beneficios socioeconómicos. Los jardines polinizadores no solo tienen la finalidad de proporcionar refugio, alimento y/o descanso para los polinizadores y fauna benéfica, sino también apoyan a la formación de espacios estéticamente variados, con una diversidad de colores, texturas y aromas, los cuales fortalecen los vínculos con la sociedad al ofrecer espacios de sensibilización, educación y revalorización de la diversidad de flora y fauna presentes en el ecosistema urbano, además, reduce considerablemente la frecuencia y el empleo de insumos químicos en el mantenimiento de las áreas verdes, entre otros tantos beneficios en comparación con las áreas verdes convencionales.

Existe entonces, una marcada diferencia entre los espacios verdes convencionales y jardines polinizadores. En base a la experiencia profesional adquirida se puede además mencionar que un área verde convencional con predominancia de césped americano posee un elevado costo de mantenimiento mensual en comparación con un jardín polinizador de la misma dimensión. En las Tablas 11 y 12, se observan las diferencias en las intervenciones (jornada laboral) de mantenimiento realizadas en un área verde convencional y un jardín polinizador, además, el empleo de consumibles como el gasohol y aceite de dos tiempos para la realización de la actividad de corte de césped incide en el incremento del CO₂ al medioambiente.

Tabla 11. Costo de mantenimiento básico mensual (en soles) en 800 m² de césped americano (área verde convencional).

Descripción	Costo			
	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub Total
Personal operativo - corte de césped	jornal	12	S/ 43.33	S/ 520.00
Personal operativo - mantenimiento	jornal	16	S/ 43.33	S/ 693.33
Depreciación de maquinaria de corte	global	1	S/ 150.00	S/ 150.00
Depreciación de herramientas	global	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Depreciación de materiales (bolsas)	global	1	S/ 12.50	S/ 12.50
Gasohol 90	galón	5.8	S/ 20.90	S/ 121.22
Aceite de dos tiempos - 100 ml	botella	6	S/ 4.50	S/ 27.00
Total (No incluye IGV)				S/ 1,574.05

Tabla 12. Costo de mantenimiento básico mensual (en soles) en 800 m² de jardín polinizador.

Descripción	Costo			
	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub Total
Personal operativo - mantenimiento	jornal	16	S/ 43.33	S/ 693.33
Depreciación de herramientas	global	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Depreciación de materiales (bolsas)	global	1	S/ 12.50	S/ 12.50
Total (No incluye IGV)				S/ 755.83

Por lo general, las áreas verdes convencionales emplean flores estacionales para la formación de diseños como puntos focales de atracción en el área verde, sin embargo, estos requieren de una renovación constante de cada 3 meses aproximadamente, incrementando el costo de mantenimiento mensual en caso la proyección de costo anual se prorratee cada mes. Dicha situación no se da en los jardines polinizadores, dado que se seleccionan plantas perennes de floración continua o discontinua que mantiene el follaje siempre verde, además la alternación y traslape de floración evita el reemplazo de las plantas que se encuentra en reposo, lo que genera que el área verde se encuentre en constante floración con diversos puntos focales de atracción visual. La renovación o reposición de las plantas con flores en los jardines polinizadores se da mediante la separación de hijuelos que se generan en el mismo espacio, reduciendo el costo de compra de nuevas plantas.

Como se mencionó con anterioridad, los espacios verdes convencionales en Lima Metropolitana se desarrollan con un determinado número de especies ornamentales, entre los que resaltan las especies arbustivas de hoja perenne y coloración llamativa, en el cual la diversidad florística es escasa, por ende, la presencia de fauna polinizadora o benéfica es limitada. Sin embargo, el desarrollo de espacios verdes con una diversidad de plantas ornamentales, que generen distintos tiempos de floración, como lo son los jardines polinizadores, apoyan a la presencia de una variedad de entomofauna y avifauna en el área verde. En la Tabla 13 se muestra la presencia de fauna polinizadora encontrada en las plantas presentes en el proyecto Plaza y Playa Choquehuanca.

Tabla 13. Presencia de fauna polinizadora observada en proyecto Plaza y Playa Choquehuanca.

Especie ornamental	Fauna polinizadora				
	Hymenoptera (abejas)	Díptera	Lepidóptera	Aves - Colibríes	Coleópteros
<i>Salvia leucantha</i>	x			x	
<i>Aptenia cordifolia</i> y <i>Aptenia cordifolia variegata</i>	x		x		
<i>Russelia equisetiformis</i>	x		x	x	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	x	x			
<i>Westringia fruticosa</i>	x	x			x
<i>Penninsetum setaceum</i> y <i>P. setaceum (rubrum)</i>		x			
<i>Carpobrotus edulis</i>	x		x		
<i>Crassula ovata</i>	x	x		x	

El desarrollo de jardines polinizadores ya es reconocido en otros sectores de la agricultura (convencional y urbana), ya que es conocido como el servicio que genera y consecuentemente promueve un aumento en la producción de los cultivos. La agricultura urbana viene tomando importancia para la obtención de alimentos más sostenibles y de precio más accesible para las familias involucradas, lo cual hace necesario la presencia de entidades gubernamentales y privadas (ONG, gremios productivos, otros) para el desarrollo de investigaciones que apoyen a la conservación y aumento de polinizadores y por consiguiente el incremento de la calidad y cantidad de frutos en la producción urbana (Pantoja et al., 2014). Sin embargo, en la ciudad, la presencia de áreas verdes convencionales reduce dicho servicio ecosistémico (la polinización), limitando la aparición y conservación de polinizadores implicados en el proceso de producción de alimentos para consumo humano y reproducción y perpetuación de muchas plantas.

El desarrollo, remodelación o recuperación de los espacios verdes presentes en Lima Metropolitana debe abordarse desde un plan de conservación integral, bajo pautas de sustentabilidad ambiental y sostenibilidad social, de manera que se generen espacios convenientemente interconectados para el establecimiento de una continuidad biológica, donde se propicie la participación ciudadana y la educación ambiental.

IV. CONCLUSIONES

La formulación y desarrollo de espacios verdes en los años de experiencia profesional han estado ligados a la conformación de áreas verdes convencionales, esto debido a que son presentados como espacios simples, controlados y de uso social, sin embargo, frente a la necesidad de mitigar la pérdida del ecosistema natural, se realizó la propuesta de implementación de un jardín polinizador bajo criterios previamente aprobados por el cliente en un espacio privado de uso público. El diseño e implementación del jardín polinizador apoyó a mejorar visiblemente el paisaje de la urbe, donde se generaron espacios en los que se pudo divisar la presencia de polinizadores como abejas, abejorros, colibríes, mariposas, entre otros, con zonas de colores llamativos, olores y movimiento con floración constante. Es posible aplicar lo realizado en el espacio urbano del distrito de San Isidro en otros distritos de Lima Metropolitana y provincias bajo condiciones similares.

Existen diversas alternativas para la formación de espacios verdes más sustentables y sostenibles en la urbe, cada uno apoya a mejorar los servicios en el ecosistema urbano frente a una conformación de espacio verde convencional. La promoción y cuidado de estos espacios apoyaría a generar mejores políticas de gestión pública para la recuperación de la flora y fauna para hacerle frente a uno de los más grandes desafíos en la actualidad, la expansión urbana. La formación de jardines polinizadores puede variar en cuanto a costos, sin embargo, los beneficios posteriores pueden compensar dicha inversión, en la reducción de costos de mantenimiento, mitigación de los efectos del cambio climático, aumento de la biodiversidad, fortalecimiento de los vínculos sociales, entre otros.

V. RECOMENDACIONES

- El empleo de plantas nativas como alternativa al uso de plantas exóticas o introducidas en la formación de jardines polinizadores o áreas verdes convencionales es una alternativa viable que debería ser considerada por los entes públicos y privados, sin embargo, es necesario contar con mayor investigación científica a nivel local para su empleo.
- Es necesario realizar más estudios sobre el análisis de la composición vegetal en los jardines polinizadores, que conlleve a maximizar la presencia de fauna polinizadora y benéfica, incluyendo su asociación a la presencia de malezas o malas hierbas, que pueden ofrecer grandes posibilidades en el manejo de los espacios verdes en el ecosistema urbano.
- La formación de jardines polinizadores en un área específica apoya al asentamiento de la fauna polinizadora, sin embargo, los espacios sin interconexión limitan el incremento de los servicios ecosistémicos, es conveniente el desarrollo de áreas verdes más conectadas a fin de evitar el aislamiento por fragmentación del espacio urbano.
- Las entidades públicas deben generar lineamientos para la adecuada conformación de espacios verdes, con una proyección a búsqueda de espacios verdaderamente sustentables y sostenibles, que apoyen y fomenten la conciencia ambiental y la participación ciudadana en el establecimiento de las áreas verdes en la ciudad.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de agua de los cultivos*. En Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación - FAO. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Andrade, G. I. y Castro, L. G. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia, invitación a una interpretación socioecológica. *Ambiente y Desarrollo*, XVI (30), 53 – 71. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4021796.pdf>
- Antunez Paucara, Y. G. R., Díaz Condori, E. M. y Kuong Gago, S. R. (2021). La evaluación del índice de área verde en los espacios públicos del distrito de Chorrillos [Universidad Científica del Sur]. En *Repositorio Institucional – UCS*. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/2067>
- Aquafondo, Cooperación Alemana para el Desarrollo-GIZ y A2G Climate Partner. (2018). *Huella Hídrica de los usuarios de agua en Lima Metropolitana*. Fondo de Agua para Lima y Callao – AQUAFONDO. Ed. 1ra edición. <https://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2018/06/Huella-H%C3%ADdrica-de-los-usuarios-de-agua-en-Lima-Metropolitana-AQUAFONDO-..compressed.pdf>
- Arellano, B. y Roca, J. (2018). Áreas verdes e isla de calor urbana. En *Libro de proceedings, CTV 2018: XII Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual: “Ciudades y Territorios Inteligentes”*: UNCuyo (pp. 417 – 432). Centre de Política de Sol i Valoracions, CPSV. <https://doi.org/10.5821/CTV.8255>

Arévalo Gómez, W. A. y Alcántara Boza, F. A. (2021). Cobertura arbórea y captura de dióxido de carbono en los parques urbanos: Caso: Lima Norte. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24 (47), 13 – 18. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20638>

Asociación española de Entomología (AeE), Jardín Botánico Atlántico (JBA) y Centro Iberoamericano de Biodiversidad (CIBIO). (2012). *Polinizadores y biodiversidad* (observatorio de agentes polinizadores - APOLO) http://apolo.entomologica.es/cont/materiales/informe_tecnico.pdf

Avila - Sosa, R., Navarro - Cruz, A. R., Vera - López, O., Dávila - Márquez, R. M., Melgoza - Palma, N. y Meza - Pluma, R. (2011). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios. *Ciencia y Mar*, XV (43), 23 – 36. <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2011/no43/3.pdf>

Cairampoma, L. y Martel, C. (2012). Visitadores florales en *Salvia rhombifolia* Ruiz & Pavon (Lamiaceae) en Lima, Perú: una especie polinizada por abejas. *The Biologist*, 10 (2). <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/441>

Capristán Flores, R. A. (2017). *Manejo de áreas verdes en el Distrito de Chaclacayo* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3470/P01-C3774-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrasco - Ríos, L. (2009). Efecto de la radiación ultravioleta-B en las plantas. *IDESA (Chile)*, 27 (3), 59 – 76. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v27n3/art09.pdf>

Castillo, A. E., Sansberro, P. A. y Luna, C. V. (2009). Influencia del plaguicida cloropirifos sobre la fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática en yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). *Revista UDO Agrícola*, 9 (4), 802 – 806. <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09096#:~:text=Los%20insecticidas%20aplicados%20en%20el,la%20calidad%20de%20la%20producci%C3%B3n.>

Castillo V., J., Rodríguez Q., P., Molina S., P., Cardozo Z., M. y Vega R., C. (2015).

- Entomofauna en las principales malezas asociadas a los cultivos de maíz, cítricos y lúcumo y su población estimada por hectárea en La Molina, Lima, Perú. *Anales Científicos*, 76 (2), 315 – 323. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.796>
- Castro, A., Davila, C., Laura, W., Cubas, F., Avalos, G., López Ocaña, C., Villena, D., Valdez, M., Urbiola, J., Trebejo, I., Menis, L. y Marín, D. (2021). *Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática Nacional* (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, Ed.; 1ra edición). <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Civeira, G., Lado Liñares, M., Vidal Vásquez, E. y Paz Gonzales, A. (2018). Las áreas vegetadas en las ciudades y su aporte para mejorar la sustentabilidad ambiental. *Revista Científica de La Universidad de Belgrano*, 1 (1), 74 – 84. <https://revistas.ub.edu.ar/index.php/Perspectivas/article/view/9/8>
- Compañía Peruana de Estudios de mercados y Opinión Pública S.A.C. - C.P.I. (2022). *Perú: Población* 2022. <http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion%202022.pdf>
- Cornejo - Tenorio, G. y Ibarra - Manríquez, G. (2011). Diversidad y distribución del género *Salvia* (Lamiaceae) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82 (4), 1279 – 1296. <https://www.redalyc.org/pdf/425/42520885022.pdf>
- Costello, L. y Jones, K. (2014). *WUCOLS IV: Water Use Classification of Landscape Species*. California Center for Urban Horticulture, University of California, Davis. <https://ccuh.ucdavis.edu/wucols>
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S. y Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*, 83, 5 – 71. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908302.pdf>
- Da Ponte e Sousa, C. M. C. (2012). *Prados de flor como alternativa ao uso extensivo de relvados* [Escola de Ciências e Tecnologia. Universidad de Évora]. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/18268>

- De Frutos, P. y Esteban, S. (2009). Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. *Urban Public Economics Review*, 10, 13 – 51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50412489001>
- De La Barrera, F., Reyes - Paecke, S. y Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, 62, 212 – 219. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.027>
- De la fuente de Val, G. (2022). Espacios verdes públicos: Mejora, limitantes y calidad de vida urbana en América Latina. *Revista Diseño Urbano & Paisaje*, 41, 9–25. http://dup.ucentral.cl/dup_41/de_la_fuente.pdf
- Dejtjar, F. (16 de julio de 2022). *Las 10 ciudades con más población de Latinoamérica este 2022*. ArchDaily. <https://www.archdaily.pe/pe/985163/las-10-ciudades-con-mas-poblacion-de-latinoamerica>
- Escobés, R. y Vignolo, C. (2018). *Guía de los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*. <http://publicacionesoficiales.boe.es>
- Espino Espino, J., Baños Bravo, Y. E. y Cuevas García, E. (2012). Biología reproductiva y visitantes florales de dos especies de *Salvia* con síndrome de polinización por aves y abejas. *Ciencia Nicolaita*, 55, 52 – 60. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Espino-et-al-2012.pdf>
- Espinoza - Pereyra, M., Gutiérrez - Medina, G. y Malca - Casavilca, N. (2020). Comparación de Áreas Verdes Próximas a Instituciones Educativas en dos distritos de Lima Metropolitana, 2019. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 23 (46), 13 – 20. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v23i46.19178>
- Fernández T., J. L., Garcés G., G., Portuodo F., E., Valdés T., P. y Expósito E., I. (2001). Insectos asociados con flores de malezas del Jardín Botánico de Santiago de Cuba, con énfasis en Hymenoptera. *Revista de Biología Tropical*, 49 (3 – 4), 1013 – 1026.

<https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>

- Figueroa Asencios, R. R. (2019). *Selección, zonificación de plantas y programación de riego para el ahorro del agua en los jardines de la UNALM* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4290>
- Flores - Xolocotzi, R. (2012). Incorporando desarrollo sustentable y gobernanza a la gestión y planificación de áreas verdes urbanas. *Frontera Norte*, 24 (48), 165 – 190. <https://www.scielo.org.mx/pdf/fn/v24n48/v24n48a7.pdf>
- Flores - Villa, E., Sáenz - Galindo, A., Castañeda - Facio, A. O. y Narro - Céspedes, R. I. (2020). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1 – 17. <https://doi.org/10.22201/FESZ.23958723E.2020.0.266>
- García Huamán, F. T. y Angeles Trauco, M. (2019). Identificación de flora apícola en el fundo Vitaliano, Amazonas, Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Sociales y Humanidades*, 2 (3), 09 – 17. <https://doi.org/10.25127/RCSH.20192.619>
- Gregorio de Andrade, R. de C. (2012). Urbanismo y planificación: Áreas Verdes Urbanas. *Summa Humanitatis*, 6 (1). https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa_humanitatis/article/view/3729
- Heredia, L., Donayre, R., Cabrera Elias y Loayza, J. (2017). *Entomopolinizadores del mes de mayo 2017, en el predio del anexo 16 de la Universidad Nacional Federico Villarreal, El Agustino (Lima - Perú)*.
- Hernández Salazar, M. A. (2016). Evaluación comparativa del impacto ambiental, de pavimentos flexibles frente a los pavimentos rígidos, mediante el análisis de la variación de temperatura [Universidad Nacional Agraria La Molina]. En *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2854>
- Herrerías Diego, Y. y Benítez Malvido, J. (2005). Consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas. En Ó. Sánchez, E. Peters, R. Márquez- Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, & D. Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (1ra edición, Vol. 4, pp.

113 – 126). Instituto Nacional de Ecología.
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CDDA9E037E62219205257D4A005A774C/\\$FILE/Temas_sobre_restauraci%C3%B3n_ecol%C3%B3gica.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CDDA9E037E62219205257D4A005A774C/$FILE/Temas_sobre_restauraci%C3%B3n_ecol%C3%B3gica.pdf)

Huerrell, J. A., Bazzano, D. H. y Delucchi, G. (2004). *Arbustos 2. Nativos y exóticos: Vol. Biota Rioplatense IX* (J. A. Hurrell, Ed.; 1ra Edición). L.O.L.A. Literature of Latin America.
https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Delucchi/publication/259397839_Biota_Rioplatense_IX_Arbustos_2_nativos_y_exoticos/links/0deec53878c160fd30000000/Biota-Rioplatense-IX-Arbustos-2-nativos-y-exoticos.pdf

Inostroza, L. (2017). Informal urban development in Latin American urban peripheries. Spatial assessment in Bogotá, Lima and Santiago de Chile. *Landscape and Urban Planning*, 165, 267 – 279. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.03.021>

Instituto Metropolitano de Planificación. (2021). “*Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima al 2040: Diagnóstico Urbano*”. <https://www.imp.gob.pe/wp-content/uploads/2021/06/DIAGNOSTICO-PLAN-MET-2040-ABRIL-2021-compressed.pdf>

Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud. (1998). *Estrategias aplicables a la gestión ambiental de áreas verdes urbanas*. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2028-1.pdf>

Jiménez Sierra, C. L. y Matias Palaflox, M. L. (2012). Cuando el amor domina en las relaciones entre individuos de distintas especies: polinizadores y sus flores preferidas. *Revista Digital Universitaria*, 13 (7).

Jimeno Sevilla, H. D. (2018). *Visitantes florales y morfología floral de dos especies de Echeveria DC(Crassulaceae) epífitas del centro de Veracruz* [Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones tropicales]. <https://www.uv.mx/citro/files/2018/03/Tesis-David-Jimeno.pdf>

Kámiche, J. y Cárdenas García Santillán, M. K. (2008). ¿Qué tan “verdes” son los gobiernos

- locales y regionales? Un análisis a partir de su interés en la inversión pública ambiental en el Perú. *Apuntes. Revista de Ciencias Sociales*, 63, 27 – 77. <https://doi.org/10.21678/APUNTES.63.576>
- Londe, P. R. y Mendes, P. C. (2014). A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. *Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde - Hygeia. Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde - Hygeia*, 10 (18), 264 – 272. <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/26487/14869>
- Marcon, A. P. (2016). Interações dos beija-flores e seus recursos florais em um ambiente antropizado no sul do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 193, 18 – 24. https://www.researchgate.net/profile/Amanda-Perin-Marcon/publication/313818484_Interacoes_dos_beija-flores_e_seus_recursos_florais_em_um_ambiente_antropizado_no_sul_do_Brasil/links/58a71daea6fdcc0e078ae8ae/Interacoes-dos-beija-flores-e-seus-recursos-florais-em-um-ambiente-antropizado-no-sul-do-Brasil.pdf
- Martinez, P. A. (2015). Diseño de áreas verdes con criterios ecológicos. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 101, 6 – 76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5464594>
- Martínez, S. J., Montero, L.-L. M. y de la Roca, C. J. M. (2016). Efectos Psicoambientales de las Áreas Verdes en la Salud Mental. *Interamerican Journal of Psychology*, 50 (2), 204 – 214. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28447010004>
- Martinez - Meneses, A. L. y Torres - González, A. M. (2020). Polinización efectiva de flores ornitófilas en un bosque de niebla de Colombia. *Ciencia En Desarrollo*, 11(2), 53–63. <https://doi.org/10.19053/01217488.V11.N2.2020.10466>
- Maylle Torres, E. (2017). *Determinación de cantidades de carbono secuestrado por las áreas verdes del distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Ucayali 2015* [Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3875/00000114TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mayorga Acurio, A. M. (2021). Servicios ecosistémicos de las áreas verdes del distrito de Cusco - 2021 [Universidad Cesar Vallejo- Facultad de Ingeniería y Arquitectura]. En *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91615>
- Modro, A. F. H., Fernandes Pinto da Luz, C., Message, D. y Alves Meira Neto, J. A. (2011). FLORA DE IMPORTÂNCIA POLINÍFERA PARA *Apis mellifera* (L.) NA REGIÃO DE VIÇOSA, MG. *Revista Árvore*, 35 (5), 1145 – 1153. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/YT7W8GbMhW6ZWQ8vXgbPhSH/?format=pdf&lang=pt>
- Municipalidad de San Isidro. (febrero de 2022). *Zonificación general de los usos del suelo*. <http://msi.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2015/10/PLANO-DE-ZONIFICACION-DE-USOS-DE-SUELO1.pdf>
- Nates Parra, G. (Ed.). (2016). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores: Abejas ICPA*. <https://promotepollinators.org/wp-content/uploads/sites/507/2019/11/abejas-polinizadoras-ebook-40217.pdf>
- Neckel, A., Pandolfo, A., Rojas, J. W. J., Fanton, G., Martins, M. S., Pandolfo, L. M. y Kurek, J. (2009). Recuperación ambiental de un área verde urbana. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 11. <https://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/view/617/546>
- O'leary, N., & Moroni, P. (2016). Las especies de *Salvia* (Lamiaceae) para Argentina. *Darwiniana, Nueva Serie*, 4 (1), 91 – 131. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2016.41.694>
- ORDENANZA N° 523 de 2020 [Municipalidad del Distrito de San Isidro]. Por el que se aprueba el reglamento integrado normativo- RIN del distrito de San Isidro. (7 de julio de 2020). <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2020/07/12/1870731-1/1870731-1.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. Recuperado 7 de octubre de 2022, a partir de <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

- Pais Maciel, J. M. (2020). *Estudo sobre preferência de cores para forrageamento de borboletas em cativeiro no borboletário Municipal de Osasco/SP, Brasil* [Universidade Federal De São Carlos].
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13584/TCC%20JULIA%20VERS%20c3%83O%20SECRETARIA.docx.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paniagua - Pardo, G., Hernández - Aguilar, C., Rico - Martínez, F., Domínguez - Pacheco, F. A., Martínez - Ortiz, E. y Martínez - González, C. L. (2015). Efecto de la luz led de alta intensidad sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.). *Polibotánica*, 40, 199 – 212. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.40.13>
- Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A. y Rojas, F. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura- FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/5f4ff131-6df9-59df-ba55-4bc9e5c29b29/>
- Pastene Reyes, T. y Puppo Stuardo, A. (2017). Ciudades sustentables. De la gestión a la valoración institucional de las áreas verdes y el arbolado: conurbación Temuco-Padre las Casas. *Investigaciones Geográficas*, 54 (54), 85 – 104. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2017.48043>
- Pezo Bravo, M. (2003). Proyecto: áreas verdes con fin urbano. *Urbano*, 6 (8). <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/558/521>
- Plazola Zamora, L., Sahagún Sánchez, F. J., Aceves Sánchez, J. y Sánchez Romero, E. (2020). Valoración de los servicios ecosistémicos en áreas verdes. El caso del Parque Metropolitano de Guadalajara, México. *Acta Universitaria*, 30, 1 – 17. <https://doi.org/10.15174/AU.2020.2635>
- Portocarrero Tantavilca, L. K. (2019). *"Sustratos reciclados y aislantes en el crecimiento de dos céspedes (Cynodon dactylon y Paspalum vaginatum) bajo sistema de tepes en vivero"* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4022/portocarrero-tantavilca-liz-kelly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Puliafito, S. E., Bochaca, F. y Allende, D. (2013). Mitigación de la isla de calor urbana en ciudades de zonas áridas. *PROYECCIONES*, 11 (2), 29 – 45. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/6578/CONICET_Digital_Nro.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Quispe Aguilar, E. B. (2017). *Situación de las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2990/P01-Q8-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe Salas, Y. N. (2018). *Gestión del agua para riego de áreas verdes en el distrito de Pueblo Libre, Lima, Perú* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11915/Quispe_Salas_Gesti%*c3%b3n_agua_riego1.pdf?sequence=1&isAllowed=y*](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11915/Quispe_Salas_Gesti%c3%b3n_agua_riego1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Quispe Tarqui, R. (2015). Refugios vegetales para el fomento de la entomofauna benéfica en el agroecosistema del cultivo de maíz en La Molina [Universidad Nacional Agraria La Molina]. En *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1163>
- Ramírez - Hernández, S. G., Pérez - Vázquez, A., Cruz García - Albarado, J., Gómez - González, A. y de la Cruz Vargas- Mendoza, M. (2012). Criterios para la selección de especies herbáceas ornamentales para su uso en paisajismo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18 (1), 71 – 79. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60923315005>
- Reith, M., Baumann, G., Classen-Bockhoff, R. y Speck, T. (2007). New insights into the functional morphology of the lever mechanism of *Salvia pratensis* (Lamiaceae). *Annals of Botany*, 100 (2), 393 – 400. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCM031>
- Ruiz, M. A., Correa, E. N. y Cantón, M. A. (2016). Diseño eficiente de parques en ciudades de zonas áridas. Confort térmico y clima urbano. *Acta Del I Encuentro Nacional Sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*, 105 – 116. <https://core.ac.uk/download/pdf/80587772.pdf>

- Santiago Ramos, J. y Hurtado Rodríguez, C. (2021). Análisis de servicios ecosistémicos para la configuración de una infraestructura verde en el área metropolitana de Sevilla. *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 16 (46). <https://doi.org/10.5821/ACE.16.46.9884>
- Santos Fernandez, A. C. (2018). *Establecimiento de céspedes utilitarios comúnmente usados en Lima* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3447/santos-fernandez-antonio-cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, P. A., Silva, L. L., Cherutte, A. G., Gomes, A. C. S., Brito, L. y Rodrigues, B. M. (2021). Aves visitando flores do ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*) na área urbanizada resalta a importância da interação planta-animal na arborização de cidades. *Research, Society and Development*, 10 (15). <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I15.22982>
- Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA. *Indicador: Superficie de área verde urbana por habitante*. (2018). <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1617>
- Soria Cruz, D. S. J. (2021). *Manejo de áreas verdes urbanas en el distrito de San Isidro, Lima* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5076>
- Sosenski, P. y Domínguez, C. A. (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89 (3), 961 – 970. <https://doi.org/10.22201/IB.20078706E.2018.3.2168>
- Urban Harvest. (2007). *Memoria y Declaración: Agricultura Urbana y Periurbana en Lima Metropolitana: una estrategia de lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria*. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/004205.pdf>
- Zhang, B. y Classen-Bockhoff, R. (2019). Sex-differential reproduction success and selection on floral traits in gynodioecious *Salvia pratensis*. *BMC Plant Biology*, 19 (1). <https://doi.org/10.1186/S12870-019-1972-Y>

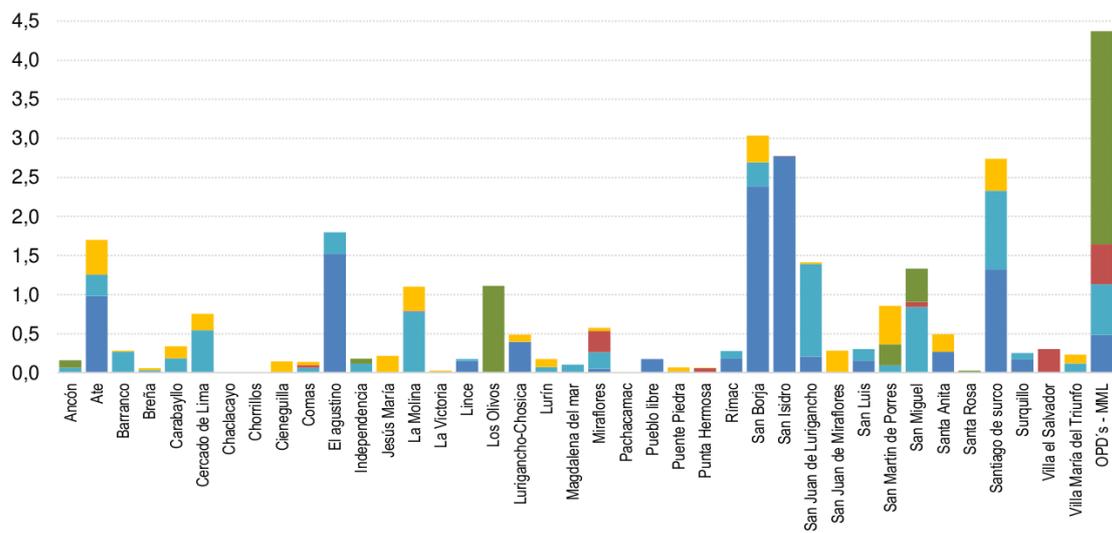
Zucchetti, A., Hartmann, N., Alcántara Teresita, Gonzales, P., Cánepa, M. y Gutierrez, C. (2020). *Infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático. Prácticas inspiradoras en ciudades de Perú, Chile y Argentina.* https://periferia.pe/assets/uploads/2020/09/reporte-infraestructura-verde-2020_version_web.pdf

Zúñiga Orozco, A. y Carrodegua González, A. (2021). Echeveria (Crassulaceae): Potencial para la mejora genética como ornamental. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 25 (3), 57 – 81. <https://doi.org/10.53897/REVAIA.21.25.16>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Volumen de agua empleada para el riego de áreas verdes públicas de cada distrito de Lima Metropolitana.

Volumen de agua utilizados para el riego de áreas verdes (hm³/año)



*Camion cisterna, transporta agua de distintas fuentes, subterránea, superficial-río, agua residual tratada.

Fuente: Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín- CHIRILU y Autoridad Nacional de Agua- ANA (2016 - 2017)

Anexo 2. Estado de Conservación de Parques.

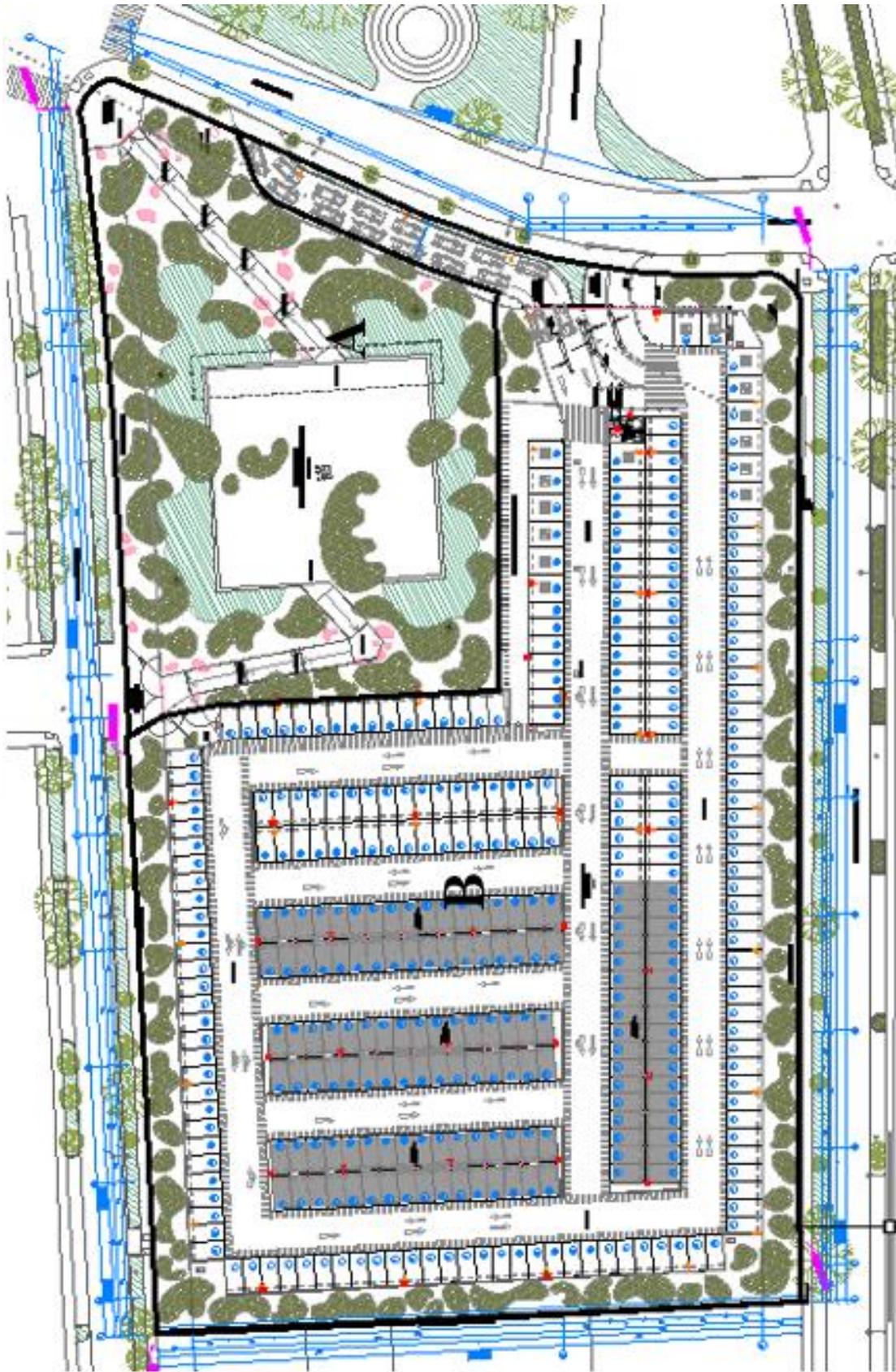
CUADRO Nº3: CONSERVACION DE PARQUES

Nº	DISTRITO	MM	MALO	REG.	BUE.	M.B.	EXC.	TOTAL
CONO CENTRO								
1.-	Lima (Cercado)	7	46	77	41	1	0	172
2.-	Barranco	0	2	13	5	6	0	26
3.-	Breña	2	0	8	7	0	0	17
4.-	Jesús María	1	7	44	7	1	0	60
5.-	La Victoria	2	13	19	9	3	0	46
6.-	Lince	0	3	2	8	0	0	13
7.-	Magdalena	0	3	8	1	0	0	12
8.-	Miraflores	0	1	12	25	7	0	45
9.-	Pueblo Libre	2	16	33	32	5	0	88
10.-	Rímac	3	10	33	13	3	0	62
11.-	San Borja	2	0	5	42	32	9	90
12.-	San Isidro	0	3	16	25	3	0	47
13.-	San Miguel	2	7	25	18	10	2	64
14.-	Surquillo	0	3	25	8	0	0	36
CONO NORTE								
15.-	Ancón	2	4	2	2	0	0	10
16.-	Carabaylo	9	12	9	2	0	0	32
17.-	Comas	17	33	51	23	1	0	125
18.-	Independencia	0	21	45	6	0	0	72
19.-	Los Olivos	31	41	64	40	3	1	180
20.-	Puente Piedra	14	5	1	2	0	0	22
21.-	San Martín de Porres	10	25	70	19	1	0	125
22.-	Santa Rosa	0	0	2	1	1	0	4
CONO ESTE								
23.-	Ate	10	48	52	31	5	0	146
24.-	Cieneguilla	2	5	1	0	0	0	8
25.-	Chaclacayo	0	6	5	6	4	0	21
26.-	El Agustino	9	19	19	9	0	0	56
27.-	La Molina	1	15	31	40	6	2	95
28.-	Lurigancho - Chosica	0	2	0	6	2	1	11
29.-	San Juan de Lurigancho	22	105	70	16	1	0	214
30.-	San Luis	1	0	4	18	5	1	29
31.-	Santa Anita	25	21	7	14	0	0	67
CONO SUR								
32.-	Chorrillos	15	20	12	18	2	0	67
33.-	Lurín	3	2	0	1	0	0	6
34.-	Pachacamac	1	0	1	1	0	0	3
35.-	Pucusana	3	3	0	2	0	0	8
36.-	Punta Hermosa	2	5	4	1	0	0	12
37.-	Punta Negra	0	3	2	2	0	0	7
38.-	San Bartolo	0	3	0	1	0	0	4
39.-	San Juan de Miraflores	13	35	70	15	2	0	135
40.-	Santiago de Surco	0	12	53	85	35	0	185
41.-	Santa María del Mar	1	1	0	0	0	0	2
42.-	Villa María del Triunfo	15	16	6	0	0	0	37
43.-	Villa El Salvador	51	8	0	0	0	0	59
Total Lima (Provincia)		278	584	901	602	139	16	2520
44.-	Bella Vista	1	22	20	8	3	0	54
45.-	Callao	6	27	19	19	0	0	71
46.-	Carmen de la Legua	0	4	1	1	1	0	7
47.-	La Perla	4	10	18	5	2	0	39
48.-	La Punta	0	0	2	3	2	0	7
49.-	Ventanilla	16	8	6	5	2	0	37
Total Callao (Provincia)		27	71	66	41	10	0	215
TOTAL LIMA METROPOLITANA		305	655	967	643	149	16	2622

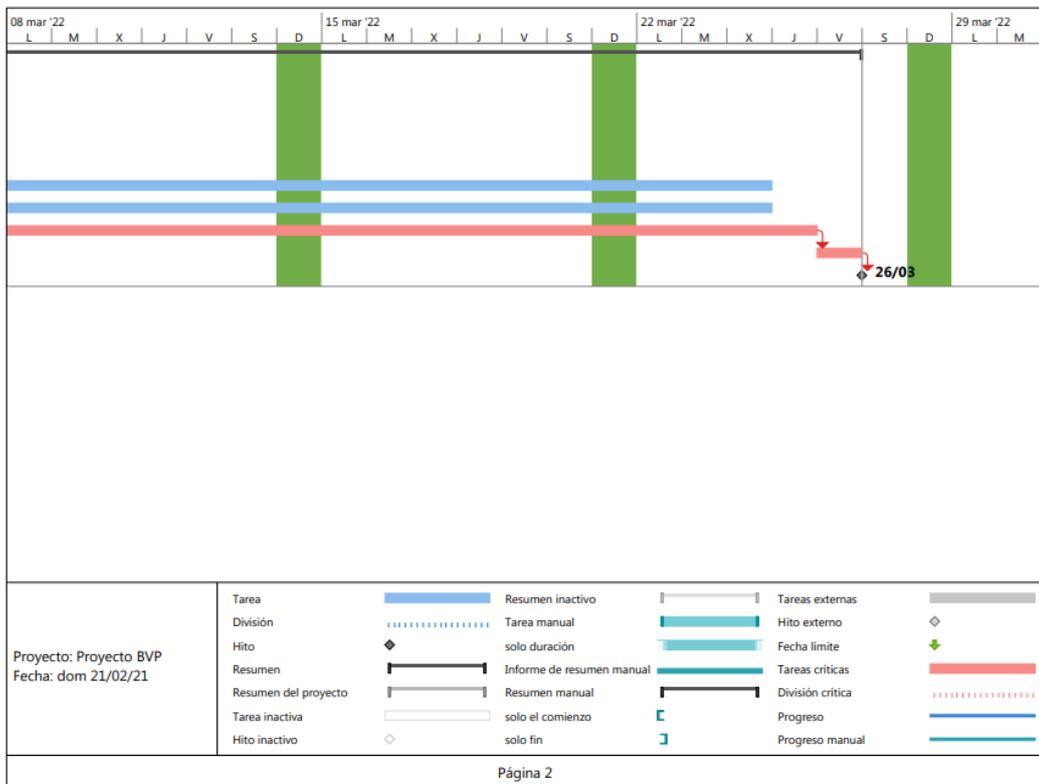
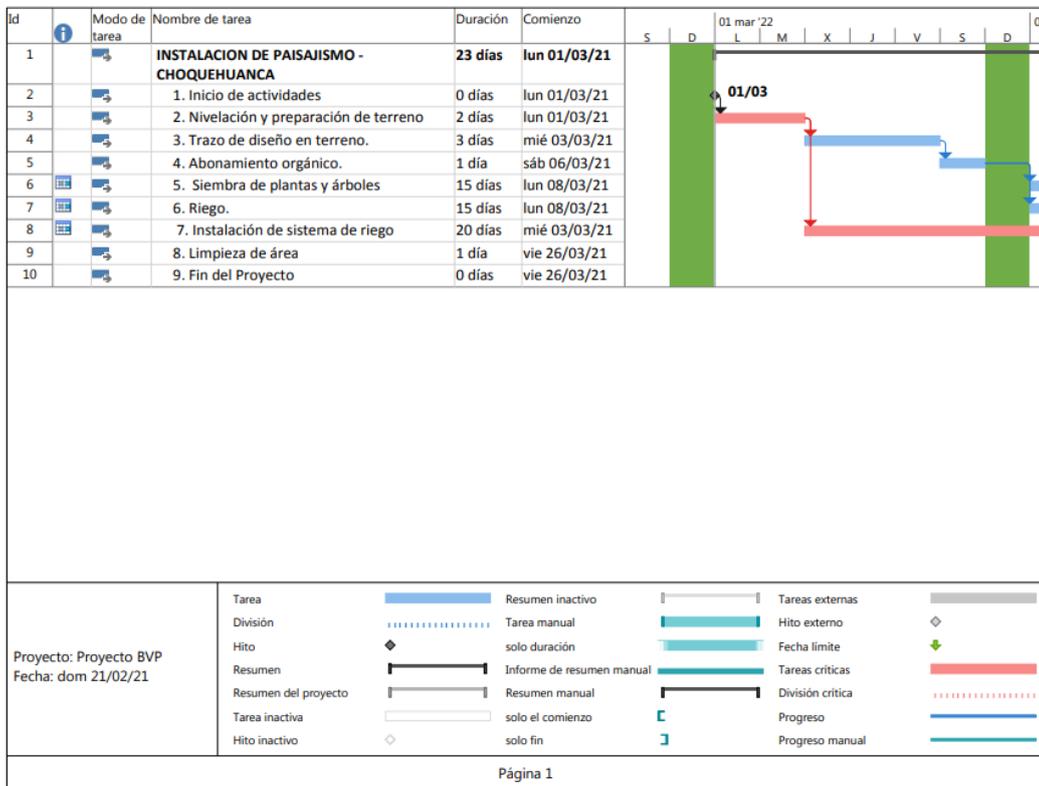
PRIMER CENSO DE PARQUES Y JARDINES - SENAMHI - 1996

Fuente: Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud (1998)

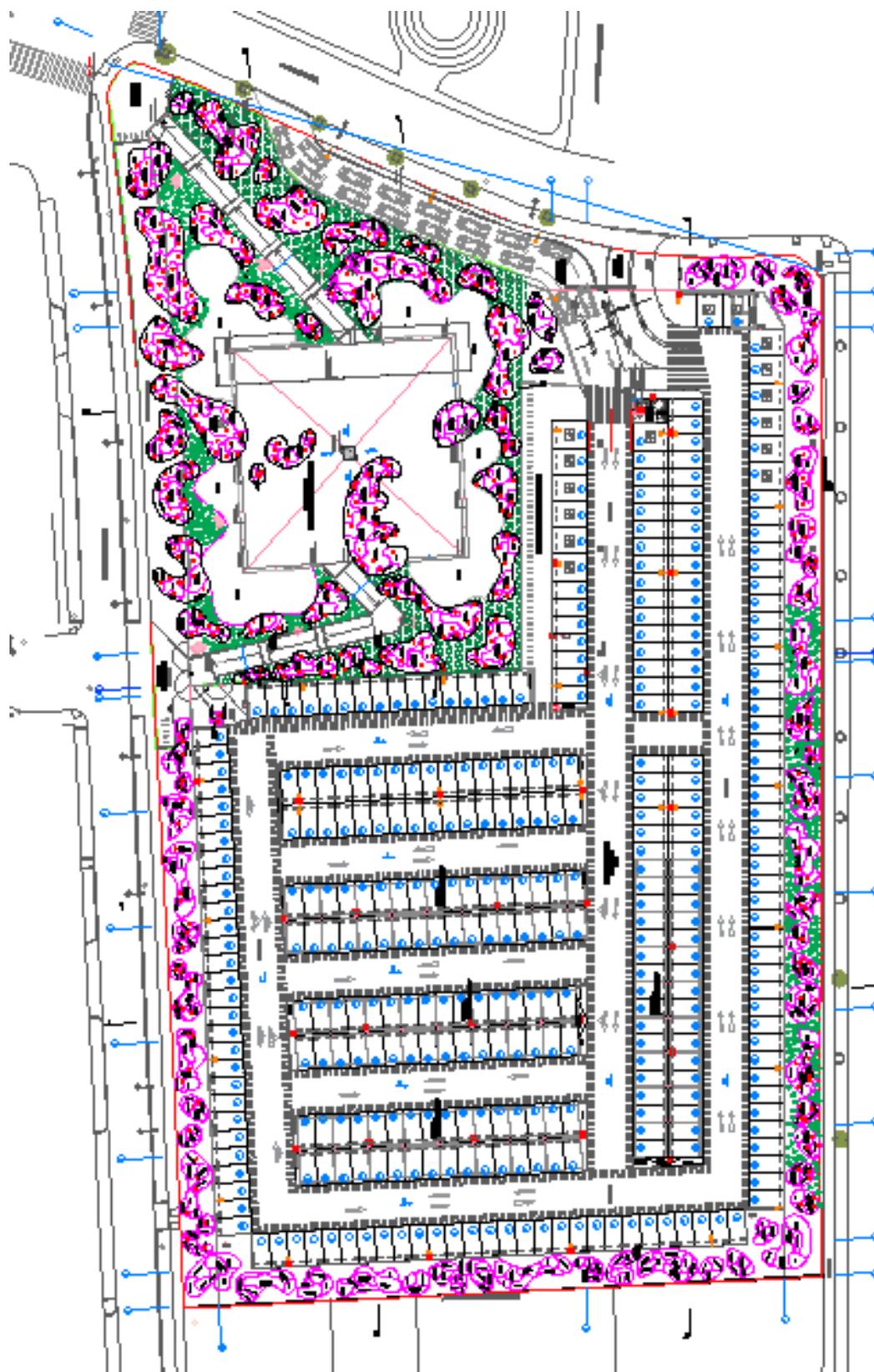
Anexo 3. Sectorización del Proyecto Plaza (A) y Playa (B) Choquehuanca.



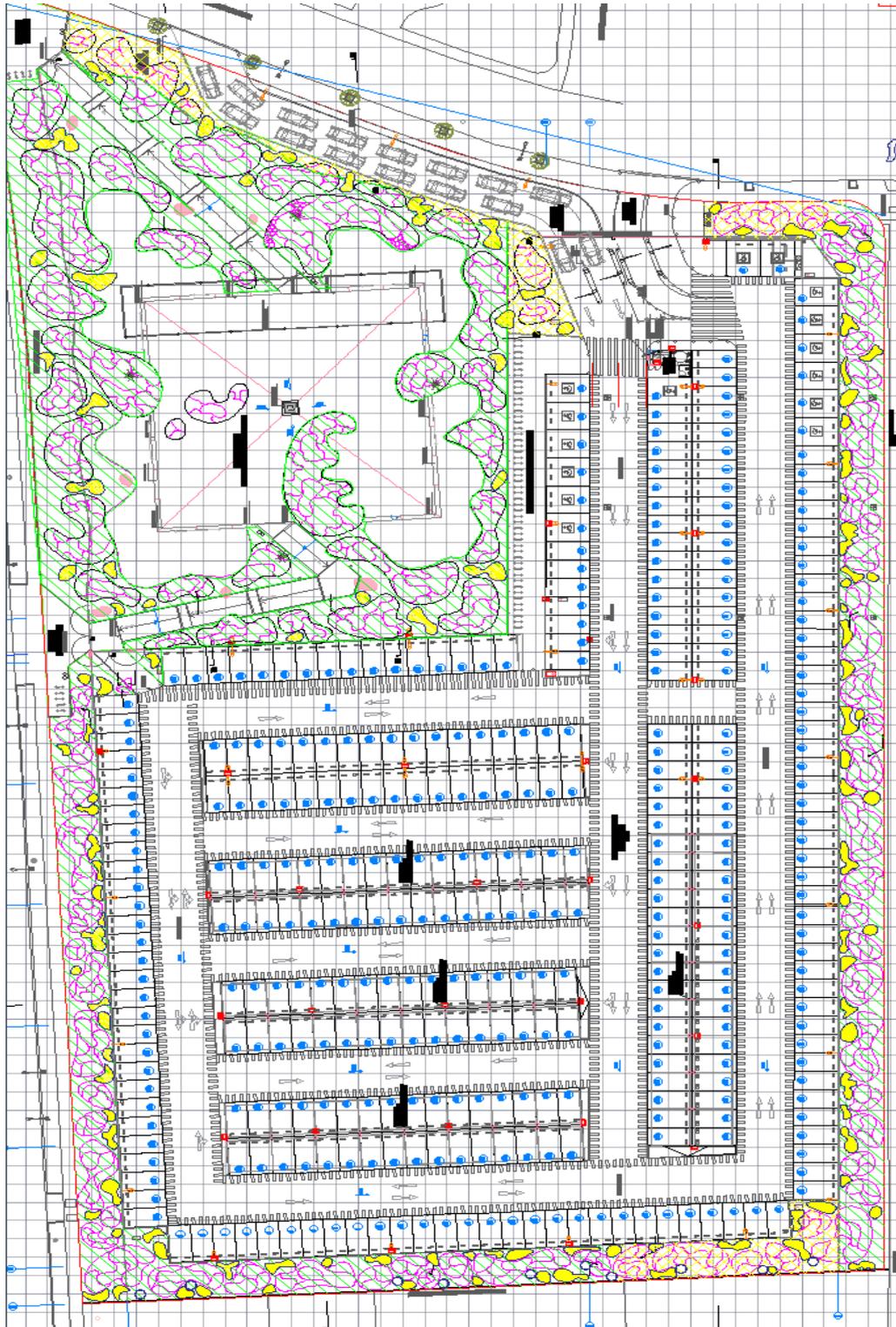
Anexo 4. Gantt o Cronograma de trabajo.



Anexo 5. Formación de macizos en sectores Plaza y Playa Choquehuanca.



Anexo 6. Incorporación de congongas en sectores de Plaza y Playa Choquehuanca (macizos de color amarillo).



Anexo 7. Determinación de la Eto obtenidos del software CROPWAT 8.0

CROPWAT - Sesión: untitled

Archivo Edición Cálculos Gráficos Configuración Ventana Lenguaje Ayuda

Nuevo Abrir Guardar Cerrar Imprimir Gráfico Opciones

Clima/ETo

Prec.

Cultivo

Suelo

RAC

Programación

Patrón de Cultivo

Sistema

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País PERU Estación LIMA

Altitud 136 m. Latitud 12.01 °S Longitud 77.01 °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	18.9	27.8	90	233	5.1	18.1	3.44
Febrero	19.4	28.3	85	198	6.0	19.5	3.94
Marzo	18.9	28.3	84	198	6.2	19.1	3.89
Abril	17.2	26.7	87	198	5.8	16.9	3.27
Mayo	15.6	23.3	96	172	3.9	12.7	2.12
Junio	13.3	20.0	98	138	1.4	8.8	1.43
Julio	12.2	19.4	97	172	1.0	8.5	1.37
Agosto	11.1	18.9	99	198	0.9	9.3	1.38
Septiembre	12.2	20.0	97	198	1.4	11.1	1.71
Octubre	12.2	21.7	97	198	2.5	13.6	2.13
Noviembre	13.3	23.3	96	233	3.7	15.8	2.52
Diciembre	13.3	25.5	99	233	4.8	17.6	2.76
Promedio	14.8	23.6	94	197	3.6	14.3	2.50

Archivo ETo untitled Arch. de prec. untitled Archivo de cultivo Archivo de suelo

Anexo 8. Precipitación efectiva mediante el empleo del software CROPWAT 8.0

CROPWAT - Sesión: untitled

Archivo Edición Cálculos Gráficos Configuración Ventana Lenguaje Ayuda

Nuevo Abrir Guardar Cerrar Imprimir Gráfico Opciones

Clima/ETo

Prec.

Cultivo

Suelo

RAC

Programación

Patrón de Cultivo

Sistema

Precipitación mensual - untitled

Estación Método Prec. Ef

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	0.0	0.0
Febrero	0.0	0.0
Marzo	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0
Mayo	2.0	2.0
Junio	4.0	4.0
Julio	5.0	5.0
Agosto	6.0	5.9
Septiembre	5.0	5.0
Octubre	2.0	2.0
Noviembre	1.0	1.0
Diciembre	0.0	0.0
Total	25.0	24.8

AZUD GENIUN PC ASP MD

Más uniformidad para tu cultivo



- 1 **Anti-raíces ARS**
Experiencia frente a la intrusión radicular.
- 2 **Anti-obstrucciones DS TECHNOLOGY**
La seguridad patentada.
- 3 **Uniformidad SILITEC**
Tecnología farmacéutica en el corazón del emisor, la membrana.
- 4 **Protección H.E.X.**
Exclusivo triple sistema de filtración en 3D.

DSTechnology
Anti-dogging efficiency
Eficacia antiostruente



www.azud.com

Qué es

AZUD GENIUN es la tubería emisora, que cumple con las especificaciones de la ISO 9261, y que garantiza el crecimiento uniforme del cultivo en cualquier terreno, con menos recursos y con más respeto medioambiental.

Su tecnología autocompensante y antisucción lo convierte en la mejor solución para el riego por goteo subterráneo, ya que evita la intrusión de partículas al emisor.

Aplicación

- Riego por goteo subterráneo
- Riego de cultivos en ecológico
- Riego de cultivos extensivos
- Riego de cultivos hortícolas



Ventajas

- **Emisores siempre protegidos:**
Sistema de filtración auto limpianete H.E.X. para la retención de partículas en la superficie y en profundidad.
- **Caudal uniforme garantizado en la vida útil del cultivo:**
La membrana inyectada es dinámica, lo que garantiza una auto compensación de precisión, fiable y duradera y una limpieza eficiente del laberinto.
- **Máxima resistencia certificada frente obstrucciones:**
El laberinto auto limpianete DS Technology está formado por cavidades elípticas que evitan la sedimentación de partículas.
- **Mayor protección contra intrusión radicular:**
El sistema ARS consiste en un equilibrio entre dos arcos con diferentes ángulos de apertura y un diseño cónico en el punto de emisión del agua que dificultan la intrusión radicular.



8100087_01

AZUD GENIUM PC ASP		AZUD GENIUM PC ASP 160			
Modelo		1L	1.6L	2L	3.8L
Caudal nominal	l/h gph	1.00 0.26	1.60 0.42	2.00 0.53	3.80 1.00
Diámetro interior	mm in	15.5 0.61			
Espesor nominal	mm mil	0.63 25	0.70 28	0.80 32	
Presión máxima	bar psi	2.8 41	2.9 42	3.0 44	

ISO 9221

Modelo AZUD GENIUM PC ASP		Ecuación característica AZUD GENIUM $q = K \cdot h^x$		Presión de trabajo	
Modelos		q (l/h) - h (mca)	q (gph) - h (psi)	bar	psi
AZUD GENIUM PC ASP	1L	$q = 1.00 \cdot h^x$	$q = 0.26 \cdot h^x$	0.4 - 4.0	6 - 58 psi
AZUD GENIUM PC ASP	1.6L	$q = 1.60 \cdot h^x$	$q = 0.42 \cdot h^x$	0.4 - 4.0	6 - 58 psi
AZUD GENIUM PC ASP	2L	$q = 2.00 \cdot h^x$	$q = 0.53 \cdot h^x$	0.4 - 4.0	6 - 58 psi
AZUD GENIUM PC ASP	3.8L	$q = 3.80 \cdot h^x$	$q = 1.00 \cdot h^x$	0.4 - 4.0	6 - 58 psi

Modelo AZUD GENIUM PC ASP							
Modelo	Espesor de pared (mm) (mil)		Distancia entre goteros (m)	Bobina (m)	Bobinas / Palet	Bobinas / Contenedor 40' HC	Bobinas / Camión 81 m ³
160	0.63	25	< 0.20	750	12	480	528
			≥ 0.20	800			
160	0.70	28	< 0.20	550	12	480	528
			≥ 0.20	600			
160	0.80	32	< 0.20	450	12	480	528
			≥ 0.20	500			

AZUD GENIUM PC ASP				Longitud de ramal*																					
Modelo	Espesor mm mil	Presión entrada bar psi		Separación de emisores*																					
				0.20 m 8"	0.25 m 10"	0.30 m 12"	0.33 m 13"	0.40 m 16"	0.50 m 20"	0.60 m 24"	0.75 m 30"	1.00 m 39"	1.25 m 49"												
160	1L	0.63	25	2.8	41	193	633	232	761	270	886	291	955	338	1109	402	1319	461	1512	542	1779	461	1512	782	2566
	1.6L					142	466	171	561	198	650	214	702	349	1145	296	971	340	1115	401	1316	340	1115	578	1896
	2L					123	404	148	486	172	564	185	607	216	709	256	840	294	965	347	1138	294	965	500	1640
	3.8L					81	266	97	318	113	371	122	400	142	466	169	554	194	636	229	751	194	636	330	1083
160	1L	0.70	28	2.9	42	196	643	236	774	273	896	295	968	343	1125	407	1335	467	1532	551	1808	677	2221	793	2602
	1.6L					144	472	173	568	201	659	217	712	253	830	300	964	345	1132	406	1332	500	1640	585	1919
	2L					124	407	150	492	174	571	188	617	219	719	260	853	299	981	352	1155	433	1421	507	1663
	3.8L					82	269	99	325	115	377	124	407	144	472	171	561	197	646	232	761	286	938	335	1099
160	1L	0.80	32	3.0	44	198	650	239	784	277	909	299	981	348	1142	413	1355	474	1555	558	1831	686	2251	804	2638
	1.6L					146	479	176	577	204	669	220	722	256	840	304	997	350	1148	412	1352	507	1663	594	1949
	2L					126	413	152	499	177	581	191	627	222	728	263	863	302	991	357	1171	439	1440	514	1686
	3.8L					83	272	100	328	116	381	126	413	146	479	174	571	200	656	236	774	290	951	340	1115

*Pendiente: 0%
 *Presión mínima en el último gotero del lateral: 0.4 bar / 6 psi.
 Se recomienda realizar el diseño de la instalación, con longitudes de ramal inferiores a 800 metros / 2.625 pies.
 Para más longitudes de ramal, consulte nuestro programa de cálculo hidráulico AZIS en www.azud.com.

ACCESORIOS DE SEGURIDAD



VÁLVULA CINTA-CINTA



ENLACE CINTA-CINTA



ENLACE CINTA-TUBERÍA



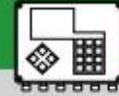
VÁLVULA CINTA-TUBERÍA

RECOMENDAMOS ACCESORIOS HOMOLOGADOS POR AZUD, CONSULTE NUESTRA GAMA DE ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS.



SISTEMA AZUD, S.A.
 Avda. de las Américas P. 4/5 - Pol. Ind. Oeste
 30320 ALCANTARILLA - MURCIA - SPAIN

Apdo. 147 • 30169 SAN GEMÉS - MURCIA - SPAIN
 Tel: +34 968 808402 • Fax: +34 968 808302
 Para más información consulte nuestra web www.azud.com



CONTROLADOR DE RIEGO INTELIGENTE

GreenApp™

¿Listos para sentarnos cómodamente y manejar el riego desde el móvil?

GreenApp™ de BERMAD es un controlador de riego de una sola estación equipado con Bluetooth, inteligente, flexible y fácil de usar, que se integra con un actuador de solenoide para su instalación sencilla y compacta sobre cualquier válvula de control.

El riego y la jardinería son ahora mucho más fáciles. Con GreenApp™ de BERMAD, es posible conectarse con una aplicación cómoda para el usuario (Android o iOS) y manejar el riego desde un teléfono inteligente o una tableta. ¡Qué comfortable es!



Características y ventajas

- Fácil de instalar, de operación sencilla
 - Instale sólo la válvula – el controlador ya está incluido
 - Intuitivo - la aplicación intuitiva facilita la programación
- La solución perfecta para instalar en cajas disimuladas o subterráneas
 - Cambio de parámetros para 10-30m; 30-90 pies
 - Sin cables ni pantallas – el teclado se lleva en el bolsillo
 - Totalmente impermeable IP68
 - Duradero en todas las condiciones ambientales
- Bajo consumo de energía
 - Dos baterías AA estándar de 1.5 voltios
 - La comunicación Bluetooth 4.0 requiere energía ultra-baja
 - Hasta 3 años de operación continua
- Control de los ciclos de riego por días y horas
 - Duración del riego de 1 minuto a 24 horas
 - Programación semanal y por ciclos
 - Opción de nombrar y manejar varios controladores

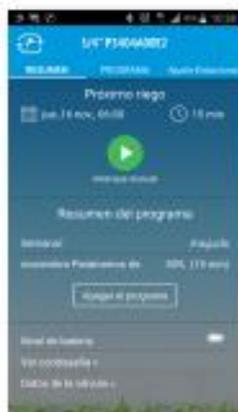
- Operaciones manuales
 - Mando de operación manual TRI0 de 3 posiciones: Abrir, Automática, Cerrar
 - Definición manual de caudal máximo

Aplicaciones típicas

- Válvulas de riego por goteo, aspersión y microaspersión para la agricultura
- Sistemas de riego por goteo, aspersión y microaspersión para jardinería y paisajismo
- Riego de tiestos y macetas
- Sistemas para terrazas y balcones
- Riego de islas de tráfico en carreteras y vías públicas



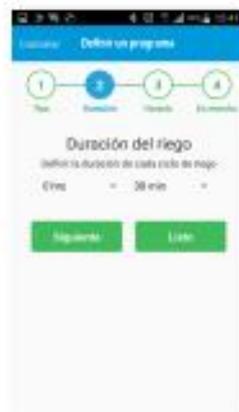
Las imágenes de este catálogo se incluyen sólo a título de ilustración



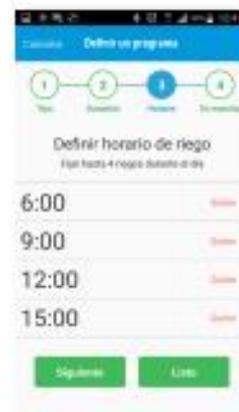
1 Pantalla de reseña general



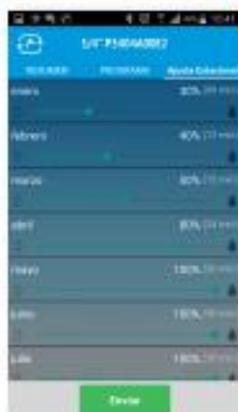
2 Elegir programa: Semanal o por ciclos



3 Definir duración: 1 minuto a 24 horas



4 Definir hasta 4 horas de arranque al día



5 Definir coeficiente de riego (%) por mes

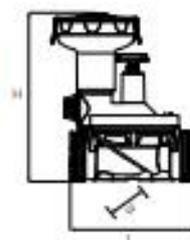


6 Estado del riego en la pantalla de reseña general

Especificaciones técnicas

Dimensiones

Forma	Tamaño	DN	Globo				
			1/2"-12	3/4"-20	1"-25	1 1/2"-40	2"-50
L	mm		66	110	110	160	170
H	mm		135	150	150	215	225
W	mm		42	78	78	125	125



www.bermad.com

La información contenida en este documento podrá ser modificada por BERMAD sin previo aviso. BERMAD no asume ninguna responsabilidad por los errores que pudiera contener. © Copyright 2007-2017 BERMAD CS Ltd. November 2017

Serie 1800®

El cabezal aspersor para riego N°1 en el mundo

Características

- La junta limpiadora comoldeada ofrece una resistencia incomparable a la suciedad, la presión y el entorno
- Construido con piezas de plástico resistentes al paso del tiempo y los rayos ultravioleta y piezas de acero inoxidable resistentes a la corrosión que garantizan una larga vida útil del producto
- El caudal controlado con precisión durante la retracción elimina la suciedad de la unidad y asegura una retracción segura del vástago en todo tipo de suelos
- El mecanismo de trinquete de dos piezas permite alinear fácilmente el patrón de la boquilla y brinda una durabilidad prolongada
- Garantía comercial de cinco años

Rango operativo

- Espaciamiento: de 2.5 a 24 pies (de 0.8 a 7.3 m)**
- Presión: de 15 a 70 psi (de 1.0 a 4.8 bares)

Especificaciones

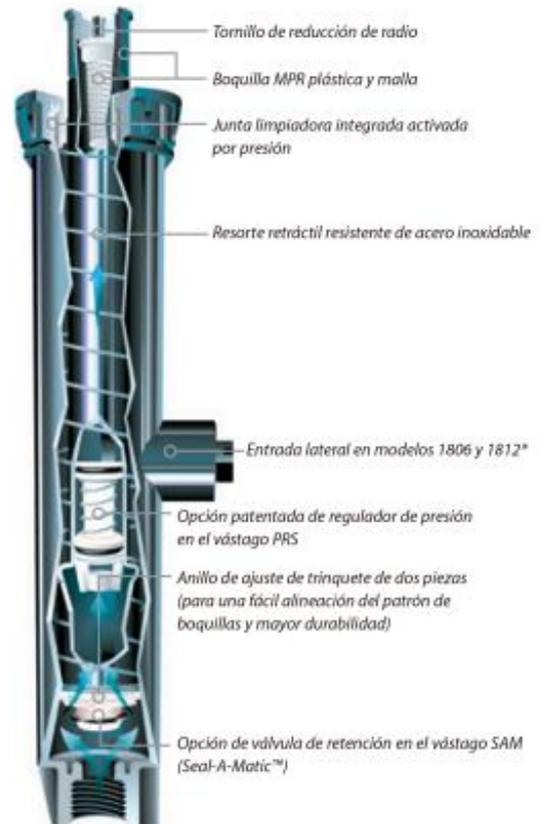
- Pérdida de agua: 0 gpm a 8psi (0.6 bares) o más; de lo contrario 0.10 gpm (0.02 m³/h; 0.36 l/m)

Dimensiones y modelos

- Entrada de rosca hembra NPT de 1/2" (15/21)
- Modelos y altura:
 - 1802: 4" (10.2 cm) de altura del cuerpo; 2" de altura del vástago retráctil (5.1 cm)
 - 1804: 6" (15.2 cm) de altura del cuerpo; 4" de altura del vástago retráctil (10.2 cm)
 - 1806: 9 3/8" (23.8 cm) de altura del cuerpo; 6" de altura del vástago retráctil (15.2 cm)
 - 1812: 16" (40.6 cm) de altura del cuerpo; 12" de altura del vástago retráctil (30.5 cm)
- Diámetro de superficie expuesta: 2 1/4" (5.7 cm)

* Las unidades 1806 y 1812-SAM, SAMPRS y SAM-PRS-45 no poseen entrada lateral.

** De 2.5 a 18 pies (75 cm a 5.5 m) con boquillas de aspersores Rain Bird estándares (Series SQ, MPR, VAN, U), de 13 a 24 pies (4 a 7.3 m) con boquillas giratorias Rain Bird



Cómo especificar

1804 SAM-PRS

Opción
SAM: Válvula de retención Seal-A-Matic™
PRS: Regulador de presión.

Altura del vástago retráctil

1802: 2" (5.1 cm) de altura del vástago retráctil
1804: 4" (10.2 cm) de altura del vástago retráctil
1806: 6" (15.2 cm) de altura del vástago retráctil
1812: 12" (30.5 cm) de altura del vástago retráctil

Modelo

Cuerpos de los aspersores Serie 1800

Toberas Serie VAN

Toberas de arco variable

Características

- Una simple vuelta del collar central sin utilizar herramientas especiales aumenta o reduce el ajuste de arco, lo que las hace ideales para regar áreas de formas irregulares.
- Identifique rápidamente el alcance del radio con las toberas Top Color-coded™ aun cuando el sistema no esté funcionando.
- Con las toberas MPR de Rain Bird, las Series 12, 15, y 18-VAN permiten una pluviometría proporcional a la superficie regada.
- Garantía comercial de tres años.

Serie 4 VAN						
Trayectoria de 0°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 330°	1,0	0,9	0,14	2,3	189	218
	1,5	1,0	0,17	2,8	183	215
	2,0	1,2	0,20	3,3	152	176
	2,1	1,2	0,20	3,3	152	176
Arco de 270°	1,0	0,9	0,12	2,0	198	229
	1,5	1,0	0,14	2,3	187	216
	2,0	1,2	0,16	2,7	148	171
	2,1	1,2	0,17	2,8	157	181
Arco de 180°	1,0	0,9	0,07	1,2	173	200
	1,5	1,0	0,09	1,5	180	208
	2,0	1,2	0,10	1,7	139	161
	2,1	1,2	0,10	1,7	139	161
Arco de 90°	1,0	0,9	0,05	0,8	247	285
	1,5	1,0	0,06	0,9	240	277
	2,0	1,2	0,06	1,1	167	193
	2,1	1,2	0,07	1,1	194	224

Serie 6 VAN						
Trayectoria de 0°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 330°	1,0	1,2	0,19	3,2	144	166
	1,5	1,5	0,23	3,8	112	129
	2,0	1,8	0,27	4,5	91	105
	2,1	1,8	0,27	4,5	91	105
Arco de 270°	1,0	1,2	0,18	3,0	167	193
	1,5	1,5	0,21	3,5	124	143
	2,0	1,8	0,24	4,1	99	114
	2,1	1,8	0,25	4,2	103	119
Arco de 180°	1,0	1,2	0,10	1,6	139	161
	1,5	1,5	0,11	1,9	98	113
	2,0	1,8	0,13	2,2	80	92
	2,1	1,8	0,14	2,3	86	99
Arco de 90°	1,0	1,2	0,06	1,0	167	193
	1,5	1,5	0,07	1,2	124	143
	2,0	1,8	0,08	1,4	99	114
	2,1	1,8	0,08	1,4	99	114

Nota: todas las toberas VAN se prueban con vástagos retráctiles de 10 cm.

- Separación en cuadrado basada en un 50% de diámetro de alcance.
- ▲ Separación en triángulo basada en un 50% de diámetro de alcance.

Rango de funcionamiento

- Separación: de 0,9 m a 5,5 m¹
- Presión: de 1,0 a 2,1 bar
- Presión óptima: 2,1 bar²

Modelos

- Serie 4-VAN: de 0,9 a 1,2 m
- Serie 6-VAN: de 1,2 a 1,8 m
- Serie 8-VAN: de 1,8 a 2,4 m
- Serie 10-VAN: de 2,1 a 3,1 m
- Serie 12-VAN: de 2,7 a 3,7 m
- Serie 15-VAN: de 3,4 a 4,6 m
- Serie 18-VAN: de 4,3 a 5,5 m

¹ Estos rangos se basan en la presión adecuada en la tobera.

² Rain Bird recomienda usar cuerpos de difusores 1800 PRS para mantener el rendimiento óptimo de las toberas en situaciones de presión más alta.



Fácil de ajustar



Cómo especificar

8 VAN

Rango de radio
4: 0,9-1,2 m
6: 1,2-1,8 m
8: 1,8-2,4 m
10: 2,1-3,0 m
12: 2,7-3,7 m
15: 3,4-4,6 m
18: 4,3-5,5 m

Tipo tobera
VAN: tobera de arco variable

Serie 8 VAN						
Trayectoria de 5°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 330°	1,0	1,8	0,27	4,6	91	105
	1,5	2,1	0,32	5,4	79	91
	2,0	2,3	0,38	6,3	78	90
	2,1	2,4	0,39	6,4	74	86
Arco de 270°	1,0	1,8	0,25	4,2	103	119
	1,5	2,1	0,30	4,9	91	105
	2,0	2,3	0,34	5,8	86	99
	2,1	2,4	0,35	5,9	81	94
Arco de 180°	1,0	1,8	0,19	3,2	117	135
	1,5	2,1	0,23	3,8	104	120
	2,0	2,3	0,26	4,4	98	113
	2,1	2,4	0,27	4,5	94	109
Arco de 90°	1,0	1,8	0,12	1,9	148	171
	1,5	2,1	0,14	2,3	127	147
	2,0	2,3	0,16	2,7	121	140
	2,1	2,4	0,16	2,7	111	128

Datos de rendimiento tomados en condiciones de viento cero

Nota: no se recomienda una reducción del radio que supere el 25% del alcance normal de la tobera

Serie 10 VAN						
Traectoria de 10°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 360° 	1,0	2,1	0,44	7,3	96	111
	1,5	2,4	0,53	9,0	89	103
	2,0	2,7	0,57	9,8	76	88
	2,1	3,1	0,59	9,8	63	73
Arco de 270° 	1,0	2,1	0,33	5,5	96	111
	1,5	2,4	0,4	6,8	89	103
	2,0	2,7	0,43	7,8	76	88
	2,1	3,1	0,48	7,9	68	79
Arco de 180° 	1,0	2,1	0,22	3,7	96	111
	1,5	2,4	0,27	4,6	89	103
	2,0	2,7	0,29	5,3	76	88
	2,1	3,1	0,33	5,5	71	82
Arco de 90° 	1,0	2,1	0,11	1,8	96	111
	1,5	2,4	0,13	2,3	89	103
	2,0	2,7	0,14	2,7	76	88
	2,1	3,1	0,17	2,8	73	85

Serie 12 VAN						
Traectoria de 15°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 360° 	1,0	2,7	0,35	5,80	48	55
	1,5	3,2	0,44	7,37	43	50
	2,0	3,6	0,52	8,75	41	47
	2,1	3,7	0,54	9,02	40	46
Arco de 270° 	1,0	2,7	0,26	4,35	48	55
	1,5	3,2	0,33	5,53	43	50
	2,0	3,6	0,39	6,56	41	47
	2,1	3,7	0,41	6,76	40	46
Arco de 180° 	1,0	2,7	0,17	2,90	48	55
	1,5	3,2	0,22	3,69	43	50
	2,0	3,6	0,26	4,37	41	47
	2,1	3,7	0,27	4,51	40	46
Arco de 90° 	1,0	2,7	0,09	1,45	48	55
	1,5	3,2	0,11	1,84	43	50
	2,0	3,6	0,13	2,19	41	47
	2,1	3,7	0,14	2,25	40	46

Serie 15 VAN						
Traectoria de 23°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 360° 	1,0	3,4	0,60	9,8	52	60
	1,5	3,9	0,72	11,8	47	55
	2,0	4,5	0,84	13,7	41	48
	2,1	4,6	0,84	14,0	40	46
Arco de 270° 	1,0	3,4	0,45	7,4	52	60
	1,5	3,9	0,54	8,8	47	55
	2,0	4,5	0,63	10,3	41	48
	2,1	4,6	0,63	10,5	40	46
Arco de 180° 	1,0	3,4	0,30	4,9	52	60
	1,5	3,9	0,36	5,9	47	55
	2,0	4,5	0,42	6,9	41	48
	2,1	4,6	0,42	7,0	40	46
Arco de 90° 	1,0	3,4	0,15	2,5	52	60
	1,5	3,9	0,18	2,9	47	55
	2,0	4,5	0,21	3,4	41	48
	2,1	4,6	0,21	3,5	40	46

Serie 18 VAN						
Traectoria de 26°						
Tobera	Presión bar	Radio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip. mm/h	Precip. mm/h
Arco de 360° 	1,0	4,3	0,96	15,9	52	60
	1,5	4,8	1,07	18,0	47	55
	2,0	5,4	1,20	19,8	41	48
	2,1	5,5	1,21	20,1	40	46
Arco de 270° 	1,0	4,3	0,72	12,0	52	60
	1,5	4,8	0,80	13,5	47	55
	2,0	5,4	0,90	14,8	41	48
	2,1	5,5	0,91	15,1	40	46
Arco de 180° 	1,0	4,3	0,48	8,0	52	60
	1,5	4,8	0,54	9,0	47	55
	2,0	5,4	0,60	9,9	41	48
	2,1	5,5	0,61	10,1	40	46
Arco de 90° 	1,0	4,3	0,24	4,0	52	60
	1,5	4,8	0,27	4,5	47	55
	2,0	5,4	0,30	5,0	41	48
	2,1	5,5	0,30	5,0	40	46

Nota: todos los toberas VAN se prueban con válvulas retráctiles de 10 cm.
■ Separación en cuadrado basada en un 50% de diámetro de alcance.
▲ Separación en triángulo basada en un 50% de diámetro de alcance.

Datos de rendimiento tomados en condiciones de viento cero
Nota: no se recomienda una reducción del radio que supere el 25% del alcance normal de la tobera

¿Lo sabía?

Puede usar toberas HE-VAN para tener mejor cobertura y ahorrar agua en comparación con las toberas VAN.

- Chorro más intenso y gotas de agua más grandes para mayor resistencia al viento.
- Riego superior de corto alcance y bordes que ofrece mejor cobertura.
- Tiempos de funcionamiento acortados que ahorran hasta 35% de agua.

