

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“CRITERIOS BÁSICOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA
INSTALACIÓN DE TECHOS VERDES EN EL DISTRITO DE
MIRAFLORES-LIMA”**

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

INGENIERA AGRÓNOMA

JENNIFER LUZ TIMBA JAYO

LIMA – PERÚ

2024

CRITERIOS BÁSICOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA INSTALACIÓN DE TECHOS VERDES EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES-LIMA

INFORME DE ORIGINALIDAD

13% INDICE DE SIMILITUD	13% FUENTES DE INTERNET	5% PUBLICACIONES	7% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	plataforma.responsable.net Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	revistas.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	purl.org Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“CRITERIOS BÁSICOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA
INSTALACIÓN DE TECHOS VERDES EN EL DISTRITO DE
MIRAFLORES-LIMA”**

JENNIFER LUZ TIMBA JAYO

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Ph.D. Susana Patricia Rodríguez Quispe
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Melchor Jaulis Cancho
ASESOR

Ing. M. S. Sofía Jesús Flores Vivar
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Giovanna Patricia Rivera Oballe
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Amador y Nicolaza, por su gran apoyo a largo de este proceso, a mi hijo Joaquin, que es mi motivación y fortaleza, a Joel por la paciencia y el apoyo incondicional, a Gladys por sus consejos para ser una mejor profesional.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por darme salud y brindarme valentía para afrontar situaciones que se presentaron.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por darme la oportunidad de ser una profesional en lo que me apasiona.

A Karla Araujo por el apoyo constante para poder finalizar con este trabajo.

A mi asesor, Juan Carlos Jaulis, profesor asociado del departamento de Horticultura, por su tiempo y asesoramiento a lo largo del proyecto.

A mis compañeros de trabajo por su amistad y apoyo para mejorar profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 DEFINICIÓN DE ÁREAS VERDES.....	4
2.2 PROBLEMÁTICA DE LAS ÁREAS VERDES.....	4
2.2.1 Limitada área verde (m ²) per cápita.....	4
2.2.2 Escasez de agua.....	7
2.2.3 Mitigación de la temperatura	7
2.3 LOS TECHOS VERDES	9
2.3.1 Composición de los techos verdes	9
2.3.2 Techos verdes extensivos.....	11
2.3.3 Techos verdes intensivos simples	11
2.3.4 Techos verdes intensivos	12
2.4 BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES	13
2.5 PARTE ESTRUCTURAL	15
2.5.1 Peso de carga (kg/m ²)	15
2.5.2 Inclinación del techo	16
2.5.3 Drenaje.....	16
2.5.4 Impermeabilización.....	17
2.5.5 Capa drenante.....	18
III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	19
3.1 LUGAR.....	19
3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS	19
3.3 FUNCIONES PROFESIONALES	19
3.4 SITUACIÓN DE LA EMPRESA.....	20
3.5 IDENTIFICACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LOS PUNTOS CRÍTICOS.....	20
3.5.1 Parte estructural de techos verdes	20
3.5.2 Criterio agronómico	30

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distritos con mayor m ² /habitante de área verde pública en Lima Metropolitana	6
Tabla 2: Distritos con mayor población de Lima Metropolitana	7
Tabla 3: Condiciones climáticas del distrito de Miraflores	19
Tabla 4: Nivel de grado que se determina en las visitas técnicas.....	21
Tabla 5: Visitas técnicas donde se determinó la pendiente de la jardinera	22
Tabla 6: Visitas técnicas para realizar trabajos de impermeabilización.....	23
Tabla 7: Nivel de grado que se determina en las filtraciones.....	23
Tabla 8: Visitas técnicas donde se determinó filtraciones por el sumidero.....	26
Tabla 9: Visitas técnicas donde se determinó el tiempo de la prueba de estanqueidad.....	28
Tabla 10: Principales especies de herbáceas y cubresuelos empleadas en los proyectos de Miraflores.....	32
Tabla 11: Principales especies de arbustos, enredaderas y trepadoras empleadas en los proyectos de Miraflores.....	33
Tabla 12: Principales especies de árboles y palmeras empleadas en los proyectos de Miraflores ...	33
Tabla 13: Capacitaciones para el personal de fumigación	37
Tabla 14: Comparativo de requerimientos edafoclimáticas de <i>Stenotaphrum secundatum</i> y <i>Paspalum vaginatum</i>	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distritos con mayor y menor área por m ² por habitante en Lima Metropolitana.....	6
Figura 2: Temperatura promedio, mínima y máxima en Lima Metropolitana	8
Figura 3: Composición de un techo verde	9
Figura 4. Techo verde extensivo en el distrito de Miraflores.....	11
Figura 5. Techo verde intensivo simple en el distrito de Miraflores.....	12
Figura 6. Techos verdes intensivos en el distrito de Miraflores.....	13
Figura 7: Reducción de la temperatura. Dependiendo de las variedades, porte y densidad, las temperaturas pueden oscilar entre 2 y 4°C	14
Figura 8: Las cubiertas vegetales amortiguan el efecto de temperatura en las edificaciones.	15
Figura 9. Inclinación del piso: pendiente 2%	16
Figura 10. Rejilla de sumidero redondo	17
Figura 11. Impermeabilización con Mapelastic smart	17
Figura 12. Geocompuesto drenante MacDrain 2L.....	18
Figura 13. Modelo de Registro de entrega de Equipos de Protección Personal	24
Figura 14. Capacitación al personal a cargo de la empresa MAPEI	25
Figura 15. Deficiente empalme de las tuberías de drenaje.....	27
Figura 16. Prueba de estanqueidad.....	28
Figura 17. Capa drenante McDrain 2L.....	29
Figura 18. Caja de registro de sumidero.....	30
Figura 19. Equipos automatizados	35
Figura 20. Modelo de registro de entrega de equipos de protección personal de fumigación.....	36
Figura 21. Cambio de especie de una estacional por una perenne	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Valorización de un techo verde de 32,39 m ² y 50 cm de profundidad ubicado en un décimo piso en Miraflores	50
Anexo 2: Protocolo de recepción de superficies antes de impermeabilizar	51
Anexo 3: Protocolo de impermeabilización de techos verdes.....	52
Anexo 4: Protocolo de instalación de sistema de riego automático	53
Anexo 5: Plan de mantenimiento de jardines	54
Anexo 6: Análisis de la tierra preparada al inicio y en plena descomposición.	55

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo dar a conocer los criterios básicos a tomar en cuenta en la instalación de techos verdes en proyectos inmobiliarios en el distrito de Miraflores, a través de procedimientos seguros y buenas prácticas agronómicas. La actividad que se desarrolló fue desde el punto de vista como supervisora de campo y consistió en identificar los puntos críticos en la instalación de techos verdes. El trabajo comprendió desde el diagnóstico in situ, evaluando la superficie del techo, material a utilizar en la impermeabilización, tipo de sustrato, instalación de sistema de riego, selección de especies vegetales, estrategias de control de plagas y enfermedades, fertilización y labores de mantenimiento. Así mismo, con la implementación de protocolos (recepción de jardineras, impermeabilización, sistema de riego y mantenimiento) y la capacitación del personal en labores especializadas (pulido, impermeabilización, selección de plantas, etc.), buenas prácticas agrícolas (BPA) y gestión del servicio, se redujo el porcentaje de atención post venta de 70 % a 20%, en un periodo de 1 año. Asimismo, se redujo la pérdida de plantas por muerte en 20%, que significa una reducción de gastos a la empresa de 1000 soles al mes y al 30% las atenciones por reparación; lo cual significa una reducción de gastos de 25,000 por año.

Palabras clave: techos verdes, desarrollo sostenible, impermeabilización, práctica agronómica, gestión.

ABSTRACT

The objective of this professional proficiency work is to present the basic criteria to be taken into account in the installation of green roofs in real estate projects in the Miraflores district, through safe procedures and good agronomic practices. The activity that was developed was from the point of view as a field supervisor and consisted of identifying the critical points in the installation of green roofs. The work included on-site diagnosis, evaluating the surface of the roof, material to be used in waterproofing, type of substrate, installation of irrigation system, selection of plant species, pest and disease control strategies, fertilization and maintenance work. Likewise, with the implementation of protocols (reception of planters, waterproofing, irrigation and maintenance system) and the training of personnel in specialized tasks (polishing, waterproofing, plant selection, etc.), good agricultural practices (GAP) and management of the service, the percentage of after-sales attention was reduced from 70% to 20%, in a period of 1 year. Likewise, the loss of plants due to death was reduced by 20%, which means a reduction in expenses for the company of 1,000 soles per month and repair costs by 30%; which means a reduction in expenses of 25,000 per year.

Keywords: green roofs, sustainable development, waterproofing, agronomic practice, management.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA

Finales del año 2022 la población mundial superó el umbral de 8000 millones de personas, lo que conlleva a buscar estrategias para la saturación de infraestructuras, crisis climática, pérdida de biodiversidad e inestabilidad económica (Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2023). En el 2022, cerca del 56% de la población mundial, lo que equivale a 4480 millones de habitantes vive en ciudades, las tendencias indican que para el año 2050, la población aumentaría al doble, donde 7 de cada 10 personas vivirán en áreas urbanas (BANCO MUNDIAL, 2022). Por esta razón, confirma la vital importancia de la infraestructura verde en las ciudades, y la obligación de planificar su ordenamiento territorial teniendo en cuenta las exigencias que comportará el incremento de la población en el aspecto ambiental (Falcón, 2007).

En el Perú la migración tiene efecto en la proyección poblacional, como consecuencia de un incremento de las migraciones internas de zonas rurales a urbanas, lo que conlleva a una alta concentración urbana de la población que, en el caso peruano se ha concentrado en su mayoría en la región costa y específicamente en la región Lima. La población proyectada en el año 2023 se estima que el 83% reside en el área urbana y 17% en el área rural, siendo más de 10 151200 habitantes en Lima Metropolitana (INEI, 2023).

El crecimiento y desarrollo descontrolado de la ciudad nos obliga plantear el uso eficiente del terreno disponible con una planificación paisajística, lo que conlleva a explorar nuevas alternativas, como son el soporte urbano, donde la infraestructura verde (techos y muros) son lugares de crecimiento de la vegetación (Falcón, 2007). Falcón menciona al paisajista Hermann Barges, donde realiza una analogía sobre la ciudad adecuándola al paisaje natural entendiendo a los edificios como montañas, las calles como valles, las azoteas como prados alpinos y los patios interiores como si fueran barrancos.

La planificación e implementación de sistemas de infraestructura verde ha sido reconocida como una estrategia exitosa para mitigar los efectos del cambio climático, como son las islas

de calor, escasez hídrica y eventos extremos. Para ello, es necesario, que se adopten planes y políticas públicas que den soporte a la infraestructura verde, como son la construcción de espacios verdes urbanos altamente intensivos en uso de tecnología (Giannotti et al., 2021).

Por otro lado, Lima es la segunda ciudad más grande ubicada en un desierto, ubicada después de El Cairo (AQUAFONDO, 2015); a ello, se suma el déficit de áreas verdes, bajos índices de precipitación anual (9 mm), alto crecimiento urbano y escasez del recurso hídrico ante el cambio climático; asimismo, se suma la exposición a las altas temperaturas en la estación de verano que tiene la ciudad de Lima (31°C). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un mínimo de 9 m² de espacio verde por habitante y que todos los residentes vivan a 15 minutos a pie de la zona verde (ONU-Hábitat, 2015). Según el Sistema Nacional de Innovación Ambiental (2018) Lima Metropolitana se encuentra bajo los estándares internacionales del área verde por habitante, Santa María del Mar es el distrito con 33.31m² área verde por habitante, mientras que los distritos de San Isidro y Miraflores con 20.06 m² y 13.78 m² por área verde por habitante respectivamente y el de menor Pucusana con 0.11 m² área verde por habitante.

Ante el panorama expuesto, la implementación de infraestructura verde (techos verdes y muros) en Lima Metropolitana, surge como una alternativa para contrarrestar el cambio climático, permitiendo reducir la contaminación atmosférica, regulación de la temperatura y humedad, actúa como filtro acústico, reduce el golpe del viento y tiene efecto antibiótico (Falcón, 2007). La Municipalidad de Miraflores con la Ordenanza N°510 promueve las construcciones de edificaciones sostenibles (Certificación LEED, EDGE y BREEAM), donde exista un equilibrio con relación al crecimiento urbano y el cuidado de las áreas verdes para construir una ciudad sostenible. Las futuras edificaciones proyectan el uso de energías renovables, aumento de áreas verdes, reducir el consumo de energía (lámparas LED), tanto en ambientes privados y comunes. Con Certificación BREEAM y LEED se incrementa a un 25% el área techada total de la edificación, mientras para la certificación EDGE el incremento del área techada es 15% (Ordenanza N° 510, 2019).

En este trabajo se va a describir los aspectos básicos en la instalación de los techos verdes, considerando la parte estructural y agronómica.

Donde se describirá los puntos críticos en la instalación y mantenimiento; así mismo, las soluciones implementadas y como se logró la mejora del servicio de techos verdes.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Dar a conocer los criterios básicos a tomar en cuenta en la instalación de techos verdes en el distrito de Miraflores-Lima.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir el procedimiento para la habilitación de la estructura dónde se instalan los techos verdes.
- Describir los criterios agronómicos básicos para la implementación de techos verdes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIÓN DE ÁREAS VERDES

Las áreas verdes son todos aquellos espacios ocupados por árboles, arbustos, herbáceas y cubresuelos, que tienen diferentes usos como de esparcimiento, recreación, ecología, rehabilitación del entorno, entre otros. Se describe como el manejo de áreas verdes cualquier esfuerzo por establecer, recuperar o mantener espacios de vegetación con el fin de mejorar la calidad ambiental, la oportunidad económica o el valor estético asociado con la naturaleza (MINAM, 2016).

Las áreas verdes constituyen un ecosistema, integrado por factores bióticos (vegetación y fauna) y abióticos (suelos, agua, luz solar, temperatura, entre otros), que solamente cuando todos estos elementos estén en equilibrio se podrán satisfacer las necesidades fisiológicas, psicológicas, ambientales, sociales y estéticas de la población (Falcón, 2007).

Las áreas verdes están asociados a diversos beneficios para la salud, que abarcan una menor mortalidad prematura, una mayor esperanza de vida, menos problemas de salud mental, disminución en enfermedades cardiovasculares, mejor capacidad cognitiva en los niños y ancianos. Por otro lado, ayuda a reducir la contaminación atmosférica, disminuye el calor y ruido; y brinda beneficios sociales para la población como es la actividad física y la interacción social (Nieuwenhuijsen, 2021).

2.2 PROBLEMÁTICA DE LAS ÁREAS VERDES

Se identificó tres aspectos en la problemática de las áreas verdes urbanas en Lima: como primer punto se menciona la limitada área verde en metros cuadrados per cápita (ONU-Hábitat, 2015), la escasez del agua (Salazar, 2017) y la mitigación de la temperatura (SENAMHI).

2.2.1 Limitada área verde (m²) per cápita

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2018), señala un ranking de las ciudades con más espacios verdes lo lidera Reikiavik (Islandia) con 410,84 m² por

habitante, sigue las ciudades de Auckland (Nueva Zelanda) y Bratislava (Eslovaquia) con 357,2 y 332,87 m² por habitante respectivamente. Estas ciudades lideran el ranking porque aprovechan las energías renovables en beneficio de la población y preservación del medio ambiente.

Para que una ciudad se pueda considerar dentro de las ciudades verdes de América Latina, debe poseer un alto índice, para ello se evalúa parámetros como uso de la tierra y edificios, energía y CO₂, transporte, desechos, agua, saneamiento, calidad del aire y gobernanza medioambiental. Un estudio realizado por la Economist Intelligence Unit (2009) patrocinado por Siemens, señala que la ciudad de Curitiba, ubicada en Brasil es un gran ejemplo de América Latina porque lidera el índice de ciudades verdes; esto se debe porque su plan de manejo involucra iniciativas integradas que abordan asuntos como la creación de áreas verdes, reciclaje de desechos y medidas de saneamiento; su planificación integral permite un buen desempeño en un área ambiental, para así crear beneficios en otras ciudades de Brasil.

Cabe resaltar que Quito (Ecuador) es la ciudad con más área verde por habitante con aproximadamente 1500 m² de área verde por persona, esto se debe porque que alrededor del 80% del territorio es considerada no urbana. Aun así, su bajo índice en el Ranking, se debe a su baja densidad poblacional, un poco más de 500 habitantes por km², versus el promedio del índice que es 4500.

De acuerdo a los datos de la INEI (2020), estima una población 10,628,470 habitantes para Lima, si consideramos lo que recomienda la OMS se necesita 9,565 km² área verde, lo que indica que es un desafío para las futuras gestiones municipales. Según el SINIA (2018), en la figura N° 1, alberga los distritos con mayor área verde por m² por habitante como son Santa María del Mar, San Isidro, Miraflores, San Borja y Jesús María, que en promedio cuentan con 17.72 m²/habitante, mientras que los distritos de menor área verde lo conforman los distritos de Breña, Puente Piedra, Pachacamac, Villa María del Triunfo y Pucusana, tienen en promedio el 0.67 m²/habitante, que es insignificante con lo que recomienda la OMS.

Lima Metropolitana cuenta en promedio con 5.3 m² área verde por habitante, comprendidas por plazas, parques, parques zonales, zoológicos, jardines, óvalos, bermas y alamedas. En la Tabla 1 y 2, se observa los 5 distritos con mayor área verde pública como son Santa María

del Mar, San Isidro, San Bartolo, Lima y San Borja, cuentan con un promedio de 19.1 m²/habitante, este resultado no es alentador porque solo equivalen al 5.3% de la población de Lima Metropolitana. Por otro lado, los 5 distritos con mayor población (San Juan de Lurigancho, San Martín de Porres, Ate, Comas y Villa María del Triunfo) conforman el 37.4% de la población, pero poseen 1.9 m² de área verde/habitante, lo que es insignificante en comparación con la cantidad de población que albergan en esos distritos. Solamente un distrito, Santa María del Mar, supera el promedio con 36.4 m²/habitante lo que equivale al 0.01% de la población con 999,000 habitantes.

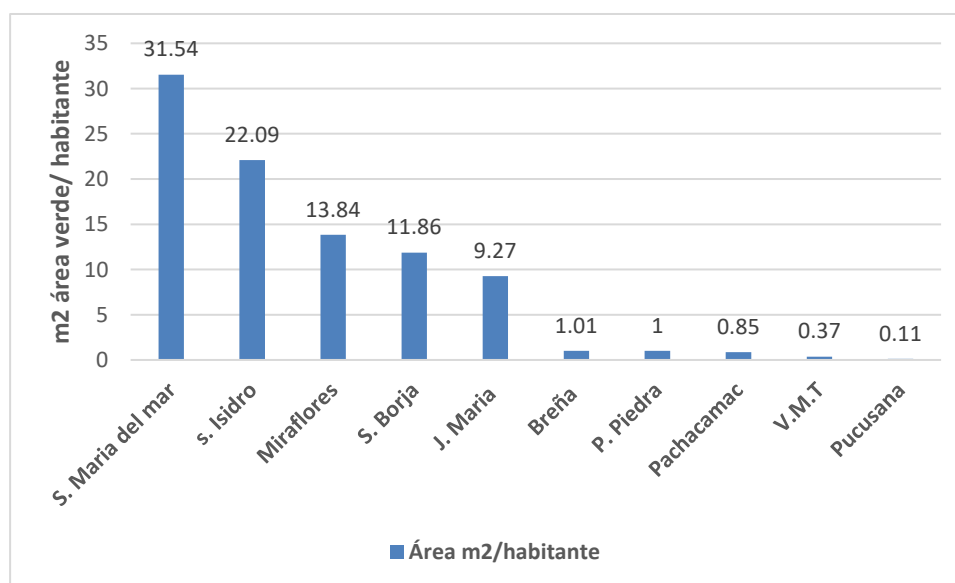


Figura 1: Distritos con mayor y menor área por m² por habitante en Lima Metropolitana

Nota: Adaptado del *Sistema Nacional de Innovación Agraria 2018(SINIA)*.

Tabla 1: Distritos con mayor m²/habitante de área verde pública en Lima Metropolitana

Distrito	m ² área verde	Población	m ² /Hab
Santa María del Mar	36.375,00	999,00	36,4
San Isidro	1.078.691,00	60.735,00	17,8
San Bartolo	131.416,00	7.482,00	17,6
Lima	3.171.263,00	268.352,00	11,8
San Borja	1.331.461,00	113.247,00	11,8
Total	6.399.391,00	450.815,00	19,1

Nota: Adaptado de *Compendio Estadístico Lima Provincia 2019* (p. 43), Instituto Nacional de Estadística e Informática. CC-BY 4.0.

Tabla 2: Distritos con mayor población de Lima Metropolitana

Distrito	m² Área verde	Población	m²/Hab
San Juan de Lurigancho	1,813,819.00	1,038,495.00	1.7
San Martín de Porres	1,399,179.00	654,083.00	2.1
Ate	1,773,031.00	599,196.00	3.0
Comas	1,213,203.00	520,450.00	2.3
Villa María del Triunfo	200,159.00	398,433.00	0.5
Total	6.399.391,00	3.210.657,00	1.9

Nota: Adaptado de *Compendio Estadístico Lima Provincia 2019* (p. 43), Instituto Nacional de Estadística e Informática. CC-BY 4.0.

2.2.2 Escasez de agua

Irónicamente, el Perú es el octavo país del mundo con mayor reserva hídrica en el planeta (aprox. 1.89% del agua superficial). Sin embargo, el agua no se encuentra distribuida de forma equitativa y eficiente en la costa, sierra y selva, por ello, se debe cuidar y administrar con justicia y equidad para todos los ciudadanos que habitamos en ella (ANA,2012).

El Perú cuenta con tres vertientes en su territorio, con una disponibilidad de casi 1´ 768, 172 de metros cúbicos de agua cada año, la vertiente del pacífico que representa el 1.5% del total, la vertiente del atlántico con 98.2% y la vertiente del Titicaca que representa el 0.3% del total (INEI, 2021). Con cerca de 10 millones de habitantes, Lima es considerada la segunda ciudad más grande del mundo ubicada en un desierto, por poseer bajos índices de precipitación anual (9mm) y escasez del agua, a esto se suma el uso ineficiente del recurso agua por parte de población (LIWA,2009). El consumo promedio por persona en Lima es 250 litros/día, lo cual es elevado, sin embargo, esta demanda no es uniforme en todos los distritos de Lima, siendo la clase media a alta los que más disponen de agua y siendo la clase baja (barrios marginales) donde se presenta la escasez a diario, que a través de camiones cisternas se abastecen de agua, muchas veces de baja calidad y la provisión no es segura (AQUAFONDO, 2015).

2.2.3 Mitigación de la temperatura

Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), variación de la temperatura es uno de los indicadores del cambio climático, lo que va aumentando la temperatura año tras año como consecuencia de la emisión de contaminantes, actividades antrópicas y destrucción de los ecosistemas. El aumento de temperatura trae consigo destrucción de la pérdida de la flora

y fauna; aumento de enfermedades y condiciones médicas (piel, desmayos, calambres), sequías prolongadas, incendios, entre otros (OMM, 2022).

Pero, además, se prevé que el aumento de la temperatura cambie la distribución geográfica de las zonas climáticas, influya en la fenología de los cultivos y ciclo de vida de los animales, como también, en la evaporación del agua y rendimiento en la agricultura y ganadería. En la ciudad las infraestructuras y edificios también son vulnerables al cambio climático debido a su diseño o ubicación que varía según la región, afectando su vida útil y elevando el costo inicial de la construcción (UNIÓN EUROPEA, s.f.).

Para el caso Lima Metropolitana, febrero es el mes donde se alcanza la temperatura máxima de 27°C y la mínima de 20°C, siendo un mes cálido. El mes de agosto, la temperatura máxima de 19°C y la mínima de 15°C, siendo el mes más frío del año (figura 2). Cabe recalcar que en la temporada cálida (enero a marzo), se obtiene una temperatura máxima promedio diaria de 25°C y en la temporada fresca (junio a octubre) de 21 °C (Weather Spark, s.f.). La temperatura ascenderá a medida que se incremente el calentamiento global en las próximas dos décadas, causando daños irreversibles, siendo principalmente las infraestructuras y los asentamientos de las zonas costeras de baja latitud las más afectadas (OMM, 2022).

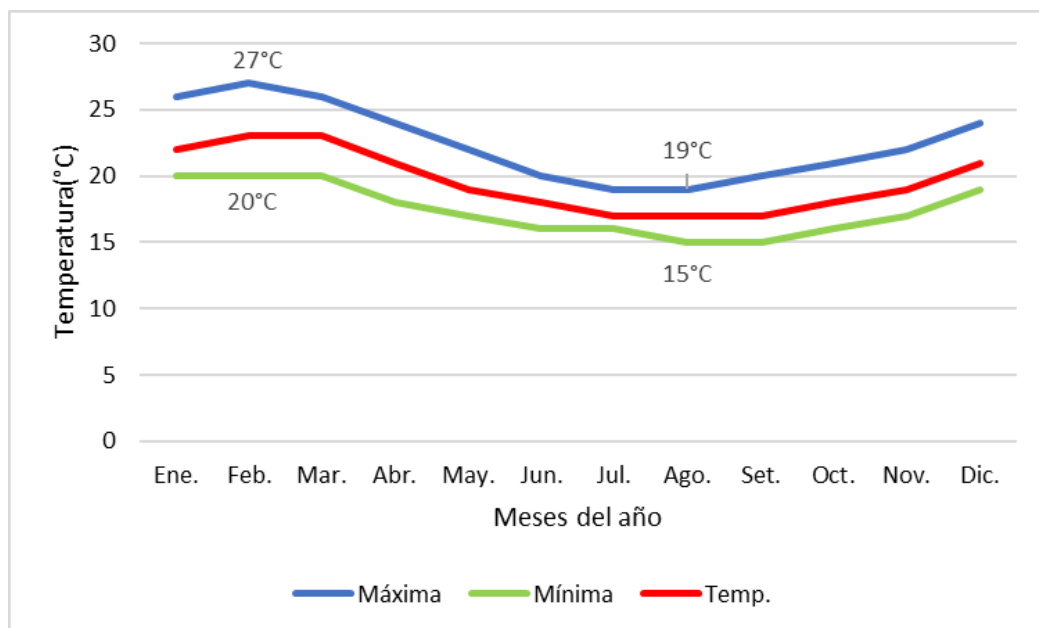


Figura 2: Temperatura promedio, mínima y máxima en Lima Metropolitana

Nota: Adaptado de Weather Spark

2.3 LOS TECHOS VERDES

Son una extensión del techo existente que involucra, como mínimo, la impermeabilización de la superficie a instalarse de un techo verde, sistema de malla anti raíz, sistema de drenaje, tela filtrante, un medio de cultivo liviano y plantas (Green Roofs for Healthy Cities). Mientras que, Teodosiou (2009), señala que los techos verdes siempre han existido durante miles de años con su forma más simple, y su principal ventaja ha sido la mejora de las condiciones de confort interno, pese que en aquellos tiempos los materiales naturales eran el único elemento de construcción disponible.

En la actualidad, los nuevos aportes en tecnología, nos brindan soluciones técnicas sobre soportes, especies vegetales, sustratos, técnicas de mantenimiento, plantación, riego, entre otros; con el fin de desarrollar proyectos de infraestructura verde como son los techos y muros verdes (Falcón,2007). Un estudio realizado en México en el que se implementaron techos verdes en edificios ubicados en climas templados, logró una disminución del 8% en las ganancias de calor y, como resultado, una reducción en el consumo de energía eléctrica del aire acondicionado; por ello, el techo verde funciona como capa aislante en la envolvente del edificio (Torres et al,2007). Las tecnologías de techos verdes no solo brindan a los usuarios un retorno de la inversión, sino que también representan beneficios sociales, económicos y ambientales, particularmente en las ciudades.

2.3.1 Composición de los techos verdes

Según Soto et al. (2014), un techo verde está conformado, generalmente, como se muestra en la figura 3.

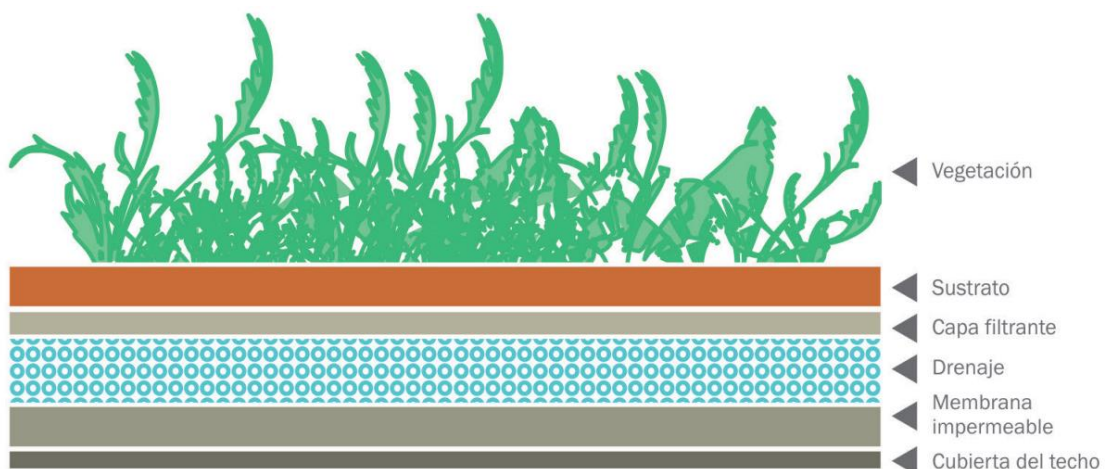


Figura 3: Composición de un techo verde

Fuente: Soto, M. S.; Barbaro, L.; Coviella, M.A. y Stancanelli S. (2014)

La conforman:

- **VEGETACIÓN:** Es la primera capa de un techo verde y es conformada por las plantas adaptables al ambiente. La elección de las plantas dependerá del uso del techo verde (extensivo, intensivo e intensivo simple). En la selección de las especies vegetales es necesario considerar parámetros climáticos y agronómicos como son el microclima de la cubierta vegetal, el grosor máximo del sustrato, el porte de la planta, la capacidad de crecimiento de la vegetación y los requerimientos hídricos de las plantas.
- **SUSTRATO:** Es la segunda capa y es el elemento primordial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como, su supervivencia en el tiempo. Debe cumplir la función de drenaje, intercambio de gases, anclaje del sistema radicular y retención de agua y nutrientes.
- **CAPA FILTRANTE:** Es la tercera capa y su función principal es evitar que las partículas más pequeñas provenientes del sustrato pasen al drenaje y obstaculicen el sumidero.
- **DRENAJE:** Es la cuarta capa y almacena la cantidad de agua restante para la supervivencia de la vegetación.
- **MEMBRANA IMPERMEABLE:** Es la penúltima capa y se impermeabiliza el espacio donde se va a instalar el techo verde, los productos pueden ser del tipo polvo, líquido o una combinación de ambos (líquido y polvo) para que no pueda ser atravesado por el agua.
- **CUBIERTA DEL TECHO:** Es la última capa y cumple la función de soporte estructural, por ello, es importante considerar en su diseño el peso de carga según el uso del techo verde.

Los techos verdes se dividen en función a la selección de plantas y depende del uso, construcción y mantenimiento de la edificación ; se clasifican en tres tipos: los techos verdes intensivos, intensivos simples y extensivos (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018).

2.3.2 Techos verdes extensivos

Son aquellos que representan la naturalidad de la vegetación y que en gran medida son autosuficientes, poseen un bajo requerimiento hídrico y nutricional, las cubiertas vegetales están conformadas por musgo, suculentas, hierbas y césped. Por otro lado, el sustrato puede variar entre 4 a 20 cm, que depende básicamente de la cobertura vegetal elegida (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018).

Otros autores, señalan que, poseen una profundidad menor o igual a 10 cm y poca variedad de plantas (Morales, Cristancho & Baquero ,2017). Los requerimientos de mantenimiento son bajos, evita la proliferación de hierbas no deseadas y controla cuidadosamente la disponibilidad del agua en las primeras fases de desarrollo; y el peso de carga varía entre 120 kg/m² y 225 kg/m² (Guía de azoteas vivas y cubiertas vegetales, 2015).



Figura 4. Techo verde extensivo en el distrito de Miraflores.

Nota: Compuesto por aptenia (*Aptenia cordifolia*).

2.3.3 Techos verdes intensivos simples

Son aquellos que poseen características de techos extensivos e intensivos, la variedad de uso y diseño es limitada en comparación de un techo intensivo. Lo conforman especies herbáceas, gramíneas y arbustos leñosos perennes y poseen una profundidad del sustrato entre 12 a 100 cm, dependiendo de la cobertura vegetal que compone el techo verde (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018). Son cubiertas

transitables y, por lo tanto, son más fáciles de combinar con zonas de recreación y ocio. Poseen un peso de la cubierta entre 150 kg/m² y 450 kg/m² (Guía de azotea vivas y cubiertas vegetales, 2015). Poseen un mantenimiento moderado y cuanto a diseño es más elaborado que un extensivo.



Figura 5. Techo verde intensivo simple en el distrito de Miraflores.

Nota: Compuesto por césped paspalum (*Paspalum vaginatum*), especies herbáceas de especies arbustivas semi leñosas como laurel rosa (*Nerium oleander.*), bougainvilleas (*Bougainvillea spectabilis*), lantana (*Lantana camara.*) y sansevieras (*Sansevieras sp.*)

2.3.4 Techos verdes intensivos

Son aquellos que proporcionan beneficios a los usuarios parecidos a un jardín, posee una complejidad en la diversidad del diseño adecuado y demanda cuidados en el suministro de agua y nutrientes. Lo conforman especies como césped, hierbas perennes, arbustos leñosos y árboles de diferente porte. Además, la profundidad del sustrato varía entre 12 a 200 cm, dependiendo de la cobertura vegetal que compone el techo verde (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018). La Guía de azoteas vivas y cubiertas vegetales (2015) menciona que el mantenimiento es alto (agua y nutrientes), y depende básicamente de las especies a elegir. Por ello, el precio es más alto con respecto a los techos semi intensivos y extensivos. El peso de la cubierta es a partir de 650 kg/m².



Figura 6. Techos verdes intensivos en el distrito de Miraflores

Nota: (i) Proyecto Mendiburu: Techo verde compuesto por árbol de meijo (*Hibiscus tiliaceus*), trepadora (*Lonicera japónica*), plantas herbáceas de liriope (*Liriope muscari*), Salvias (*Salvia officinalis*), ichu (*Pennisetum sp.*) y césped americano (*Stenotaphrum secundatum*). (ii) Proyecto Arica: Techo verde compuesto por arbusto leñoso de suche (*Plumeria rubra*), mioporo (*Myoporum laetum*), carissa (*Carissa macrocarpa*), plantas herbáceas de señorita (*Aptenia cordifolia*) y roeo (*Rhoeo spathacea*).

2.4 BENEFICIOS DE LOS TECHOS VERDES

- Los techos verdes mitigan las altas temperaturas en el interior del edificio, en la práctica funcionan como un disipador de calor fresco en contacto con el techo, que de lo contrario durante el verano está muy expuesto a la radiación solar (Teodosiou, 2009).
- Retiene altos porcentajes de las aguas pluviales, lo que contribuye a mejorar el funcionamiento de los desagües (Giobellina, 2019).
- Reduce la contaminación atmosférica, las masas vegetales sirven para fijar las partículas de polvo y gases contaminantes que se encuentran en suspensión en la atmósfera, como son el plomo, cadmio y el ácido sulfúrico; estas partículas quedan retenidas, sobre todo, en las hojas y superficies verdes en general, lo que favorece una atmosfera más limpia (Falcón, 2007). Un caso de éxito en la instalación de techos verdes ha sido Copenhague, que en los últimos 25 años han reducido sus emisiones en un 40%, por lo que, se estableció la obligatoriedad de incluir techos verdes en edificaciones, permitiendo una infraestructura verde más sostenible y ecoamigable gracias a la implementación de jardines en los edificios (Boccolini, 2019).
- Reduce el consumo energético por una menor utilización del aire acondicionado. Un estudio en México, al aplicar los techos verdes a edificios que se encuentran en climas

templados, el uso del aire acondicionado descendió en un 8% (2.104 kW), resalta al techo verde como una capa aislante en la envolvente del edificio (Torres y Morillón, 2007).

- Proporciona una barrera acústica capaz de reducir entre el 40 y 50 dB en el interior del edificio (Giobellina, 2019).
- Aportan beneficios energéticos-ambientales: en lo urbano, disminuye la isla de calor y aumenta el confort de los espacios y, en los edificios, reduce el consumo de energía para acondicionamiento de los espacios interiores (Suárez et al, 2020). Los autores citados anteriormente evaluaron el desempeño térmico de fachadas verdes tradicionales de orientación este en viviendas seriadas emplazadas en climas áridos de Argentina, observando una disminución de las temperaturas superficiales exteriores e interiores en las envolventes de los edificios de hasta 27.4°C (muros exteriores) y 6.5°C (muros interiores).
- Brindan biodiversidad, y que pueden ser aprovechadas por los usuarios, como espacios lúdicos, cumplir funciones de ocio y recreación, mejorando la salud y calidad de vida de las personas como un acercamiento a la naturaleza (Giobellina, 2019). En una encuesta británica, se concluyó que pasar al menos 120 minutos a la semana en la naturaleza se asocia con buena salud y bienestar (White et al, 2019).

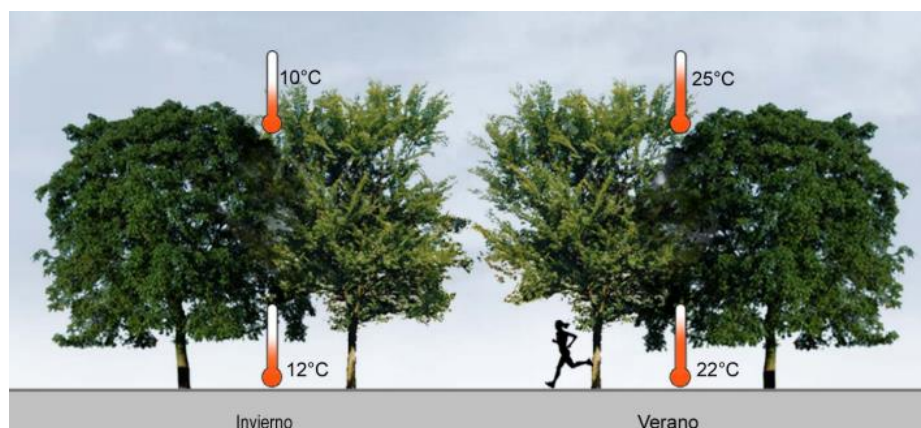


Figura 7: Reducción de la temperatura. Dependiendo de las variedades, porte y densidad, las temperaturas pueden oscilar entre 2 y 4°C

Nota: Adaptado de Espacios verdes para una ciudad sostenible. Falcón (2007).



Figura 8: Las cubiertas vegetales amortiguan el efecto de temperatura en las edificaciones.

Nota: Adaptado de *Del gris al verde* (p.8), F. Carrasco, 2019, Revista Itsmo. CC-BY 4.0

2.5 PARTE ESTRUCTURAL

Para la implementación e instalación de un techo verde es muy importante determinar qué tipo de techo verde se va diseñar (extensivo, intensivo e intensivo simple o semi-intensivo), por ello, es necesario estimar la capacidad de carga que tendrá a futuro, drenaje, impermeabilización, entre otros.

2.5.1 Peso de carga (kg/m^2)

La carga es la fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus inmobiliarios.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto N° 011-2006-Vivienda) indica dos conceptos de carga, que en conjunto se usa para diseñar un techo verde y son:

- **Carga muerta:** Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- **Carga viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación.

Señala que, para techos con jardines, la carga viva mínima de diseño es de 1,0 kPa (100 kgf/m^2), mientras, que los jardines de uso común son de 4,0 kPa (400 kgf/m^2). El peso de los materiales del jardín (sustrato) es considerado como carga muerta y la estimación es a capacidad de campo.

2.5.2 Inclinación del techo

Según las condiciones de Lima para techos verdes (extensivos, intensivos simples e intensivos) se debe prever una caída de al menos un 2%, ya que a medida que aumenta la pendiente, el agua se escurre más rápidamente (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018). Sin embargo, en zonas de mayor precipitación se podría considerar de acuerdo a previos estudios una mayor pendiente.

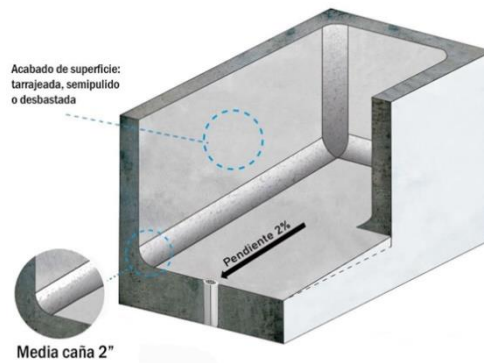


Figura 9. Inclinación del piso: pendiente 2%

Nota: Reverdece Perú S.A.C

2.5.3 Drenaje

Las instalaciones de drenaje deben ser capaces de recoger y eliminar tanto el exceso de agua como el agua superficial de la capa de vegetación. Un drenaje debe satisfacer las necesidades básicas como son mantener capacidad de campo y ascenso capilar de una extensa vegetación para su crecimiento y desarrollo (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018).

Los sumideros se utilizan para recolectar los desechos del agua de acarreo que pueden obstruir las líneas de drenaje, por ello, se debe limpiar de manera periódica. Los sumideros más usados en jardines son los redondos (Guía de diseño e instalación de drenaje) (figura 10).

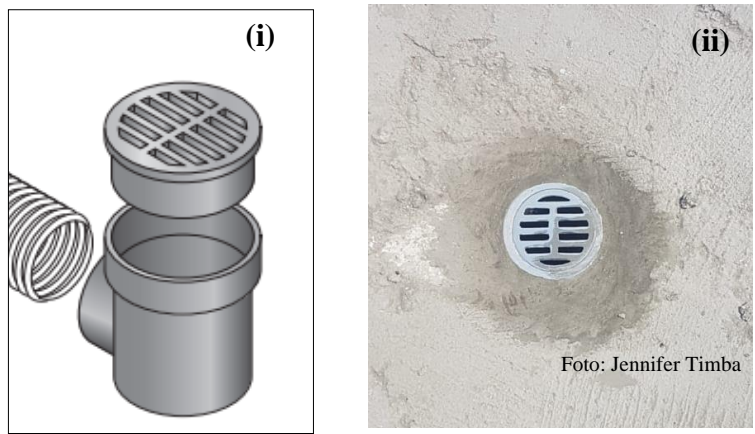


Figura 10. Rejilla de sumidero redondo

Nota: i. Guía de diseño e instalación de drenaje. NDS PRO.
 ii. Rejilla redonda instalada antes de la impermeabilización.

2.5.4 Impermeabilización

La impermeabilización es el tratamiento donde se aísla la superficie del techo con revestimientos especiales con el objetivo de evitar la absorción o penetración de agua en la superficie y que con el transcurso del tiempo pueda generar problemas a la edificación (Jesús, 2022).

Mapei es una empresa fabricante de productos químicos para la construcción, entre ellos destaca el producto mapelastíc smart, que es un mortero bicomponente, a base de aglomerantes cementosos, aditivos especiales y polímeros sintéticos en dispersión acuosa, la mezcla de los dos componentes (líquido y polvo) se obtiene un mortero de consistencia plástica que se aplica fácilmente con brocha y rodillo, tanto en superficies verticales como horizontales, en un espesor de 2 mm.

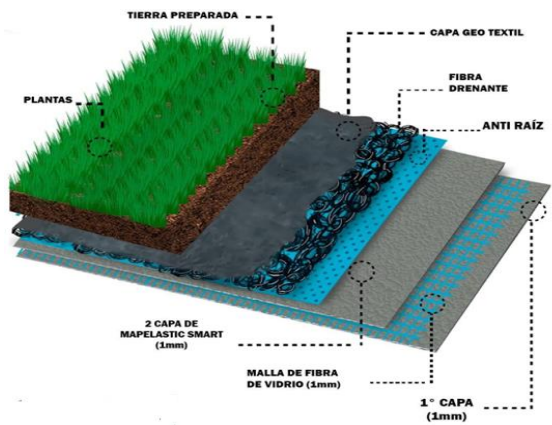


Figura 11. Impermeabilización con Mapelastíc smart

Nota: Reverdece Perú S.A.C

Chema es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos para la industria de la construcción, cuyo producto chema bitumen es un líquido asfáltico con solventes minerales, utilizado como un recubrimiento completamente impermeable.

2.5.5 Capa drenante

La capa drenante es muy importante porque permite la circulación del agua, pero evita el paso de sustrato. Posee una capa anti-raíz que permite que las raíces de las plantas no dañen la superficie (Morales, Cristancho & Baquero, 2017).

Maccaferri es una empresa que investiga, diseña y desarrolla soluciones de ingeniería (edificaciones), y cuenta con una gama de productos en los que destaca el macdrain 2L, que es un geocompuesto fabricado con filamentos de polipropileno y termosoldado a dos geotextiles no tejidos en todos los puntos de contacto. Se caracteriza por ser de drenaje liviano y flexible.



Figura 12. Geocompuesto drenante MacDrain 2L

Nota: Reverdece Perú S.A.C

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 LUGAR

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Lima Metropolitana, desarrollando proyectos de instalación y mantenimiento de techos verdes en edificios multifamiliares en el distrito de Miraflores. Los techos verdes implementados fueron de tipo techos extensivos e intensivos.

3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Se trabajó principalmente en el distrito de Miraflores, cuyas características climáticas se describen en la tabla 3.

Tabla 3: Condiciones climáticas del distrito de Miraflores

Tipo de clima:	Es árido
Temperatura máxima:	30°C
Temperatura mínima:	12°C
Precipitación anual:	0 – 5 mm
Humedad relativa:	promedio de 70%
m.s.n.m.	79

Nota: Adaptado de *Mapa Climático del Perú*, 2022, SENAMHI. CC-BY 4.0. e INEI (2017).

3.3 FUNCIONES PROFESIONALES

Las funciones desarrolladas fueron de supervisión de instalación, mantenimiento de áreas verdes e implementación de sistema de riego; trabajos que se desarrollaron cumpliendo cabalmente en los tiempos de entrega según las condiciones del contrato. Así mismo, se cumplió otras labores específicas, como:

- Supervisión de la implementación del paisajismo de acuerdo al diseño del cliente.
- Supervisión y control del buen estado de las maquinarias, herramientas y equipos asignados.
- Supervisión de actividades especializadas como programación de controladores de riego, revisión de tableros eléctricos de riego, traslados de árboles, entre otros.

3.4 SITUACIÓN DE LA EMPRESA

El presente trabajo de suficiencia profesional, toma la experiencia obtenida en la empresa Reverdece Perú dedicada al desarrollo de proyectos de paisajismo, cubiertas vegetales, infraestructura verde, diseño de parques y jardines públicos, cuenta con más de 10 años de experiencia y brinda servicio post venta, que es la garantía del trabajo realizado y caduca después de 1 año.

3.5 IDENTIFICACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LOS PUNTOS CRÍTICOS

Dentro de la experiencia profesional se identificó los principales puntos críticos; tanto, en la habilitación de la estructura de los techos verdes; así como, la implementación y mantenimiento. A continuación, se detalla su problemática y la propuesta de mejora.

3.5.1 Parte estructural de techos verdes

La etapa estructural es muy importante en el éxito de un techo verde, de ello depende si a corto o mediano plazo hay ocurrencia de filtraciones en techos inferiores y la capacidad de carga del techo. Se tomó como referencia lo que solicita la empresa mapei, con su producto recomendado mapelastic smart, siendo esto un producto eficaz por los trabajos realizados anteriormente y de bajo costo.

a. Habilitación de estructura de techo verde

Los techos verdes a trabajar se impermeabilizaron con mapelastic smart, cuyo producto se utiliza para la protección e impermeabilización de estructuras y elementos de hormigón; para realizar el trabajo se debe tomar en cuenta que las superficies deben estar limpias, sólidas y secas; por ello es necesario eliminar rebabas de cemento, cuerpos extraños (gravas, gravillas, entre otros), trazas de polvo, grasas y aceite, tanto en la base horizontal y vertical de la estructura. Tal cual coincide con lo que menciona Ozuna (2016), que el soporte de hormigón

debe estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes (protuberancias) mayores que el 20% del espesor de la impermeabilización.

- **Punto crítico**

Antes de realizar el trabajo se requería realizar una visita técnica para evaluar el área a trabajar, para un requerimiento de trabajo se realizó mínimo 3 visitas técnicas por cliente, la primera visita para realizar el diagnóstico y la recomendación, la segunda visita para la observación del avance de las correcciones y la tercera para verificar si todas las observaciones de la primera y segunda fueron levantadas. Durante el mes se tenía 4 a 5 visitas técnicas donde se verificaba el estado del tarrajeo, en este caso si presentaba rajaduras y fisuras, las juntas verticales y horizontales si contaban con media caña de 2”, si la superficie de curado presentaba al menos 7 días de secado y que no contará con restos de pintura y aceites. El 100% de las visitas técnicas no contaban con los requerimientos mínimos, en algunos casos eran faltas leves y en otros más complejos; por ello se tenía que hacer previos trabajos de reacondicionamiento.

Tabla 4: Nivel de grado que se determina en las visitas técnicas

Descripción	Nivel de grado
Falta de limpieza	Grado 0
Presencia de rajaduras	Grado 1
No contar con media caña 2”	Grado 2
No contar con al menos 7 días de curado	Grado 2

Se considera grado 0: falta leve y grado 2: falta grave.

- **Solución**

Se implementó un protocolo de recepción de superficies antes de impermeabilizar el techo verde (anexo 2). La responsabilidad de evaluar las condiciones del techo estaba a cargo del área de calidad, que recorría el campo en compañía de la supervisión de producción y la supervisión de obra (contratista), en donde se identificaban las observaciones que tenían que ser subsanadas antes de inicio de la impermeabilización. Una vez levantada las observaciones el arquitecto de calidad procede a firmar los protocolos.

b. Deficiencias en la inclinación del piso

Para los techos verdes (extensivos, intensivos e intensivos simples) se debe prever una caída de al menos un 2%, a medida que aumenta la pendiente, el agua se moviliza con mayor rapidez (Landscape Development and Landscaping Research Society, 2018). Goicochea (2012), menciona que los terrenos con topografía muy plana (0.5% de pendiente) crean problemas de mal drenaje, lo que impiden el libre escurrimiento de las aguas y con frecuencia causan encharcamientos. Boccolini (2019), indica que, debido a la poca precipitación en la zona, muchos de los techos verdes han sido de escasa pendiente o directamente planas.

• Punto crítico

Como punto crítico se visualizó que las superficies a impermeabilizar no contaban con la pendiente mínima recomendada, que en muchos casos era plana (0%) y menor a 2%. Por lo mencionado, iba a ocasionar una mayor atención post venta a corto plazo por estancamientos del agua, proliferación de insectos y mortandad de especies vegetales por exceso de riego.

De las 5 visitas técnicas al mes, el 60% de las áreas por trabajar no contaba con la pendiente mínima de 2%, mientras que el 40% si lo contaba.

Tabla 5: Visitas técnicas donde se determinó la pendiente de la jardinera

PENDIENTE	PROY 1	PROY 2	PROY 3	PROY 4	PROY 5
<2%	X		X	X	
≥ 2%		X			X

• Solución

Para solucionar el problema de la pendiente se implementó un protocolo de recepción de superficies antes de la impermeabilización del techo verde (anexo 2), donde la responsabilidad de evaluar las condiciones de la pendiente del techo estaba a cargo del área de calidad, para aquellas áreas donde no cumplían con la pendiente de la superficie se implementó la colocación de planchas de tecnopor, esto previa coordinación con el cliente porque generaba un costo adicional.

c. Inadecuado sistema de impermeabilización

Los techos verdes poseen en su composición la impermeabilización, barrera para raíces, barreras de drenaje, filtración, sustrato y capas vegetales que soportan una amplia variedad de especies de plantas (Carvajal et al, 2015). Según Núñez et al. (2012) en Cuba, cerca del 61% de construcciones presentan problemas de filtración debido a que construyen sin sellar las juntas constructivas.

Bauer et al. (2010) menciona que el costo del diseño y la óptima ejecución de la impermeabilización varía del 1 al 3% del valor de obra, mientras que los daños y el mantenimiento de los sistemas de impermeabilización varía entre el 5 al 10% del valor del proyecto, que a largo plazo conlleva a un mayor presupuesto que al inicio.

Los techos del distrito donde se han implementado techos verdes en su gran mayoría presentan la problemática de humedecimiento de techos por un mal trabajo de impermeabilización.

- **Punto crítico**

Cientes que ya habían realizado trabajos anteriormente de techos verdes por otras empresas tenían problemas de filtración en su techo, de las 5 visitas técnicas el 80 % presentaba filtraciones de grado 3. Del 100% de clientes que nos llamaba para la implementación de techos verdes, el 60% instalaba su techo por primera vez y el 40% era para corrección de los problemas de impermeabilización que presentaban.

Tabla 6: Visitas técnicas para realizar trabajos de impermeabilización

VISITA	PROY 1	PROY 2	PROY 3	PROY 4	PROY 5
IMPERMEABILIZACIÓN POR PRIMERA VEZ	X	X	X		
CORRECCION DE LA IMPERMEABILIZACIÓN				X	X

Tabla 7: Nivel de grado que se determina en las filtraciones

Descripción	Nivel de grado
<0.5m ²	Grado 1
0.5m ² a 1m ²	Grado 2
>1m ²	Grado 3

Se considera grado 1: bajo y grado 3: alto.

- **Solución N°1**

Se formo un equipo técnico especializado en la impermeabilizacion de la superficies con la técnica de mapelastic smart, se elaboró un registro de equipo de proteccion con el cual el personal debe contar (figura 13) y uso de productos adecuados utilizados durante los años de experiencia.

REGISTRO DE ENTREGA EPP												
NOMBRES COMPLETOS											CARGO	
FECHA	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL (Marcar con una X)										OBSERVACIONES	FIRMA
	POLO	PANTALON	CASCO	GUANTES	ZAPATOS DE SEGURIDAD	RODILLERA	LENTES	CARETA	CORTA VIENTO	BARBIQUEJO		

Figura 13. Modelo de Registro de entrega de Equipos de Protección Personal

Mediante un procedimiento de trabajo de impermeabilización con mapelastic smart se estandarizó el proceso y se considera:

- **Protocolos de Seguridad:** Se realiza antes de realizar los trabajos propiamente dichos, se previene o minimiza la ocurrencia de eventos no deseados (lesiones personales, daños a la propiedad, fallas operacionales), así como mejorar las condiciones de trabajo cuidando la integridad física de los trabajadores.
- **Mezcla del material impermeabilizante:** En un recipiente, se realiza la mezcla homogénea hasta que quede una solución pastosa y sin grumos de mapelastic smart, procurando que no quede en las paredes ni en el fondo del recipiente, material sin mezclar.

Aplicación:

Tratamiento de juntas (puntos de encuentro):

Se aplica una capa del producto impermeabilizante mapelastic a lo largo de las esquinas y bordes de las jardineras.

Impermeabilización de jardineras:

- Se libera la jardinera y se realiza una limpieza fina, con ayuda de una escoba se barre toda la extensión de la jardinera, con el propósito de retirar cualquier impureza (polvo).
- Se realiza una limpieza de superficie con ayuda de una espátula, con la intención de

retirar cualquier grupo o rebaba de cemento que pueda impedir una impermeabilización uniforme.

- Se toman el nivel de referencia, para definir la altura de la impermeabilización y se procede a marcarla con ayuda de un tiralíneas.
- Se humedece toda la superficie ajardinada, con el propósito de que la superficie no absorba el material de forma rápida.
- Se aplica con brocha o llana lisa, la primera capa de mapelastick smart en sardineles y luego en piso, procurando que la mezcla sea utilizada en su totalidad durante los primeros 60 minutos.
- Tras la aplicación de la primera capa de mapelastick smart, se coloca en fresco la malla Mapenet 150, como armadura de refuerzo para micro fisuras, mediante el uso de una llana plana.
- Luego de la colocación de la malla, se debe aplicar la segunda capa de mapelastick smart con la ayuda de una llana plana, cuando la primera capa haya endurecido.
- Tras la aplicación de mapelastick smart, esperar un mínimo de 4 días de curado (en buenas condiciones climáticas: aprox. 20°C) antes de proceder con los trabajos de instalación del drenaje y la tierra para las jardineras.
- Las tuberías de cableado de luminarias deben estar bien selladas.
- Terminado los trabajos, se debe dejar la zona limpia y libre de herramientas y materiales.

• Solución N°2

Asimismo, se brindó capacitaciones al personal operativo y supervisión por parte de la empresa mapei (figura 14).



Figura 14. Capacitación al personal a cargo de la empresa mapei

Nota: Las fotos fueron tomados de la empresa Reverdece Perú S.A.C

Las capacitaciones brindadas fueron:

- Procedimiento de impermeabilización con mapelastic smart.
- Como actuar en caso de lluvias cuando se impermeabiliza.
- Gamas de productos que cuenta mapei para las juntas horizontales y verticales.
- Los tipos de productos para impermeabilizar.

d. Deficiencia en la implementación de los sumideros

La deficiencia es la mala instalación de sumideros que deja uniones mal selladas lo cual dificulta una adecuada impermeabilización y por lo tanto una filtración del techo.

Según Cabanillas (2022), define la prueba de escorrentía como la caída de una corriente de agua que circula sobre un ducto.

• Punto crítico

En las visitas técnicas se observaba un mal empalme de la tubería con las rejillas de sumidero, no usaban sellador para cubrir aquellos espacios libres entre la tubería y rejilla; por ello circulaba el agua y había humedecimiento en la parte inferior del techo. En el 80 % de las visitas se observaba el humedecimiento de techo inferior cerca al sumidero (figura 15).

Tabla 8: Visitas técnicas donde se determinó filtraciones por el sumidero

FILTRACION	PROY 1	PROY 2	PROY 3	PROY 4	PROY 5
SI	X	X	X	X	
NO					X

• Solución

Antes de realizar los trabajos, el supervisor de campo junto al personal operativo debe realizar la prueba de escorrentía, se realiza con ayuda de una manguera a chorro continuo durante 10 minutos o mediante baldes con agua (mínimo 2 baldes de 20 litros); para ello es necesario un registro fotográfico y de video para poder enviarlo vía grupo de WhatsApp y correo.

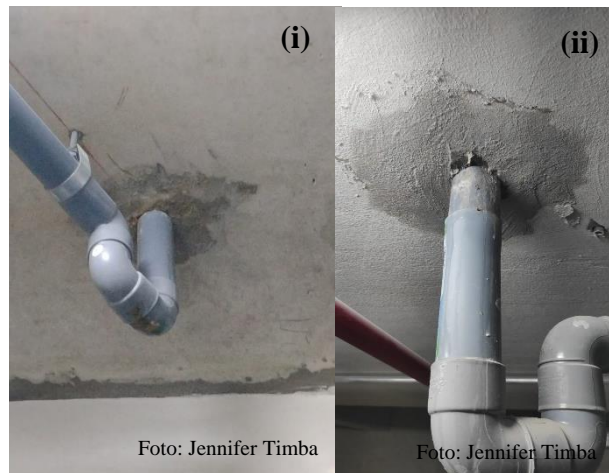


Figura 15. Deficiente empalme de las tuberías de drenaje

Nota: (i) Se observa un deficiente empalme de tubería en un proyecto de 9 pisos.
 (ii) Problemas de filtración después de cada riego.

e. Deficiencia en la prueba de estanqueidad

La prueba de estanqueidad consiste en almacenar agua en una jardinera después de realizar la impermeabilización, la cantidad de agua varía según la altura de la jardinera con un mínimo de 15 cm de altura de agua por un período de 48 horas, para épocas de verano se acepta un descenso de 5mm y para épocas de invierno de 3mm. Tal y como lo menciona Rex y Pérez (2012), la prueba de estanqueidad es de 48 a 72 horas, si durante ese tiempo comprendido se detectara humedad, se procede a retirar el agua y repararlo, para posterior repetir nuevamente la prueba.

Las filtraciones en un techo verde, producen la degradación del edificio porque las estructuras sufren deterioros y un rápido envejecimiento de los materiales, ocasionado por la aparición de la humedad. Los gastos económicos surgen de la reparación necesaria para eliminar filtraciones, además de la reposición de los daños causados en el interior o exterior del departamento (Osuna, 2016).

- **Punto crítico**

La prueba de estanqueidad se realizaba solo en 24 horas, lo cual no completaba con las especificaciones técnicas sugeridas que es de 48 horas como mínimo; por lo tanto, no se llegaba a determinar el éxito de la impermeabilización del techo verde, que traía consigo posteriores filtraciones por no realizar una prueba adecuada (figura 16). De las visitas realizadas durante el mes, el 100% de las pruebas de estanqueidad se realizaban en 24 horas y en algunos casos 12 horas.

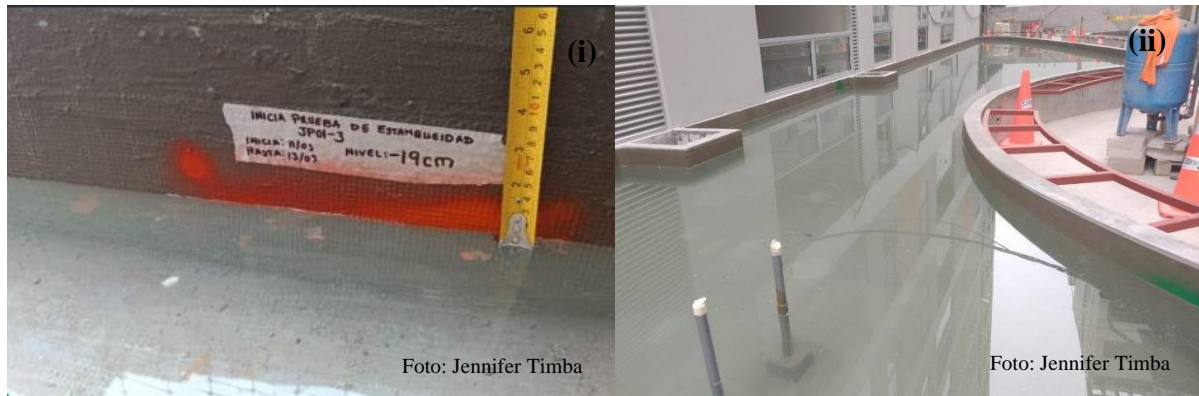


Figura 16. Prueba de estanqueidad

Nota: (i) Nivel de marca con la codificación de la jardinera, dónde indica el nivel de agua tomando como referencia del sardinel y el día de inicio y término de la prueba.
(ii) Delimitación de la jardinera en prueba de estanqueidad.

Tabla 9: Visitas técnicas donde se determinó el tiempo de la prueba de estanqueidad

DURACION PRUEBA ESTANQUEIDAD	PROY 1	PROY 2	PROY 3	PROY 4	PROY 5
≤ 24 HORAS	X	X	X	X	X
≥ 48 HORAS					

• **Solución**

Se realizó un protocolo de ejecución de prueba de estanqueidad donde se llenaba con agua la jardinera hasta una altura mínima de 15 cm, para aquellas jardineras mayores a 50 cm de altura el nivel de agua es 10 cm por debajo del sardinel, por un tiempo de 48 horas como mínimo. Se implementó la colocación de carteles en prueba en estanqueidad y la delimitación de la jardinera con conos y barra retráctil.

f. Deficiencia en la colocación de capa drenante

Un sistema de drenaje facilita el escurrimiento del agua sobrante hacia los desagües, la capa de filtración protege al drenaje de la presión ejercida por las capas superiores, impidiendo también el filtrado de materia orgánica lixiviada; se complementa con una barrera anti-raíces, que controla el paso de raíces que pudieran atravesar la capa protectora impermeable (Morales, Cristancho y Baquero,2017).

Dentro de la gama de productos de la empresa maccaferri, recomienda como capa drenante el producto mcdrain 2 L, geocompuesto para drenaje liviano y flexible, cuyo núcleo

drenante es formado por una geomanta tridimensional termosoldada a dos geotextiles no tejidos en todos los puntos de contacto.

- **Punto crítico**

La deficiencia se debía a una mala instalación de la capa drenante generalmente del sistema mcdrain 2L, porque no lo colocaban en poyos de las luminarias que estaban dentro de la jardinera. De las 10 visitas técnicas, 7 de ellos presentaban poyos de iluminación sin la capa drenante, mientras que 3 de ellos si se observaba la capa drenante (figura 17).

- **Solución N°1**

Para ello, se implementó una estandarización en el procedimiento de instalación de capa drenante, lo cual mejoraba la eficiencia y el proceso de la instalación, y evitar a futuro problemas de estancamiento y daños a la superficie de impermeabilización por el ingreso de las raíces. En la figura 17, se observa las capas de geotextil en ambos extremos, en la base de cemento va colocado la lámina anti-raíz (crema) y los traslapes de 100 mm en las juntas.



Figura 17. Capa drenante McDrain 2L

Nota: (i) Capas de McDrain 2L, Reverdece Perú SA. (ii) Instalación de la capa drenante.

- **Solución N°2**

Se optó por la colocación de caja de registro de sumidero (figura 18), lo que permitía realizar un mantenimiento preventivo de los sumideros y reducir los problemas de drenaje. (anexo 5). En la caja de registro se colocó alrededor piedra chancada, y sobre ella geotextil, para no contaminar la piedra chancada con el sustrato a colocar.



Figura 18. Caja de registro de sumidero

Nota: (i) Vista externa de la caja de registro de sumidero.
(ii) Vista interna de la caja de registro de sumidero.

3.5.2 Criterio agronómico

a. Inadecuada selección de sustratos de techos verdes

Los sustratos son importantes porque permiten el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como almacenamiento de agua y nutrientes. Se resalta la importancia de una selección adecuada de especies vegetales y sustrato para facilitar la eficiencia térmica e hídrica del sistema de techos verdes (Kanechi et al, 2104). En las visitas técnicas se pudo observar que, no había diferencias cualitativas entre los sustratos de techos extensivos, intensivos e intensivos simples.

- **Punto crítico**

Con las visitas técnicas se observaba que utilizaban un sustrato donde las propiedades fisicoquímicas no era la adecuada para la implementación de techos verdes, un sustrato muy pesado con alto contenido de tierra de chacra; por ello se compactaba fácilmente.

Por otro lado, usaban un sustrato con alta materia orgánica que se descomponía rápidamente. Tal y como lo corrobora Soto et al (2014), la tierra de chacra posee baja permeabilidad y alta retención de agua, pero un peso elevado. Para una mejor selección del sustrato se debe tener en cuenta la vida útil del techo verde en el tiempo, no se debe optar por sustratos que se descompongan rápidamente debido a las precipitaciones y/o desarrollo de raíces (Barbaro et al, 2017). El 60 % de los clientes usaba sustrato con alta composición de materia orgánica y el 40% sustrato a base de tierra de chacra en mayor parte.

- **Solución**

Se formuló un sustrato que tenga las propiedades fisicoquímicas adecuadas que no se descompongan en el tiempo de manera rápida, que no se compacten y ayude a mantener los espacios porosos para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo cual se formuló la siguiente mezcla: 40% tierra de chacra, 30 % cascarilla de arroz y 30% estiércol. La cascarilla de arroz es un residuo de degradación lenta por su alto contenido de celulosa de 35 a 40%, en peso (Gao, 2018) y requiere como mínimo de cinco años para iniciar su proceso de descomposición (Franco y Hernandez, 2004); por ello, provee que el sustrato se mantenga por un mayor periodo de tiempo (Toledo, 2022).

- b. Inadecuada selección de especies vegetales**

En la ciudad de Lima, el componente más notable es la selección de especies vegetales, por lo tanto, es importante conocer las características de crecimiento y desarrollo, necesidades hídricas, edáficas, de insolación y aspectos estéticos y culturales con el fin de desarrollar un techo verde equilibrado y racional (Falcón, 2007).

- **Punto crítico**

La inadecuada selección de especies de alto consumo hídrico, susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, sin tolerancia a la contaminación del medio ambiente y de alto mantenimiento instalada en techos verdes.

- Un gran problema es la selección de especies de diferentes necesidades hídricas en un mismo espacio, en las visitas técnicas se observa césped americano (*Stenotaphrum secundatum*) con especies de baja demanda hídrica como son las yucas ornamentales (*Yucca sp.*), clavel chino (*Lampranthus spp.*), entre otros, el problema radica al suministrar el riego, ya que, si se proporciona gran cantidad de agua a especies de baja demanda hídrica (*Lampranthus sp.*, *Yucca sp.*) a corto plazo van a presentar problemas de pudrición y si se suministra poca cantidad de agua (*Stenotaphrum secundatum*, *Duranta sp.*) a especies de gran demanda hídrica, las especies no tendrán buen crecimiento y desarrollo.
- Por otro lado, es de vital importancia seleccionar especies según sus requerimientos de intensidad según su ubicación: de sombra o pleno sol. En varias visitas se visualizó, especies de baja intensidad luminosa como son las palmeras bambú (*Dyopsis lutescens*),

con especies de alta intensidad luminosa, como son las palmeras rubelina (*Phoenix roebelenii*) y palmera hawaiana (*Chrysalidocarpus lutescens*) en ambientes donde las condiciones son favorables para un tipo de especie, mostrando áreas necrosadas en las hojas por efecto a altas intensidades luminosas en especies de sombra.

Para ambos casos, la selección se debía al desconocimiento de las necesidades edafoclimáticas de las especies instaladas, valorando solamente su aspecto ornamental y estético que se reflejaban en el render de los proyectos.

En las visitas técnicas realizadas se observó géneros y especies de uso repetitivo en los techos verdes, tal y como indica en la tabla 10, 11 y 12.

Tabla 10: Principales especies de herbáceas y cubresuelos empleadas en los proyectos de Miraflores

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aptenia o señorita	<i>Aptenia cordifolia</i>	Aizoaceae
Ficus	<i>Ficus repens</i>	Moraceae
Grass americano	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Poaceae
Grass Paspalum	<i>Paspalum vaginatum</i>	Poaceae
Ichu rojo e ichu verde	<i>Pennisetum sp.</i>	Poaceae
Kalanchoe	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Crassulaceae
Liriope	<i>Liriope spp.</i>	Liliaceae
Portulaca	<i>Portulaca grandiflora</i>	Portulacaceae
Roeo	<i>Rhoeo spathacea</i>	Commelinaceae
Senecio	<i>Senecio mandraliscae</i>	Asteraceae
Statice	<i>Limonium sinuatum</i>	Plumbaginaceae
Wedelia	<i>Wedelia trilobata</i>	Asteraceae
Yuca ornamental	<i>Yucca sp.</i>	Asparagaceae

Tabla 11: Principales especies de arbustos, enredaderas y trepadoras empleadas en los proyectos de Miraflores

Nombre común	Nombre científico	Familia
Buganvilleas	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae
Carissa	<i>Rhoeo spathacea</i>	Commelinaceae
Cróton	<i>Codiaeum variegatum</i>	Euphorbiaceae
Duranta limón	<i>Duranta sp.</i>	Verbenaceae
Lantana	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae
Laurel rosa	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
Madre selva	<i>Lonicera japonica</i>	Caprifoliaceae
Mioporo	<i>Myoporum spp.</i>	Myoporaceae
Murraya	<i>Murraya exotica</i>	Rutaceae
Tecomaria	<i>Tecomaria capensis</i>	Bignonaceae
Westringia	<i>Westringia rosmariniformis</i>	Labiaceae

Tabla 12: Principales especies de árboles y palmeras empleadas en los proyectos de Miraflores

Nombre común	Nombre científico	Familia
Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Malvaceae
Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae
Palmera bambú	<i>Dypsis lutescens</i>	Arecaceae
Palmera cyca	<i>Cycas revoluta</i>	Cycadaceae
Palmera hawaiana	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Arecaceae
Palmera rubelina	<i>Phoenix roebelenii</i>	Arecaceae
Palmera rafis	<i>Raphis excelsa</i>	Arecaceae

• **Solución**

Se capacitó al personal en manejo de especies vegetales en exterior e interior, se elaboró fichas técnicas de las especies que se implementaban en los techos verdes, dando a conocer sus requerimientos hídricos y edafoclimáticos de las especies. En función a mi experiencia se eligieron especies de bajo consumo hídrico como son *Aptenia cordifolia* “aptenia”, *Pennisetum sp.* “ichu”, *Liriope spp.* “liriope”, *Yucca sp.*, “yuca ornamental”., entre otros.;

especies de pleno sol como *Duranta sp.* “duranta”, *Stenotaphrum secundatum* “grass americano”, *Phoenix roebelenii* “palmera rubelina”, *Chrysalidocarpus lutescens* “palmera hawaiana”, entre otros. Con esto el techo se mantenía y no consumía tanta agua, el mantenimiento era mínimo y la incidencia de plagas menor.

c. Deficiente soporte profesional del técnico de riego

El sistema de riego es importante porque permite hacer uso eficiente y eficaz del recurso hídrico y más aún cuando en la ciudad de Lima se presenta escasez de agua. Asimismo, es necesario que el sistema de riego tecnificado vaya acompañado del soporte profesional que estime la demanda hídrica de cada especie, de tal manera que se dota de agua según el requerimiento de la planta.

• Punto crítico

El punto crítico era el deficiente soporte profesional del técnico de riego, generalmente en los proyectos se opta por un sistema de riego automático (figura 19), donde se instalaba un tablero de control de riego tecnificado o controladores de caño a batería y la elección dependía del cliente. Para ello, era necesario realizar una programación, donde se establecía la frecuencia, el horario y el tiempo de riego, que puntualmente lo realizaba el técnico de riego, y al no contar con el soporte profesional en cuanto a las cantidades hídricas, muchas veces se le proporcionaba un mayor tiempo de riego que no era el adecuado para las especies, por esta razón, el sistema de riego no cumplía su objetivo de proporcionar el uso racional y eficiente del agua. De las visitas técnicas el 70% de los jardines presentaba sistema de riego automatizado, mientras que el 30% contaba con riego manual.

• Solución

Se implementó un protocolo de instalación de sistema de riego automatizado (anexo 4), donde se detallaba los datos específicos de cada jardinera según código, características de los materiales, y específicamente la programación que se le otorgaba al jardín. Se complementó el soporte profesional del técnico con capacitaciones sobre las necesidades hídricas de las especies, a cargo de un Ing. Agrícola o Agrónomo.

El sistema de riego fue instalado en la mayoría de los proyectos con controlador a batería, instalado en todos los sectores del jardín, generalmente para edificios con alguna certificación ya sea LEED, BREEAM o EDGE.



(i)

(ii)

Figura 19. Equipos automatizados

Nota: (i) A la izquierda se observa el Tablero de control de Riego Tecnificado, marca Rain Bird.

(ii) A la derecha se observa el controlador de caño a batería, marca Rain Bird.

d. Control fitosanitario deficiente

- **Punto crítico**

El principal problema en el control fitosanitario era la falta de personal calificado para esa labor, además de no contar con los Equipos de protección personal (EPP) básicos y la selección de productos con baja toxicidad.

- **Solución**

Se estableció que al menos un supervisor de campo tenía que estar presente durante la fumigación, el supervisor debía verificar la recepción de los insumos, revisión de Epps completos, calibración, preparación de la solución para la fumigación y propiamente la fumigación. Las visitas de fumigación eran programadas hasta con un día de anticipación (casos excepcionales).

Se realizó un seguimiento de la recepción de insumos desde la oficina de Reverdece Perú (Pueblo libre), hasta la llegada al lugar donde se ejecutaba la obra (Miraflores), previa coordinación con el almacenero y transportista, los insumos tenían que llegar en óptimas condiciones (sin derrames) y separado de las demás herramientas que se transportaba en la movilidad. Para ello, se capacitó al almacenero y transportista sobre el almacenaje y

manipulación de plaguicidas. Los insumos y equipos de fumigación tenían que ser alistados con un día de anticipación.

Al aplicar en áreas de recreación (área común), donde hay afluencia de propietarios y mascotas, se debía prever los riesgos por intoxicación, las aplicaciones tenían que ser rápidas y en horarios con baja concurrencia. Culminado la fumigación se avisaba al administrador del edificio para poder realizar una señalización del área fumigada, los tiempos de reingreso al área era generalmente de 24 horas, por ello, si el área contaba con puerta, esta se cerraba de un día a otro.

Con lo que respecta al personal, se realizó un check-list de equipos de protección personal de fumigación (figura 20), al fumigador se le enseñó al uso correcto de los Equipos de Protección Personal. Este check-list consistió en revisar si el fumigador está usando todos los Epps básicos de fumigación, como era contar con careta, lentes, guantes, traje tibet y mascarillas. La revisión se realizaba por el supervisor de campo cada vez que se realizaba este tipo de labores. A su vez, se dispuso una lista de temas de capacitación (tabla 8), para que el fumigador pueda fortalecer sus capacidades y así lograr un mejor control para aquellas que presentaban ataque de plagas.

REGISTRO DE ENTREGA EPP DE FUMIGACION									
NOMBRES COMPLETOS									
FECHA	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL (Marcar con una X)							OBSERVACIONES	FIRMA
	CARETA	LENTE	MASCARILLA	TRAJE TIBET	GUANTES	BOTAS	OTROS		

Figura 20. Modelo de registro de entrega de equipos de protección personal de fumigación

Tabla 13: Capacitaciones para el personal de fumigación

Tema	Descripción
Correcto uso del Epp	Equipos de protección individual, procedimiento para vestir y retirarse el Epp.
Manipulación de plaguicidas	Tipo de producto, clasificación toxicológica, traslado y almacenamiento
Aplicaciones	Selección del equipo para la aplicación: equipo de aplicación y calibración (según boquillas)
Formulación, medición y mezcla de la solución.	Durante la aplicación: área de preparación de mezclas, área de eliminación de caldos sobrantes.
Limpieza general	Disposición final del envase (residuos peligrosos), triple lavado e higiene personal.
Intoxicación y primeros auxilios	Que realizar en caso de una intoxicación(tipos)

Fuente: México, Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural, 2019

e. Deficiencia en el mantenimiento de plantas

La siega de plantas cespitosas cumple principalmente función ornamental, con ello, busca conseguir un tapiz uniforme. La conservación de los espacios verdes consume un gran porcentaje de los recursos económicos (Falcón, 2007).

El mantenimiento de césped comprende las labores de corte de césped, perfilado, siembra, resiembra, escarificado, aireado, deshierbo y en algunos casos fumigación. En el Perú, las principales especies son de clima árido y son *Stenotaphrum secundatum* (Grass americano), *Paspalum vaginatum* (Paspalum), *Cynodon dactylon* (Bermuda) y *Zoysia japonica* (Grass japonés), siendo el primero el más comercial (Portocarrero, 2019).

- **Punto crítico**

El problema es la falta de fechas fijas de mantenimiento, contaban con varios proyectos a la misma vez, no había un registro donde se detallaba las labores de mantenimiento. Falcón (2007), menciona que la altura de corte de césped debe oscilar entre los 3 y 7 cm y nunca debe segarse de una sola vez más del 30% de la altura foliar. En campo, al no poseer un registro de visitas fijas, el césped crecía hasta alcanzar una altura foliar de hasta 15 cm, lo que conlleva a un corte drástico superando el umbral de antes mencionado.

Las especies de grass que albergan en los proyectos son *Stenotaphrum secundatum* (grass americano) y *Paspalum vaginatum* (paspalum), principalmente este último es utilizado en edificios con Certificación LEED, EDGE o BREEM. En la tabla 9, se observa los comparativos entre las dos especies más utilizadas (tabla 9).

Tabla 14: Comparativo de requerimientos edafoclimáticas de *Stenotaphrum secundatum* y *Paspalum vaginatum*

	Césped <i>Stenotaphrum secundatum</i>	Césped <i>Paspalum vaginatum</i>
Tolerante a la sequía	Medio	Alto
Adaptación al corte	Corte medio	Corte bajo
Tolerancia a la sombra	Alta	Baja
Tolerante a la salinidad	Medio	Alto
Necesidades de mantenimiento	Moderado	Bajo
Tolerante al frío	Bajo	Bajo
Resistencia al pisoteo	Baja-media	Media -alta
Textura de hoja	Gruesa	Fina
Tolerancia al calor	Alta	Alta
Rapidez de instalación	Baja	Baja
Recuperación de agresiones externas	Parcial	Completa
Incidencia de enfermedades	Baja	Baja

Fuente: El césped y su cultivo. Josep Cirera(2010)

- **Solución**

Una de las soluciones implementada fue, reemplazar las áreas de césped americano (*Stenotaphrum secundatum*) por césped paspalum (*Paspalum vaginatum*), para ello, se tomó como referencia el comparativo de la tabla 9, donde se detalla las ventajas del césped paspalum como son: tolerancia a la sequía, tiene una completa recuperación por agresiones externas, cuenta con una media-alta tolerancia al pisoteo y sobre todo una baja necesidad de mantenimiento, en comparación con el césped americano. El cambio se realizó en áreas de alto tránsito.

Además, se optó por el cambio de especies de estación por especies perennes, el cambio se debía a la exigencia de requerimientos edafoclimáticos y la susceptibilidad a plagas y enfermedades. En la figura 21, se observa el cambio de especie, balsamina o nueva guinea

(*Impatiens hybrid*) (i), una especie estacional, por la especie lantana tricolor (*Lantana camara*) (ii), especie perenne; el cambio de la especie de estación se realizó para tener una mejor sostenibilidad del techo verde.



(i)

(ii)

Figura 21. Cambio de especie de una estacional por una perenne

Nota: (i) Especie *Impatiens hybrid*, (Balsamina o nueva guinea).

(ii) Especie *Lantana camara* (Lantana tricolor).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Con el crecimiento del rubro de la construcción y ante la problemática del calentamiento global, surgió la demanda de construir techos verdes; por ello, fue necesario mejorar las labores operacionales respecto a la selección de especies, tomando en cuenta los requerimientos edafoclimáticos y la optimización del personal en labores puntuales; por ello, la calidad de trabajo mejoró de 3(bajo) a 1(alto) en un 50%. Así mismo, se genera un ahorro en mantenimiento post servicio de 40%, respecto al año anterior, pasando de 150 soles a 50 soles.
- Antes teníamos 0% de informes de los techos a intervenir (pre impermeabilización), después de la mejora se tiene un informe por visita al 100%; logrando un ahorro promedio de 1500/m² de techo verde.
- Es necesario desarrollar más investigaciones sobre productos impermeabilizantes en techos verdes, con el fin de mejorar la elección de materiales, insumos y equipos a utilizar en el trabajo con la finalidad de reducir costos sin desmedro de la calidad.
- Se debe desarrollar más ensayos sobre sustratos de techos verdes, donde se considere la cantidad, calidad, costo y disponibilidad.

V. CONCLUSIONES

- Se logró describir y dar a conocer los criterios básicos en la instalación de techos verdes en el distrito de Miraflores bajo un enfoque estructural y agronómico.
- Se logró describir el procedimiento a tomar en cuenta en la habilitación de las estructuras para la instalación de techo verde como son la supervisión física de las estructuras, inclinación del piso, impermeabilización, implementación de sumideros, prueba de estanqueidad y colocación de capa drenante. En la inclinación del piso se implementó colocar planchas de tecnopor lo que redujo de 60% a 0% los problemas de estancamiento de agua. En la impermeabilización al contar con un equipo especializado y capacitaciones constantes se redujo del 80% al 0% los problemas de filtración, generando un ahorro de 1500 soles al mes.
- Se logró describir el criterio agronómico a tomar en cuenta en la implementación como son la adecuada selección del sustrato, de especies vegetales, soporte técnico del riego, control fitosanitario y mantenimiento de plantas. Con las capacitaciones en la selección de especies se redujo de 60% al 0% las muertes por reposición.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la sensibilización a propietarios y arquitectos que diseñan los proyectos paisajistas sobre la selección de especies de bajo requerimiento hídrico como son las plantas nativas.
- Es necesario que las municipalidades realicen más difusión sobre los beneficios de los techos verdes sostenibles para así generar un mayor incentivo en la compra de departamentos en edificaciones con certificación.
- La parte técnica y política debería trabajar de la mano para poder fortalecer dentro del sector de construcción la implementación de techos e infraestructuras verdes.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación para fortalecer los aspectos agronómicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUAFONDO (2015). Lima, mega ciudad en el desierto. Módulo para la creación de materiales de difusión sobre el problema hídrico en Lima y Callao.
- ANA (2012). El agua en cifras 2012. <http://es.slideshare.net/hugogc/per-el-agua-en-cifras>
- BANCO MUNDIAL (6 de octubre de 2022). Desarrollo urbano. Panorama general. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>
- Barbaro, L., Silvina, M., Sisaro, D., Karlanian, M. y Stancanelli, S. (2017). *Sustratos para techos verdes sustentables (extensivos)*. 1era ed. Ediciones INTA. Instituto de Floricultura. CNIA.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/sustrato_para_techos_verdes_sustentables_extensivos.pdf
- Bauer, E., Vasconcelos, PHC, Granato, JE (2010). *Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico*” En: ISAIA, GC Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. San Pablo: Ed. IBRACÓN
- Boccolini, Sara M. (2019). Cubiertas verdes en la ciudad de Córdoba Factibilidad de implementación en construcciones existentes y potencial de difusión en el tejido urbano
- Compilación resultados de Proyectos de Investigación Secyt-UNC 2014-2019. *Infraestructuras verdes: desde el territorio a la cubierta habitable: Serie: Innovaciones para la sostenibilidad en vivienda, ciudad y territorio: para el caso de Córdoba.* (pp. 71-80).
- Bolaños, T. y Moscoso, A. (2011). Consideraciones y selección de especies vegetales para su implementación en ecoenvolventes arquitectónicos: una herramienta metodológica. *Revista nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente.* 5(10), 5-20.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3736189>

- Cabanillas, E. (2022). *Evaluación de la escorrentía en el sistema de alcantarillado del Asentamiento Humano Aeropuerto San Juan Bautista Maynas 2022* [Tesis Ing. Civil, Universidad Científica del Perú].
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2114>
- Camacho, C. (2010). Ciudadanos ambientales para ciudades latinoamericanas. *Ciudadanía, instituciones y democracia en América Latina*. 8(14),13.
<https://revistas.rlcu.org.ar/index.php/Debates/article/view/157/132>
- Carvajal M., J. S. y Carmona G., C. E. (2015). Tendencias globales de investigación en techos verdes: beneficios, principales desarrollos y necesidades futuras. *Producción + Limpieza*. 10(2),173-185.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000200016&lng=en&tlng=en
- Cirera, J. (2010). *El césped y su cultivo*. Semillas fitó. S.A.U.
- Decreto N° 011-2006. Vivienda Reglamento Nacional de Edificaciones
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Falcón, A. (2007). Espacios verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyectos, mantenimiento y gestión. Editorial Gustavo Gili, S. L.
- Franco M., y Hernández, M. (2004). *Aprovechamiento de cascarilla de arroz en compostaje y como lecho filtrante para aguas residuales domésticas, como alternativa para minimizar su impacto ambiental* [Tesis Ing. Ambiental y Sanitario, Universidad de la Salle-Bogotá].
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1551
- Fernández, R. (26 de abril de 2022). Geografía y medio ambiente. Ranking de ciudades con más espacios verdes OCDE 2018. Statista.
<https://es.statista.com/estadisticas/863242/ranking-de-ciudades-con-mas-espacios-verdes-en-la-ocde/>
- Gao, Y., Guo, X., Liu, Y. *et ál.* (2018). Una utilización completa de la cáscara de arroz para evaluar bioactividades fitoquímicas y preparar nanocristales de celulosa. *Informe científico* 8: 10482, 1-8 <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27635-3>

- Giannotti, E., Vásquez, A., Galdámez, E., Velásquez, P., y Devoto, C. (2021). Planificación de infraestructura verde para la emergencia climática: aprendizajes desde el proyecto "Stgo+", Santiago de Chile. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 359-375. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.88749>
- Giobellina B. (2019). Los techos verdes como innovación para la sustentabilidad en vivienda, ciudad y territorio. Compilación resultados de Proyectos de Investigación Secyt-UNC 2014-2019. *Infraestructuras verdes: desde el territorio a la cubierta habitable: Serie: Innovaciones para la sostenibilidad en vivienda, ciudad y territorio: para el caso de Córdoba*. (pp. 27-420).
- Goicochea, J. (2012). *Ingeniería de drenaje* (1era ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/INGENIERIA-DE-DRENAJE.pdf>
- Green Roofs for Healthy Cities. (s.f.). Acerca de los techos verdes.
<https://greenroofs.org/about-green-roofs>
- Guía de azoteas vivas y cubiertas verdes. (2015). Edita Área de Ecología Urbana. Ayuntamiento de Barcelona. 41
<https://media-edg.barcelona.cat/wp-content/uploads/2016/02/Guia-terrats-CAST-baixa.pdf>
- Guía de diseño e instalación de drenaje. (s.f.). NDS PRO.
<https://www.ndspro.com/PDFs/Tech-Spec-Guides/principles-of-external-drainage-quick-review-spanish.pdf>
- INEI. (2019). Compendio Estadístico Lima Provincia 2019. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- INEI. (2020). Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020. 1–110.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1715/li_bro.pdf

- INEI (2023). Situación de la población peruana. Una mirada hacia los jóvenes 2023.1-168. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1911/libro.pdf Infobae. (24 febrero de 2023). Sector construcción en el Perú habría caído casi 12% en primer mes del año, según Capeco.
- <https://www.infobae.com/peru/2023/02/24/sector-construccion-en-el-peru-habria-caido-casi-12-en-primer-mes-del-ano-segun-capeco/#:~:text=Para%20el%20segundo%20bimestre%20de,un%20incremento%20superior%20al%202%25.>
- Jesús, J. (9 septiembre de 2022). Impermeabilización en cimentaciones, métodos utilizados. Ingéniate Proyectando RV. <https://ingeniateproyectandorv.com/2021-09-09/impermeabilizacion-de-cimentaciones-para-desplante-de-muros-metodos-mas-utilizados/>
- Karaşah, Banu y Sari, Derya. (2019). Ecosystem Services Offered by Urban Green Areas. 157-160.
- Kanechi, M.; Fujiwara, S.; Shintani, N.; Suzuki T. y Uno Y. (2014). Comportamiento de la herbácea *Evolvulus pilosus* sobre techo verde urbano en relación con el sustrato y el riego. *Silvicultura urbana y ecologización urbana*, 13 (1), 184-191.
- Landscape Development and Landscaping Research Society (2018). *Green Roof Guidelines - Guidelines for the Planning, construction and maintenance of Green roofs*. 156. https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2019/01/FLL_greenroofguidelines_2018.pdf
- LIWA (2009). Análisis de la situación del agua (cantidad y residual) en Lima Metropolitana. https://www.lima-water.de/documents/rseifert_studie.pdf
- MAPEI. (2023). Ficha técnica de Mapelastic Smart. <https://www.mapei.com/es/es/productos-y-soluciones/lista-de-productos/detalles-del-producto/mapelastic-smart>
- Morales, J., Cristancho, M., Baquero, G. (2017). Tendencias en el diseño, construcción y operación de techos verdes para el mejoramiento de la calidad del agua lluvia. Estado del arte. *Ingeniería Del Agua*, 21(3), 179–196 <https://doi.org/10.4995/ia.2017.6939>

Nieuwenhuijsen, M. (28 de octubre de 2021). Por qué es esencial que las ciudades tengan más espacios verdes. Isglobal.

<https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/why-more-green-space-is-essential-for-cities/4735173/0#:~:text=Los%20espacios%20verdes%20est%20C3%A1n%20asociados,mayores%20C%20y%20beb%20C3%A9s%20m%20C3%A1s%20sanos.>

Núñez, S., González, M., y Casal, A. (2012). Análisis del comportamiento reológico de una masilla asfáltica obtenida a partir de la resina de pino. *Tecnología Química*, 32(3), 238-248. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852012000300008&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852012000300008&lng=es&tlng=es)

Ordenanza N°539/MM. (2020). Que modifica la Ordenanza N° 510/MM que establece, regula y promueve condiciones para edificaciones sostenibles en el distrito de Miraflores. Diario Oficial El Peruano. <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2020/04/26/1865762-1/1865762-1.htm>

Organización Meteorológica Mundial (2022). Cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos. <https://public.wmo.int/es/el-d%20C3%ADa-meteorol%20C3%B3gico-mundial-2022-alerta-temprana-y-acci%20C3%B3n-temprana/cambio-clim%20C3%A1tico-y-fen%20C3%B3menos-meteorol%20C3%B3gicos-extremos>

Osuna, J. (2016). *Pruebas de estanqueidad para cubiertas planas, identificación y solución de fallos en el desarrollo de pruebas*. [Tesis doctoral, Universidad de Alicante]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=54890>

Portocarrero, L. (2019). *Sustratos reciclados y aislantes en el crecimiento de dos céspedes (cynodon dactylon y paspalum vaginatum) bajo sistema de tepes en vivero*. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4022/portocarre-ro-tantavilca-liz-kelly.pdf?sequence=1>

Rex, V. y Pérez, J. (2012). Manual prevención de fallos: Estanqueidad en cubiertas planas. <https://dspace.carm.es/jspui/bitstream/20.500.11914/1664/1/Estanqueidad%20en%20cubiertas%20planas.pdf>

- Salazar, A. (2017). *Eficiencia hídrica en el mantenimiento de áreas verdes públicas en zonas urbanas desérticas: El caso del distrito de San Borja, Lima* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9224>
- Sánchez, J. (2007). *Árboles y arbustos de bajo consumo en agua: un mundo de posibilidades* Seminario de Jardinería publica y sostenibilidad. Nuevos retos para el siglo XXI. Universidad Internacional Menéndez Pelayo. 34pp
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural. (2019). *Manual para el buen uso y manejo de plaguicidas en campo*. México. 1era Edición, 80 p. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/manual-para-el-buen-uso-y-manejo-de-plaguicidas-en-campo?state=published>
- Siemens, A. (2010). Índice de Ciudades Verdes de América Latina. Una evaluación comparativa del impacto ecológico de las principales ciudades de América Latina. 49. https://plataforma.responsable.net/sites/default/files/indice_de_ciudades_verdes_de_america_latina.pdf
- SINIA (2023). Sistema Nacional de Información Ambiental. 2016 <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1617>
- Soto, M. S.; Barbaro, L.; Coviella, M.A. y Stancanelli S. (2014). Catálogo de plantas para techos verdes. INTA https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_catlogo_de_plantas_para_techos_verdes.pdf
- Suárez, P., Cantón, M., Correa, É. (2020). Desempeño térmico de fachadas verdes tradicionales de orientación este en viviendas seriadas emplazadas en climas áridos. *Revista hábitat sostenible*. 10(2), 82 – 93. <https://dx.doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.06>
- Teodosiou, T. (2009). Cubiertas Verdes en Edificios: Comportamiento Térmico y Ambiental. *Avances en la investigación energética de edificios*, 3, 271-288 [10.3763/aber.2009.0311](https://doi.org/10.3763/aber.2009.0311)

Torres, A. y Morillón, D. (2007). Evaluación del uso de techos verdes en clima templado: Caso Ecatepec de Morelos, estado de México, México. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (11).

UNIÓN EUROPEA (s.f.). Climate Action. Cambio climático: Consecuencias del cambio climático.

https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es#:~:text=Los%20principales%20efectos%20son%20una,forestales%20y%20olas%20de%20calor.

Weather Spark. (s.f.). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima.

<https://es.weatherspark.com/y/20441/Clima-promedio-en-Lima-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o#Figures-Temperature>

White, M., Alcock, I., Grellier, J. et al. (2019). Pasar al menos 120 minutos a la semana en la naturaleza se asocia con buena salud y bienestar. *Informe científico*, 9, 7730. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>

ANEXOS

Anexo 1: Valorización de un techo verde de 32,39 m² y 50 cm de profundidad ubicado en un décimo piso en Miraflores

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P.U S/.	SUB TOTAL S/.
1.00	IMPERMEABILIZACIÓN DE JARDINERAS.				
	Impermeabilización de jardineras con Mapelastick smart bicomponente (componente A + B) + malla de refuerzo de fibra de vidrio mapenet	m ²	32,39	78,00	2.526,42
2.00	CAPA DE DRENAJE Y ANTIRAIZ.				
	Suministro e instalación de geopompuesto drenante Imptek Drain	m ²	11,60	44,00	510,40
	Suministro e instalación de caja circular de sumideros	UND.	2,00	65,00	130,00
3.00	TIERRA PREPARADA.				
	Suministro de tierra preparada. Sacos de 35kg.	m ³	5,80	116,00	672,80
	Transporte de tierra preparada	m ³	5,80	25,00	145,00
	Acarreo horizontal e instalación de tierra preparada.	m ³	5,80	69,00	400,20
4.00	PAISAJISMO				
	Laurel h:1.50m	UND.	12,00	32,00	384,00
	Pithosporum h:0.60m	UND.	4,00	96,00	384,00
	Salvias h:0.30m	UND.	40,00	4,80	192,00
	Penisetum h: 0.30m	UND.	70,00	6,40	448,00
	SIEMBRA PLANTAS				
	Siembra y acarreo horizontal de plantas ornamentales	Glb	1,00	400,00	400,00
	Transporte de plantas ornamentales, materiales y herramientas	Glb	1,00	350,00	350,00
	Supervisión, requisitos de SSOMA (EMO, EPP, SCTR, ETC).	Glb	1,00	300,00	300,00
				SUB TOTAL S/.	6.842,82
				IGV (18%)	1.231,71
				TOTAL S/.	8.074,53

Actualizado al 2023

Anexo 2: Protocolo de recepción de superficies antes de impermeabilizar

LOGO DE LA CONSTRUCTORA	PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE SUPERFICIES ANTES DE IMPERMEABILIZAR	
----------------------------	---	---

Datos generales:			
Proyecto:		Sub-Contratista	REVERDECE PERU S.A.C
Constructora:		Fecha	

Identificación de jardineras:							
Nivel:		Partida:	Impermeabilización	Código de jardinera		Área(m2)	


Inspección en campo	
Leyenda:	<input checked="" type="checkbox"/> Conforme <input type="checkbox"/> Observado <input type="checkbox"/> No aplica

	Descripción	Rev 01	Rev 02	Observaciones
1	Jardineras limpias, sin restos de encofrado, maderas, metales, etc.			
2	Muros y sardineles nivelados (aplomados).			
3	Estructura libre de pinturas, aceites y grasas.			
4	Juntas horizontales (unión piso-pared) con media caña.			
5	Jardines y techos verdes con pendiente mínima de 2% hacia sumideros.			
6	Sumideros instalados.			

Nota:

v°B CALIDAD	v°B SUPERVISIÓN	REVERDECE PERÚ S.A.C.
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:	Firma:

Anexo 3: Protocolo de impermeabilización de techos verdes

LOGO DE LA CONSTRUCTORA	PROTOCOLO DE IMPERMEABILIZACIÓN DE TECHOS VERDES	 <small>Paisajismo y Cubiertas Vegetales</small>
----------------------------	---	--

Datos generales:			
Proyecto:		Sub-Contratista	REVERDECE PERU S.A.C
Constructora:		Fecha	

Identificación de jardineras:						
Nivel:		Partida:	Impermeabilización	Código de jardinera		Área(m2)

Inspección en campo	
Legenda:	√ Conforme X Observado –No aplica

Descripción		Rev 01	Rev 02	Observaciones
1	Limpieza fina de jardineras.			
2	Humedecimiento de superficie antes de aplicarla primera capa de impermeabilizante.			
3	Aplicación de primera capa de impermeabilizante Mapelastc Smart.			
4	Aplicación de malla de fibra de vidrio.			
5	Dejar secar la primera aplicación por 5 horas antes de la segunda aplicación.			
6	Aplicación de la segunda capa de impermeabilizante Mapelastc Smart.			
7	Remate de bordes, juntas e imperfecciones.			
8	Dejar secar el material impermeabilizante por 5 días.			
9	Prueba de estanqueidad(48 horas).			

Nota:

v°B CALIDAD	v°B SUPERVISIÓN	REVERDECE PERÚ S.A.C.
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma: -----	Firma: -----	Firma: -----

Anexo 4: Protocolo de instalación de sistema de riego automático

LOGO DE LA CONSTRUCTORA	PROTOCOLO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO	
----------------------------	--	---

Datos generales:			
Proyecto:		Sub-Contratista	REVERDECE PERU S.A.C
Constructora:		Fecha	

Identificación de jardineras:							
Nivel:		Partida:	Sistema de Riego	Código de jardinera		Área(m2)	

Inspección en campo	
Leyenda:	✓ Conforme X Observado –No aplica

	Descripción	Rev 01	Rev 02	Observaciones
1	Instalación de controlador a batería ORBIT.			
2	Instalación de línea de abastecimiento-manguera de HDPE/20mm.			
3	Instalación de mangueras de goteo HDPE/16mm.			
4	Instalación de terminal "tipo 8"			
5	1era prueba de riego(interna)			
6	2da prueba de riego y automatización(cliente).			
7	Programación puesta en marcha.			

Nota:

v°B CALIDAD	v°B SUPERVISIÓN	REVERDECE PERÚ S.A.C.
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:	Firma:

Anexo 5: Plan de mantenimiento de jardines

LOGO DEL CLIENTE	Plan de Mantenimiento de jardines	
------------------	-----------------------------------	---

Datos generales:

Proyecto:		Sub-Contratista:	
Cliente:		Período:	

Identificación de jardineras:

Nivel:		Partida:	Paisajismo	Área(m2)	
---------------	--	-----------------	------------	-----------------	--

Plan de Mantenimiento

MES Actividad/ Semana	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Deshierbo												
Fertilización foliar												
Remoción del suelo												
Poda de formación												
Poda de limpieza												
Riego manual												
Limpieza de hojas												
Corte de césped												
Acomodo de mangueras del sistema de riego												
Limpieza de caja de registros												
Limpieza de filtros de controladores a batería												
Fumigación	sujeto a evaluación											

Nota:

V°B° SUPERVISIÓN	REVERDECE PERÚ S.A.C.
Nombre:	Nombre:
Cargo:	Cargo:
Firma:	Firma:

Anexo 6: Análisis de la tierra preparada al inicio y en plena descomposición.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES




INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : REVERDECE PERU S.A.C.
PROCEDENCIA : LIMA/ LIMA/ SAN ISIDRO/ TECHO VERDE
MUESTRA DE : TIERRA PREPARADA
REFERENCIA : H.R. 81244
FACTURA : 10715
FECHA : 21/11/2023

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
801	TIERRA PREPARADA INICIO	7.05	6.19	15.10	0.44	0.17	0.43
802	TIERRA PREPARADA EN DESCOMPOSICION	7.09	2.18	8.76	0.22	0.45	0.29

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
801	TIERRA PREPARADA INICIO	2.04	1.13	7.37	0.21
802	TIERRA PREPARADA EN DESCOMPOSICION	2.35	0.70	32.08	0.11

M.O. por oxidación.


Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222
Celular: 946-505-254
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe