

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO E INSTALACIÓN DE RESERVORIOS MÓVILES PARA
RIEGO EN HABILITACIÓN URBANA ALTO PIURA - PROVINCIA DE
PIURA, PIURA”**

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

Presentado por:

ROCIO CARLA UCHUPE GARCIA

LIMA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“DISEÑO E INSTALACIÓN DE RESERVORIOS MÓVILES PARA
RIEGO EN HABILITACIÓN URBANA ALTO PIURA - PROVINCIA DE
PIURA, PIURA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. ROCÍO CARLA UCHUPE GARCÍA

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. TERESA OLINDA VELÁSQUEZ BEJARANO
Presidente

Mg. Sc. RICARDO APACLLA NALVARTE
Miembro

Mg.Sc.KENYI GLICERIO CAVALCANTI CÀRDENAS
Miembro

Ing.CARLOS ALBERTO BRAVO AGUILAR
Asesor

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

A mis padres Juan Pablo Uchupe Sihui y Betty García León y mi hermana Sara por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme que todo es posible con esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Carlos Bravo Aguilar por su valiosa dirección y apoyo en la elaboración del presente trabajo monográfico.

Igualmente, manifiesto mi gratitud al Ing. Abraham Bazán Palomino por el apoyo y su contribución para la culminación del presente trabajo.

A todos mis amigos y familiares por todo el tiempo que me han dado, por su apoyo incondicional, su respaldo y amistad. Las palabras nunca serán suficiente para expresar mi aprecio y agradecimiento.

INDICE

I.	PRESENTACIÓN.....	1
II.	INTRODUCCIÓN.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
IV.	DESARROLLO DEL TRABAJO	5
4.1	REVISION DE LITERATURA	5
4.1.1	IMPORTANCIA. EL AGUA Y LA JARDINERIA	5
4.1.2	NECESIDADES HIDRICAS DEL JARDIN	5
4.1.3	NECESIDADES DE RIEGO DEL JARDÍN	13
4.1.4	ABASTECIMIENTO DE AGUA CON FINES DE RIEGO	16
4.1.5	USO DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS PARA EL RIEGO DE JARDINES	24
4.2	DESARROLLO DEL TEMA	27
4.2.1	ZONA DE ESTUDIO.....	27
4.2.2	PROCESAMIENTO DE DATOS	31
4.2.3	PROYECCION DE DEMANDA Y GASTO.....	35
4.2.4	ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA	38
4.2.5	PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIA	38
4.2.6	ETAPA DE DISEÑO	39
RESERVORIO MOVILES		39
4.2.7	ETAPA DE INSTALACIÓN	43
4.2.8	OPERACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE RESERVORIOS MOVILES.....	53
4.2.9	HABILITACIÓN DE LIRIO ACUÁTICO EN GEOTANQUES.....	54
4.3	ETAPA DE EVALUACIÓN	54
4.3.1	RESULTADOS	55
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1	CONCLUSIONES	57
5.2	RECOMENDACIONES.....	58
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
VII.	ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficiente de especie (K_e) por consumo de agua.....	9
Tabla 2: Coeficiente de densidad (K_d) en función de sombra.	9
Tabla 3: Coeficiente de densidad (K_d) por tipo de vegetación	11
Tabla 4: Coeficiente de densidad (K_m) por tipo de vegetación	12
Tabla 5: Especies identificadas en los parques.....	29
Tabla 6: Información climática mensual promedio del año 1972 al 2014	31
Tabla 7: Resultados del coeficiente del jardín.....	33
Tabla 8: Evapotranspiración del parque por tipo de vegetación, mes Febrero.....	33
Tabla 9: Lamina de riego del parque por tipo de vegetación, mes Febrero	34
Tabla 10: Volumen de riego del parque por tipo de vegetación, mes Febrero.....	34
Tabla 11: Gasto mensual de agua en cisterna, mes Febrero.....	35
Tabla 12: Volumen mensual de riego proyectado del parque para tipo de tapizantes.	36
Tabla 13: Volumen mensual de riego proyectado del parque para tipo de árboles.....	36
Tabla 14: Volumen mensual de riego del parque para tipo de césped.	37
Tabla 15: Gasto proyectado por concepto de compra de agua en cisterna para riego de los parques.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Características del cultivo hipotético de referencia para el cálculo de la ETo	6
Figura 2: Jardines de elevada y baja densidad.....	10
Figura 3:Los edificios que rodean al jardín absorben y ceden calor,	11
Figura 4:Factores que afectan la evapotranspiración con referencia.....	13
Figura 5:Eficiencia de la aplicación del agua de riego	15
Figura 6: Motobomba gasolinera.....	18
Figura 7: Propiedades de la tubería de polietileno.	19
Figura 8: Instalación de manguera HDPE 110mm.....	20
Figura 9: Partes de un accesorio de compresión.....	22
Figura 10: Sistema de geotanques	24
Figura 11: Lagunas de Estabilización de Julio C. Tello	25
Figura 12: Eichhomia Crassipes	26
Figura 13: Mapa de ubicación del proyecto.	27
Figura 14: Área verde, presencia de Grass	28
Figura 15: Abastecimiento con cisterna en áreas verdes.....	30
Figura 16:Calculo de la evapotranspiración con referencia	32
Figura 17: Canal de la laguna de oxidación.	39
Figura 18: Recojo de materiales de la Agencia Marvisur-Piura.....	44
Figura 19:Trazo de área en donde irán los geotanques.	45
Figura 20: Habilitación de caja de captación.....	46
Figura 21: Desenrollado de manguera HDPE	47
Figura 22: Nivelación de área a instalar de reservorios móviles.....	48
Figura 23: Instalación de tubería de interconexión.	49
Figura 24: Válvula compuerta tipo lufflex HD.	50
Figura 25: Tapado de la tubería de interconexión	51
Figura 26: Instalación del primer geotanque.....	51
Figura 27: Instalación del primer geotanque.....	52
Figura 28:Instalación del sistema de geotanques.	52
Figura 29: Bombeo del agua del canal de oxidación.....	53
Figura 30: Llenado de geotanques con agua de cisterna.	54
Figura 31: Implementación de lirios en reservorios.....	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Imagen satelital de la ubicación de punto de captación, red de conducción, y reservorios móviles.....	61
ANEXO 2: Plano topográfico con la ubicación de los de reservorios móviles, y la red de conducción del canal de laguna de oxidación	62
ANEXO 3: Plano de diseño de la distribución del sistema de reservorio móviles.	63
ANEXO 4: Metrado de la instalación de sistema de reservorio móviles.	65
ANEXO 5: Presupuesto de la instalación de sistema de reservorio móviles.	66
ANEXO 6: Diagrama de Gantt de actividades para la instalación de reservorios móviles.	67
ANEXO 7: Ficha técnica de la motobomba	68

RESUMEN

En el contexto de la mejora de calidad de vida de la población, se ha visto el interés por la creación de áreas verdes en medio de las ciudades, las cuales requieren cubrir su demanda de agua. Por esta razón existe un gran interés en el uso racional, eficiente y sostenible del recurso hídrico.

El proyecto de Habilitación Urbana de Alto Piura contempla dentro de su ejecución la implementación de parques y espacios verdes que adopten medidas que permitan establecer un consumo hídrico acorde a las necesidades del jardín. Estas medidas consisten en el uso de sistemas de riego eficientes, redes de abastecimiento y reservorios móviles; siendo este último punto el tema expuesto en el presente trabajo monográfico.

El objetivo principal de la presente monografía es exponer el diseño, instalación y evaluación de reservorios móviles para fines de riego en la habilitación urbana Alto Piura. La primera parte del trabajo comprende la revisión bibliográfica en donde se detalla conceptos como la demanda hídrica de un jardín, suministro de agua para riego, reservorios de agua y uso aguas residuales tratadas. Con los conceptos básicos explicados se describe la metodología que se empleó para resolver la problemática presentada en campo, optimizar los gastos de operación para riego de áreas verdes, para ello se planteó y se desarrolló la habilitación de reservorios móviles, y el uso de aguas residuales tratadas para riego.

La metodología consta de tres etapas: etapa de diseño, etapa de instalación, etapa de evaluación. Al final del trabajo se concluye que, a partir de los resultados obtenidos en la etapa de evaluación, se logra realizar el diseño, instalación y evaluación de los reservorios móviles de agua de manera eficiente.

I. PRESENTACIÓN

En el contexto de la mejora de la calidad de vida de la población, se ha visto el interés por la creación de áreas verdes en medio de las ciudades, este creciente interés provoco el incremento de la superficie vendible con espacios verdes y, en consecuencia, el de la demanda de agua.

Mi profesión como Ingeniero Agrícola me ha llevado a conocer el manejo de sistemas de riego para parques y jardines en habilitaciones urbanas, en un contexto que era muy poco conocido los sistemas de riego para jardinería urbana, a diferencia de los sistemas de riego para agricultura.

Mis primeras labores como bachiller en ingeniería agrícola inician a fines del 2015, en el proyecto La Quebrada, Condominio urbano en Cieneguilla, en el cargo de Responsable de operación y mantenimiento de riego, mis funciones principalmente eran: la planificación de riego, para esto puse en práctica los conocimientos adquiridos en los cursos de ingeniería de riegos I e ingeniería de riegos II, como el cálculo de las necesidades hídricas de las plantas en base al coeficiente de cultivo (o jardín en este caso), evapotranspiración, cálculo de oferta-demanda de agua de riego y elaboración de informes del balance hídrico del sistema de riego; y la elaboración del plan de mantenimiento para los equipos del sistema de riego del condominio en base de lo aprendido en los cursos de Administración de maquinaria.

En el 2017, asumí el cargo de Ingeniero de operación y mantenimiento de riego, en el proyecto La Quebrada en Cieneguilla, tenía a cargo principalmente las labores de supervisión y ejecución de proyectos de riego, tales como, la supervisión y ejecución de sistemas de riego por aspersión y goteo para parques y jardines para la etapa 2 y etapa 3.1; ejecución de la instalación de redes de tubería para el sistema de riego presurizado para la Etapa 3.1, para estas labores puse en práctica lo aprendido en el curso de Hidráulica, como por ejemplo las normas para pruebas hidráulicas de redes de tubería de PVC, HDPE, para fluidos.

Actualmente vengo desempeñando el cargo de Ingeniero de operación y mantenimiento de riego, para proyectos de habilitación urbana, ubicados en el norte del país, Piura y Chiclayo desde fines del 2018, con funciones principalmente de: diseño de redes de tubería para el sistema de riego por aspersión y goteo para los parques urbanos de la Urbanización Alto

Piura , los conceptos de selección de sistemas de riego son conocimientos adquiridos en el curso de ingeniería de riegos II; ejecución de instalación de redes de tubería para el sistema de riego presurizado, para las Etapas 1, 2A de la Urbanización Alto Piura, para estas labores nuevamente se puso en práctica lo aprendido en el curso de Hidráulica, como son las normas para pruebas hidráulicas de redes de tubería de PVC, HDPE, para fluidos; y elaboración de presupuestos de redes matrices de riego, planificación y elaboración de cronograma de avance de obra, realización de las valorizaciones de los avances semanales de obra, estos conceptos son conocimientos adquiridos en el curso de programación y supervisión de obras.

En el presente trabajo presentare el diseño, instalación y evaluación del sistema de reservorios móviles para abastecimiento de agua con fines de riego de los parques y áreas verdes de la habilitación urbana de Alto Piura.

II. INTRODUCCIÓN

La demanda de vivienda urbana se pone de manifiesto a través de conceptos de ubicación, interacción, circulación y accesibilidad, así como los de distribución y esparcimiento de la población. Los parques o espacios verdes influyen en el estilo y calidad de vida de las personas que viven cerca de estos, y por lo tanto también en el valor de la propiedad, razón por la cual este es un factor más, que se toma en cuenta al momento de buscar una nueva vivienda.

El proyecto de Habilitación Urbana de Alto Piura contempla dentro de su ejecución la implementación de parques y espacios verdes, que adopten medidas que permitan establecer un consumo acorde a las necesidades del jardín, que consisten en el uso de sistemas de riego eficientes, abastecidos mediante redes de impulsión y distribución que conducen el agua desde las fuentes o reservorios de agua.

El problema central identificado en el presente trabajo monográfico fue el elevado gasto por concepto de consumo de agua para riego que, si bien al inicio de ejecución del proyecto se contempló como alternativa para riego de las áreas verdes, a medida que la ejecución del proyecto incrementaba, este gasto por consiguiente incrementaba, es por ello que se planteó la habilitación de un sistema de reservorio móviles que permitiera la movilización del punto de abastecimiento de agua de riego de acuerdo con el avance de la ejecución del proyecto de habilitación urbana.

Según esto, se justifica el tema desarrollado en el trabajo pues brinda una metodología que permitirá diseñar, instalar y evaluar el sistema de reservorio móviles de agua para riego de parques y espacios verdes en proyecto de habilitación urbana.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Exponer el diseño del sistema de reservorio móviles para abastecimiento de agua para riego.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la instalación del sistema de reservorios móviles para abastecimiento de agua para riego de manera eficiente.
- Describir la optimización de los gastos operativos por concepto de mantenimiento de áreas verdes, en el uso de agua para riego.
- Describir el uso de aguas residuales tratadas para riego de jardines urbanos.

IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 REVISION DE LITERATURA

4.1.1 IMPORTANCIA. EL AGUA Y LA JARDINERIA

La jardinería es la conjunción del arte y la técnica para crear o imitar paisajes y ambientes rurales atractivos y vitales en medios urbanos. El aumento de la población y la calidad de vida en países desarrollados prevé aumentos significativos de los espacios ajardinados y con ello el consumo de agua (Muncharaz, 2017).

Para Martin et al. (2010), El agua es un componente del jardín que forma parte estructural de su función decorativa en fuentes, surtidores, cascadas o láminas, al tiempo que es un elemento vital para las plantas que lo componen, ya que entra a formar parte de procesos tan importantes como la nutrición, la regulación térmica o el transporte de sustancias

Ante la necesidad de utilizar de manera eficiente el agua es necesario conocer las necesidades hídricas de la planta, para poder cubrir la demanda hídrica y poder calcular el balance hídrico del proyecto

4.1.2 NECESIDADES HIDRICAS DEL JARDIN

Las plantas absorben el agua desde el suelo mediante sus raíces. Ambos suelo y planta están sometidos a los efectos de la lluvia, el sol el viento que genera un mayor o menor grado de evaporación del suelo y transpiración de las plantas, a este proceso se conoce como evapotranspiración.

Para Moratiel (2017), El clima las características de cultivo y el medio de desarrollo son factores que afectan a de evaporación y transpiración. El término de evapotranspiración se compone de dos partes: la evaporación directa de la superficie del suelo o superficie de la planta y la transpiración de la planta.

Para Tarjuelo (2005), Los métodos de cálculo de las necesidades de agua pueden ser: en base a experimentación local o mediante fórmulas empíricas. Para el primer procedimiento suelen utilizarse lisímetro, gravímetros o de capa freática con cuya

extrapolación de resultados para aplicarlos a casos concretos. Los métodos empíricos evalúan la evapotranspiración en base a datos climáticos medidos y otros factores.

a. Evapotranspiración de referencia

El concepto de evapotranspiración de referencia estudia la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo.

Existen muchos métodos empíricos para el cálculo de la evapotranspiración de referencia, en función de los datos climáticos. Puede usarse el método del tanque evaporímetro fórmulas empíricas o programas informáticos como el CROPWAT de la FAO basado en la fórmula de Penman-Monteith.

i Ecuación de Penman-Monteith

El método de FAO Penman-Monteith para estimar ETo puede ser derivado de la ecuación original de Penman-Monteith, este método reduce las imprecisiones del método anterior, produciendo globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos. El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado haciendo uso de la definición del cultivo de referencia como un cultivo hipotético. Ver Figura 1.

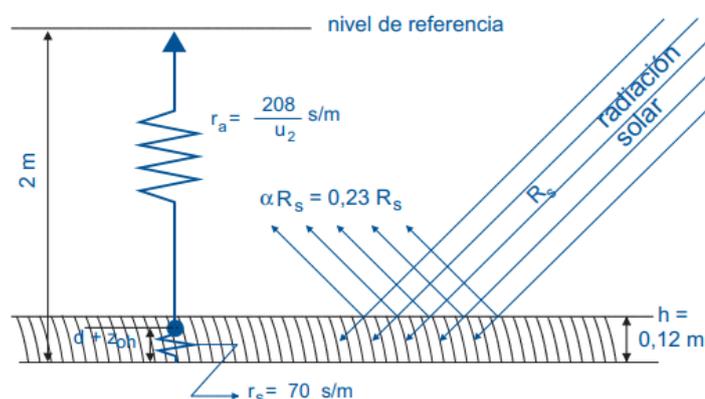


Figura 1: Características del cultivo hipotético de referencia para el cálculo de la ETo

Fuente: Tomado de Allen et al. (2006)

Para Allen et al. (2006), La ecuación utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. Para asegurar la precisión del cálculo, los datos climáticos deben ser medidos o ser convertidos a 2 m de altura, sobre una superficie extensa de pasto verde, cubriendo completamente el suelo y sin limitaciones de agua

En la determinación del ETo se utiliza la fórmula de evapotranspiración de referencia según el método de la FAO Penman-Monteith.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mmd^{-1}).

R_n = Radiación neta en la superficie de la planta ($\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$).

G = Flujo térmico del suelo ($\text{MJm}^{-2}\text{d}^{-1}$).

T = Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$) considerada como $\frac{(T_{\text{max}} + T_{\text{min}})}{2}$. T_{max}

u_2 = velocidad de viento medida a 2m de altura (ms^{-1}).

$(e_s - e_a)$ = Deficit de la presión de vapor (kPa).

Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

γ = Constante psicrométrica ($\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$).

900 = Factor de conversión.

Se debe tener en consideración que ninguna ecuación formulada para el cálculo de la evapotranspiración y basada en datos climáticos, determine la evapotranspiración perfectamente, bajo diferentes situaciones climáticas específicas. Esto debido principalmente a la simplificación en la formulación y los errores en la recopilación de los datos climáticos. Es probable que instrumentos de precisión, bajo condiciones ambientales y biológicas completamente controladas, demuestren que la ecuación de FAO Penman-Monteith se desvía ocasionalmente de mediciones reales de la ETo del pasto. Sin embargo, la FAO acordó utilizar la definición hipotética del cultivo de referencia sobre el que se basa la ecuación FAO Penman-Monteith como un valor de

comparación homogeneizado de tal manera que los datos de diferentes zonas del mundo sean comparables entre sí.

b. Coeficiente de Jardín

Martin et al. (2010) indica que, en jardines a diferencia de cultivos agrícolas, se emplea el coeficiente de jardín (K_j), debido a la gran variedad de especies que pueden encontrarse en un jardín, se hace prácticamente imposible establecer un valor del coeficiente de cultivo para su totalidad, ya que cada una de ellas presenta un valor diferente de coeficiente de cultivo (K_c).

El coeficiente de jardín (K_j) que se basa en una evaluación de las especies plantadas, la densidad de vegetación, microclimas existentes y que se utilizara para el cálculo de la evapotranspiración en lugar del coeficiente del cultivo tradicional.

$$K_j = K_e \times K_d \times K_m$$

Donde:

K_j = Coeficiente de jardín.

K_e = Coeficiente de cultivo o especie.

K_d = Coeficiente de densidad.

K_m = Coeficiente de microclima.

i Coeficiente de especie (K_e)

Para J.R, Clark et al. (1995), Las especies vegetales varían considerablemente en cuanto a sus tasas de pérdida de agua por transpiración. Algunas especies transpiran grandes cantidades de agua mientras que otras transpiran mucho menos, además la mayoría de las plantas transpiran más cuando el agua es fácilmente disponible y transpiran menos cuando se reduce la cantidad de agua disponible.

Existen varias maneras de hallar el valor del coeficiente de especie, aún no está normalizada, aunque hay diferentes clasificaciones, ya queda a criterio del diseñador cual usar. Según UCCE (2010), esta se clasifica según los requerimientos de agua bajo, medio y alto. Ver Tabla 1.

Tabla 1: Coeficiente de especie (Ke) por consumo de agua

	Categoría	Valor
Categoría 1:	Planta de uso de poca agua	0-0.35
Categoría 2:	Plantas de uso moderado de agua	0.40-0.60
Categoría 3:	Planta de alto uso de agua	0.60 a mas

Fuente: Tomado de UCCE (2010)

ii Coeficiente de densidad (Kd)

Para Martin et al. (2010), Los jardines difieren considerablemente en cuanto a sus densidades de vegetación. Las plantas recién instaladas o aquellos con plantas espaciadas tienen en general menor superficie foliar que los jardines maduros o densos. Las pérdidas de agua en un jardín denso son mayores que en uno de baja densidad, a pesar de que las plantas individuales en un jardín espaciado puedan perder más cantidad de agua para una superficie foliar determinada. Ver Tabla 2.

Tabla 2: Coeficiente de densidad (Kd) en función de sombra.

Porcentaje de suelo sombreado (P) en %	Valor
60-100	1
25-60	0.5-1.0
P<25	0.5

Fuente: Tomado de UCCE (2010)

Para Martin et al. (2010), Los jardines más comunes son los de plantaciones mixtas de elevada densidad, es decir aquellos que tienen árboles y arbustos plantados sobre una capa de tapizantes. Ver Figura 2.

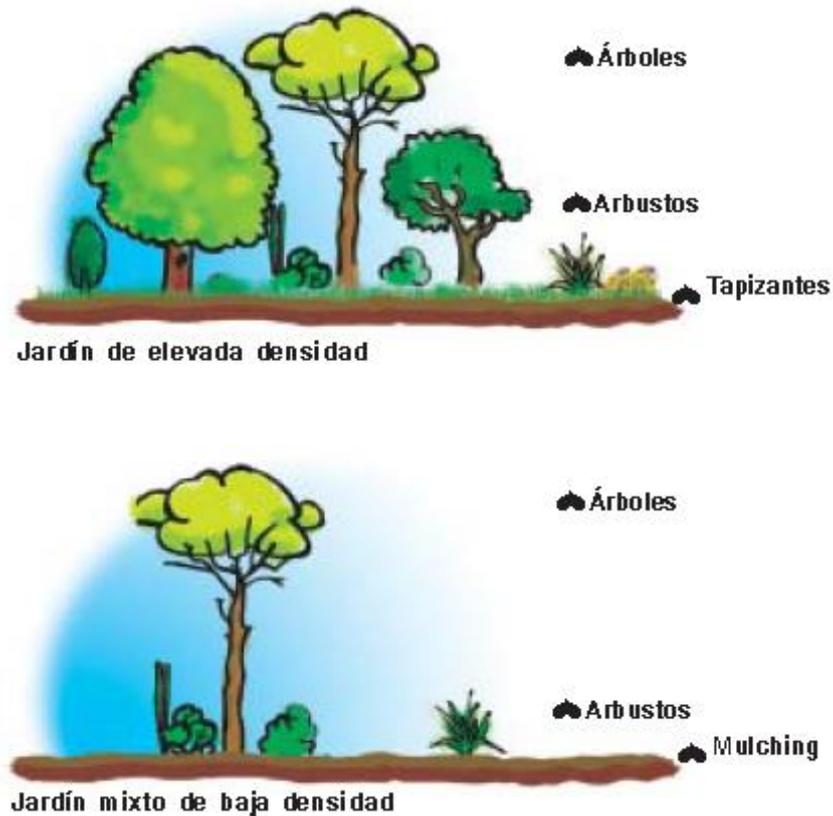


Figura 2: Jardines de elevada y baja densidad

Fuente: Tomado de Martin et al. (2010).

Los jardines más comunes son los de plantaciones mixtas de elevada densidad, en este caso K_d toma el valor máximo, 1,

3. También se pueden encontrar plantaciones mixtas de media o de baja densidad para los que el valor de K_d disminuye. El valor mínimo (0,5) se les asigna a jardines de este tipo recién plantados o espaciados. Ver Tabla 3.

Tabla 3: Coeficiente de densidad (Kd) por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Kd)		
	a	m	b
Arboles	1.3	1.0	0.5
Arbustos	1.1	1.0	0.5
Tapizantes	1.1	1.0	0.5
Plantas mixtas	1.3	1.1	0.6
Céspedes	1.0	1.0	0.6

Fuente: Tomado de Martin *et al.* (2010)

iii Coeficiente de microclima (Km)

Para J.R, Clark *et al.* (1995), Las condiciones ambientales pueden variar considerablemente en un jardín. Las estructuras o pavimentación típicas de los jardines urbanos pueden influir considerablemente en las temperaturas foliares y del aire, el viento y la humedad. Las zonas con distintas condiciones ambientales dentro de una misma zona climática se denominan microclimas. Ver Figura 3

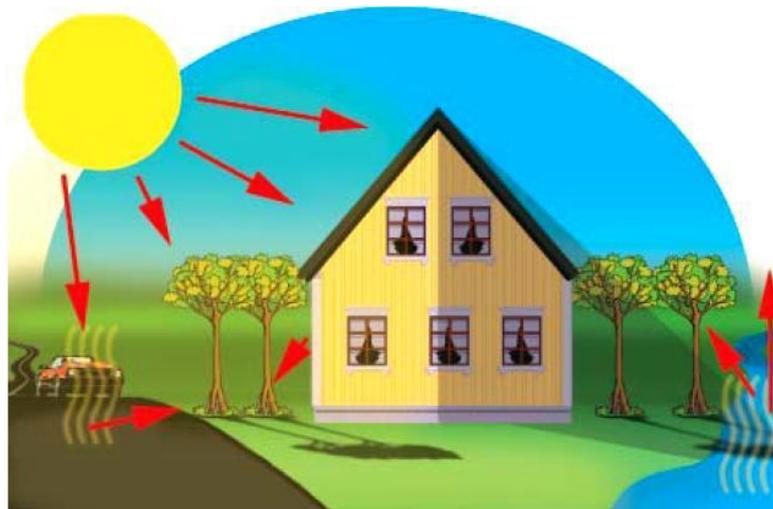


Figura 3: Los edificios que rodean al jardín absorben y ceden calor, aumentando la temperatura del jardín

Fuente: Tomado de Martin *et al.* (2010).

Martin *et al.* (2010), indica que el coeficiente microclima (K_m) se utiliza para tener en cuenta las diferencias ambientales al calcular el coeficiente del jardín, y es relativamente fácil de calcular. Una condición microclimática media ($K_m=1,0$) es aquella en la que las estructuras, edificaciones no influyen en el

microclima del jardín. En condiciones microclimáticas “altas” o “bajas” existe una influencia externa sobre las condiciones naturales del jardín. Ver Tabla 4.

Tabla 4: Coeficiente de densidad (Km) por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Km)		
	a	m	b
Arboles	1.4	1.0	0.5
Arbustos	1.3	1.0	0.5
Tapizantes	1.2	1.0	0.5
Plantas mixtas	1.4	1.0	0.5
Césped	1.2	1.0	0.8

Fuente: Tomado de Martin *et al.* (2010)

c. Evapotranspiración de cultivo

Para Allen et al. (2006), la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar se denomina ET_c, y se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo con las condiciones climáticas reinantes.

El valor de ET_p o ET_c es calculado a través del enfoque del coeficiente del jardín, donde los efectos de las condiciones del tiempo atmosférico son incorporados en ET_o y las características del cultivo son incorporadas en el coeficiente K_j, según el método propuesto por la FAO.

$$ET_c = ET_r \times K_j$$

Dónde:

ET_c es la evapotranspiración del jardín bajo condiciones estándar mmd^{-1}

ET_r es la evapotranspiración de referencia mmd^{-1}

K_j es el coeficiente del jardín (adimensional)

En la Figura 4 se presenta la evapotranspiración dividida en sus dos componentes (evaporación y transpiración) en relación con el área foliar por unidad de superficie de suelo debajo de él. En el momento de la siembra, casi el 100% de la ET ocurre en forma de evaporación, mientras que cuando la cobertura vegetal es completa, más del 90% de la ET ocurre como transpiración.

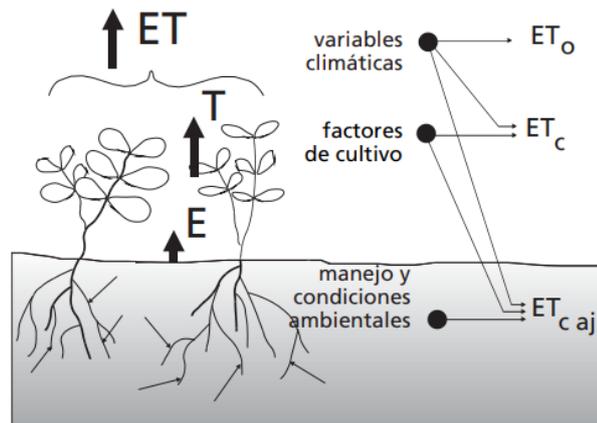


Figura 4: Factores que afectan la evapotranspiración con referencia

Fuente: Tomado de Allen *et al.* (2006)

4.1.3 NECESIDADES DE RIEGO DEL JARDÍN

Para Martin *et al.* (2010), El sistema formado por el suelo y las plantas tiene unos aportes y unas salidas de agua. Por lo general esas cantidades no son iguales, por lo que el contenido de humedad del suelo irá cambiando. Las entradas de agua pueden ser debidas a la lluvia o al riego. Por su parte, las salidas de agua se deberán a la evapotranspiración, la escorrentía o la filtración profunda.

a. Precipitación Efectiva

Para Bunnefeld *et al.* (2017), La precipitación efectiva se refiere a la parte de la precipitación que puede ser efectivamente utilizada por las plantas. Esto significa que no toda la precipitación está a disposición de los cultivos, ya que una parte se pierde a través de la escorrentía superficial y de la percolación profunda.

Cuánta agua se infiltra en realidad en el suelo depende del tipo de suelo, pendiente, tipo de cultivos, intensidad de la precipitación y el contenido inicial de agua en el suelo. El método más preciso para determinar la precipitación efectiva es a través de observación en campo.

b. Necesidades netas de riego

Para Martin *et al.* (2010), considera qué un sistema de riego bien diseñado en el que no existe escorrentía y en el que además la filtración profunda sea nula, la cantidad

de agua que necesita la planta y se ha de aportar con el riego, se conoce como necesidades netas de riego, estas corresponderán a la diferencia entre la cantidad de agua que el conjunto suelo-planta pierde, evapotranspiración , y el agua que se aporta de forma natural, lluvia.

$$Nn = ET_c - P$$

Donde:

Nn son las necesidades netas de agua de riego mmd^{-1}

ET_c es la evapotranspiración del jardín mmd^{-1}

P es la precipitación efectiva mmd^{-1}

Tarjuelo (2005), indica como aclaración al cálculo de las necesidades netas que:

- ✓ Aunque estadísticamente en el mes de máxima necesidad se produzcan cierta lluvia media, que dé lugar a una precipitación efectiva, esta no debe tenerse en cuenta al diseñar el sistema ya que no puede llover en el intervalo entre dos riegos.
- ✓ El aporte capilar puede ser importante en casos que la capa freática este próximo, pero no suele ser el caso en climas áridos o semiáridos.
- ✓ La variación de almacenamiento del agua en el suelo no debe tenerse en cuenta para el cálculo de las necesidades netas.
- ✓ Por todo ello se tendrá que las necesidades netas serán igual a la evapotranspiración del jardín.

$$Nn = ET_c$$

Donde:

Nn son las necesidades netas de agua de riego mmd^{-1}

ET_c es la evapotranspiración del jardín mmd^{-1}

c. Eficiencia de riego

La eficiencia de aplicación del agua en un sistema de riego es la proporción porcentual entre la cantidad de agua que llega a almacenarse en la zona radicular y la cantidad de agua aplicada por el sistema de riego. Su valor dependerá del método de riego empleado, superficie, localizado o aspersión. Ver figura 5.

Martin et al. (2010), Considera que la eficiencia de aplicación utilizando el riego localizado es de un 85-90%, mientras que en riego por aspersión este porcentaje desciende hasta un 70-80%, y en riego por inundación o superficie hasta aproximadamente un 60%. En cualquier caso, los valores de eficiencia dependerán en gran medida del manejo que se haga de los riegos.

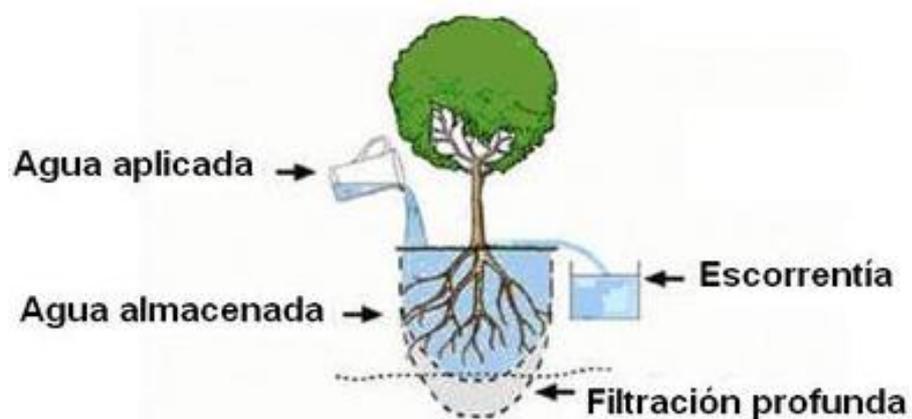


Figura 5:Eficiencia de la aplicación del agua de riego

d. Necesidades brutas de riego

La necesidad de riego es el agua que se debe suministrar por el sistema de riego para asegurar que el cultivo reciba toda el agua que necesita. La necesidad bruta de riego incluye las pérdidas excluidas de la necesidad neta de riego.

Teniendo en cuenta la eficiencia de aplicación, las necesidades brutas de riego se calcularían con la siguiente expresión:

$$Nb = \frac{Nn}{Er}$$

Donde,

Nb son las necesidades brutas de riego.

Nn son las necesidades netas de riego.

Er e la eficiencia de aplicación de riego.

e. Cálculo de la demanda diaria

La demanda diaria, se calcularon a partir del marco de plantación y el porcentaje de cubrimiento del follaje con relación al marco de plantación, de este modo la demanda neta del cultivo será la siguiente:

$$DNc = \frac{Lr \times Mp \times Pc}{100}$$

Donde:

Dnc es la demanda neta del cultivo.

Mp es el marco de plantación

Lr es la lámina de riego.

Pc es el porcentaje de cubrimiento.

El valor del porcentaje de cubrimiento (P.C.) varía según el estado de desarrollo del cultivo, siendo cercano al 100% en plena producción.

4.1.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA CON FINES DE RIEGO

Una red de abastecimiento de agua con fines de riego es un conjunto de componentes contruidos para captar, impulsar y conducir el agua requerida por un equipo de riego para satisfacer las necesidades hídricas de un área de cultivo.

a. Fuente de abastecimiento

Es el espacio natural o artificial donde una red de abastecimiento toma el agua necesaria para alimentar los equipos de riego.

Ortiz (2006), indica que un sistema de abastecimiento de agua puede contar con una o más fuentes de abastecimiento, esto depende de la demanda de agua que se

requiera. Existen dos tipos de fuentes de abastecimiento: superficiales (ríos, arroyos, lagos, lagunas y embalses o presas) y subterráneas (pozos y yacimientos).

b. Obra de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente del crecimiento su localización y magnitud.

c. Equipo de bombeo

Según la OPS (2005), las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio.

Está conformado por el sistema de bombas que impulsan el flujo por las diferentes distribuciones de tuberías hasta llegar al punto requerido. Cuando en una red de abastecimiento de agua, la energía hidráulica con la que se dispone no es suficiente para cumplir con los requerimientos del diseño, es decir, el agua no llega a su destino (reservorios), se instalan equipos de bombeo, los cuales incrementan la energía existente mediante la aplicación de energía externa.

i Bomba hidráulica

ORTIZ (2006), indica que una bomba es una máquina hidráulica que transfiere energía mecánica a un fluido. Al incrementar la energía del agua, aumenta la presión y velocidad de esta, permitiendo mover el fluido de una zona de mayor presión a otra de menor presión. Las bombas se clasifican según su tipo de accionamiento en:

- ✓ **Electrobombas.** Genéricamente, son aquellas accionadas por un motor eléctrico.
- ✓ **Motobombas.** Accionadas por motores de combustión interna.
- ✓ **Bombas neumáticas.** Son bombas en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.

- ✓ **Bombas de accionamiento hidráulico.** Son accionadas por energía hidráulica como por ejemplo la bomba de ariete.



Figura 6: Motobomba gasolinera.

d. Línea de conducción o aducción

Según ORTIZ (2006), las líneas de conducción tienen la función de conducir el agua captada de la fuente hasta el lugar de su almacenamiento. La conducción puede realizarse de dos maneras, por gravedad o por bombeo, esto depende de las condiciones topográficas del terreno por donde pasara la línea. El material del cual están fabricados las aducciones varía y depende del tipo de fluido que se va a conducir, los parámetros hidráulicos del fluido, la topografía del terreno, los costos de las tuberías, etc. Los principales materiales son: policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), polietileno de alta densidad (HDPE). Así mismo, las aducciones se fabrican con diferentes clases dependiendo de la presión del agua dentro de la tubería.

i Tubería o manguera de Polietileno de alta densidad (HDPE)

Para Martínez (1993), El polietileno se obtiene por polimerización del etileno, según sea la presión y temperatura del proceso de fabricación se obtiene un tipo de polietileno de baja densidad (LDPE) y el de alta densidad (HDPE).

El HDPE toma su denominación de sus siglas en inglés (High Density Polyethylene) y a veces también es llamado PEAD (Polietileno de Alta

Densidad). Entre sus características están su ligereza, su flexibilidad, incluso con temperaturas bajas y su alta resistencia a los impactos. Los productos y agentes químicos, así como los ácidos, no le provocan daño, y también soporta temperaturas del agua por encima del centenar de grados.

El HDPE sufre oxidación a 50 °C junto con degradación de las moléculas del polímero. Incluso a temperaturas ordinarias, en presencia de la luz, padece una degradación. Frente a la oxidación térmica, la incorporación de antioxidantes puede reducirla e incluso suprimirla. Respecto a la conductividad eléctrica, en el caso de este termoplástico es baja. Tiene además una alta resistencia dieléctrica y un factor de potencia bajo. Por añadidura, es reciclable y respetuoso con el medio ambiente. En la figura 7, se detalla las propiedades de la tubería HDPE, para cada una de sus clases comerciales.

PROPIEDAD	Metodo de prueba	Unidad	PE 63	PE 80	PE 100
			Valor Típico	Valor Típico	Valor Típico
Densidad	ISO 1183	gr/cm	0.942	0.945	0.942
Densidad Pigmentada	ISO 1133	gr/cm	0.953	0.955	0.953
Índice de Fusión	ISO 1133	gr/10 min	0.83	0.85	0.83
Modulo de Flexión o alargamiento	ISO 6259	MPa	21	21	21
Alargamiento a la rotura	ISO 6259	%	> 600	> 600	> 600
Modulo de Flexión a la rotura	ISO 6259	Mpa	30	34	30
Modulo de Elasticidad	ISO 527	Mpa	1000	800	1000
Punto de Ablandamiento Vicat (1 Kg)	ISO 306	°C	125	125	125
Punto de Ablandamiento Vicat (5 Kg)	ISO 306	°C	72	72	72
Estabilidad Termica (OIT 210° C)	ISO 10837	min	> 20	> 20	> 20
MRR a 50 años y 20° C		Mpa/PSI	6.3 / 913	8.0 / 1160	10.0 / 1450
Maximo Esfuerzo Permissible de Diseño Hidrostático (σe^2)		Mpa / PSI	5.0 / 725	6.3 / 913	8.0 / 1160

Figura 7: Propiedades de la tubería de polietileno.

Fuente: Manual de Calplast. (2018)

Con estas características, las tuberías que lo emplean como principal componente tienen grandes ventajas respecto a otras.

✓ **Rápida instalación.** Debido a su ligereza, el proceso de transporte, manipulación e instalación es rápida, así como no se necesita maquinaria pesada para trasladarlo, ver figura 8. La tubería HDPE en diámetros menores puede ser fabricada en rollos de hasta 100 metros de longitud dependiendo del diámetro, en consecuencia, requiere menor cantidad de uniones y reduce los costos de mano de obra para su instalación. Dependiendo la aplicación y el método de unión utilizado, la tubería HDPE puede instalarse para sistemas

fijos o desmontables. El uso de accesorios desmontables permite obtener grandes ahorros en materiales y tiempos de armado y desarmado de sistemas móviles. En estas aplicaciones se evita la necesidad de contar con equipo de termofusión. Teniendo estos accesorios además una muy buena relación costo beneficio.



Figura 8: Instalación de manguera HDPE 110mm.

- ✓ **Flexibilidad.** Se adaptan a cambios de dirección y curvas, por lo que no hacen accesorios o herramientas adicionales. En comparación, es más flexible que el polipropileno. Esto permite que sean instaladas sin problemas en terrenos con obstáculos facilitando el trabajo de instalación y evitando la necesidad de accesorios, ya que pueden colocarse en forma serpenteada, respetando ciertas tolerancias de curvatura (radios mínimos).
- ✓ **Resistencia.** La tenacidad de la tubería derivada de las propiedades físicas tanto del material como del método de extrusión, le permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por los movimientos de terreno e imprevistos, la tubería puede deformarse sin daño permanente y sin causar efectos adversos sobre la vida.
- ✓ **Vida útil.** Resistente a los efectos de líquidos abrasivos, a los impactos y a otros agentes químicos, la vida útil estimada de las tuberías de HDPE es de 50 años para el transporte de agua a temperatura ambiente (20°C). Para cada aplicación en particular, las condiciones de operación interna y externa pueden alterar la vida útil o cambiar la base de diseño recomendada para alcanzar la misma vida útil.

- ✓ **Seguridad.** No se emplean juntas, ya que las soldaduras se efectúan por soldadura por termofusión, con lo cual la seguridad de la instalación es completa.
- ✓ **Eficiencia.** Gracias a su interior liso, facilitan un flujo de líquidos al de las tuberías de otros materiales. Además, no acumula sedimentos e incrustaciones en su interior.
- ✓ **Estabilidad a la intemperie.** La tubería cuenta con protección contra los rayos ultravioleta (UV) para minimizar la degradación producida por estos en el tiempo. La tubería contiene 2.5% de negro de humo, por lo que puede ser instalada y almacenada a la intemperie en la mayoría de los climas por tiempos prolongados sin que sufra ningún daño o pérdida de propiedades físicas por exposición a los rayos ultravioleta. El negro de humo es el aditivo más efectivo para aumentar las características de estabilidad a la intemperie de los materiales plásticos, la gran protección que le proporciona a los productos hace innecesario el uso de otros estabilizadores de luz o absorbedores UV.
- ✓ **Bajo peso.** La tubería HDPE es más liviana que la mayoría de las tuberías fabricadas con otros materiales. Flota en el agua y pesa entre 70-90% menos que el concreto, fierro o acero, haciendo más fácil su manejo e instalación.

ii Accesorios de compresión

Los accesorios de compresión son el complemento ideal para la instalación de tubería HDPE ya que están diseñados especialmente para trabajar con este tipo de tubería. Con estos accesorios se pueden unir mecánicamente los extremos de dos tubos de igual o distinto diámetro. La unión se logra mediante la compresión de un sello intermedio “o-ring” de NBR (nitrile rubber), una garra de acetal que actúa como sujeción de la tubería y un cono (polipropileno) que se fija al tubo presionando la garra hacia el tubo.

Todas las partes del accesorio son resistentes a agentes químicos y diseñados para trabajar a presión. Los accesorios de compresión tienen una gran relación costo – beneficio.

Las conexiones están provistas de 2 bolsas en las extremidades, en las cuales los tubos son encajados y fijados a través de un anillo interno de poliacetal, que impide el desplazamiento longitudinal de las tuberías. La estanqueidad del sistema es obtenida a través de anillos de goma. Ver figura 9.

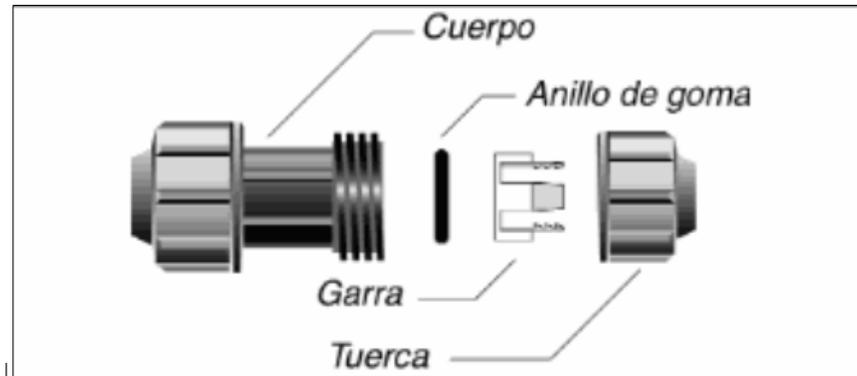


Figura 9: Partes de un accesorio de compresión.

Fuente: Manual de Calplast. (2018)

Ventajas:

- ✓ Fáciles de usar e instalar, no se necesitan teflones, tarrajas ni pegamento.
- ✓ Sistema libre de filtraciones.
- ✓ Cada unión es equivalente a una unión universal puesto que no es necesario girar el tubo.
- ✓ Todos sus componentes son resistentes a una gran cantidad de sustancias y soluciones químicas, no se oxidan y son resistentes a suelos agresivos.
- ✓ Todos los accesorios pueden ser desmontados fácilmente.
- ✓ Son los accesorios con mejor relación costo beneficio en dimensiones menores (20 a 110mm).

e. Reservorio

Según la OPS (2004), el reservorio es la instalación destinada al almacenamiento de agua para mantener el normal abastecimiento durante el día, con fin de garantizar un suministro continuo. Así mismo, los reservorios sirven como grandes desarenadores empleados para decantar de manera natural todos aquellos sólidos

suspendidos (arenas, limos, etc.) que contiene el agua y que pueden obstruir los diferentes componentes de los sistemas de riego.

En algunos casos los reservorios tienen construidos en su entrada desarenadores para decantar las arenas que contiene el agua que ingresa a estos. De esta forma la colmatación de arenas en la base del reservorio se reduce, permitiendo que los mantenimientos se realicen en un intervalo de tiempo más largo que tendrá como consecuencia un menor costo operativo.

Los reservorios generalmente se construyen de manera rectangular y están recubiertos por geomembranas para impedir que el agua se filtre en el terreno.

i Geotanques

Actualmente es una opción viable el uso de geosintéticos, ya que son más económicos, resistentes, flexibles y de rápida instalación, comparado con las estructuras que se construyen con concreto o recubierto de geomembrana, para este caso las geotanques conforman una alternativa adecuada para almacenamiento de recurso hídrico.

Los geotanques permiten el almacenamiento de agua y otros fluidos a muy bajo costo. Al ser prefabricados son de fácil traslado, manipulación, transporte, portabilidad y baja demanda de adecuaciones civiles que requiere su instalación, como trabajos adicionales de movimiento de tierra y soldadura de geomembrana en obra. Ver figura 10.



Figura 10: Sistema de geotanques

El uso de tanques en geomembrana se ha convertido en una alternativa viable y rentable, ya que solo requiere un terreno con suelo firme, nivelado y libre de vegetación. Da una alternativa de mayor optimización del uso del espacio, y facilidad para aplicar procesos de recirculación, son algunas de las ventajas de la implementación del uso de tanques en geomembrana.

4.1.5 USO DE AGUAS RESIDUALES DEPURADAS PARA EL RIEGO DE JARDINES

a. Importancia

Para Muncharaz (2013), Un factor que también se debe considerar para el riego de los jardines urbanos, es la procedencia del agua, ya que esta tecnología tiene como último fin el ahorro del agua para el riego. Parece evidente que el riego de las superficies verdes en la medida que es sea posible no debe utilizar agua limpia de manera que el uso residual será la primera opción que considerar.

La reutilización de las aguas residuales urbanas, convenientemente tratadas para el riego, es una alternativa importante que permite la realización de un aprovechamiento eficaz de estas aguas. Ver figura 11.



Figura 11: Lagunas de Estabilización de Julio C. Tello

Fuente: Tratamiento de aguas residuales en lima y Callao – Sedapal

El uso de aguas residuales para riego tiene una serie de problemas siendo tal vez el principal, la calidad microbiológica de las mismas en determinados usos, las aguas residuales que pueden transmitir patógenos a las especies regadas que a su vez pueden pasar a las personas, así pues, el principal problema es que puede ser el contacto directo con estas plantas o su consumo. Existen parámetros sanitarios de la Organización Mundial de salud de 1989 para uso residuales en agricultura y acuicultura en todo caso las aguas residuales a aplicar deben de proceder de tratamientos terciarios y nunca de tratamientos de inferior rango.

La aplicación directa de aguas recicladas a las plantas tiene varios aspectos positivos además del aprovechamiento o reciclado de un recurso tan valioso debemos considerar que estamos realizando la incorporación de un fluido con alto poder fertilizante. Sin embargo, deben considerarse algunos aspectos problemáticos derivados de su aplicación y que se pueden dividir en efectos causados a las plantas y efectos producidos en sus instalaciones por lo que respecta a los efectos que pueden causar en las plantas hay que destacar:

- ✓ Problemas de salinidad
- ✓ Posibles problemas de suciedad.
- ✓ Posible toxicidad por la presencia de mayor de lo deseable de los determinados iones particularmente de metales pesados.
- ✓ Meta materias en suspensión.

✓ Presencia de patógenos.

b. El uso de lirio acuático en el tratamiento de aguas residuales

Para Castillo (1990), El tratamiento de aguas residuales utilizando procesos naturales se basa en la acción de organismos microbiológicos y fotosintéticos que actúan sobre los desechos y producen una nueva biomasa gracias a la absorción de dichos organismos, obteniéndose productos y subproductos que ser reincorporados al ambiente no causan daño alguno, actualmente es un tema de interés cuyo estudio se expande rápidamente en todo el mundo.



Figura 12: Eichhornia Crassipes

El Jacinto de agua o lirio acuático (*Eichhornia Crassipes*) es uno de los vegetales más prolíferos de la tierra es una planta acuática con báscula flotantes de rápido crecimiento que se desarrolla en agua dulce. Ver figura 12.

Para Carrión et al (2012), El lirio acuático (*Eichhornia Crassipes*) es una planta considerada plaga en algunos lugares del mundo; sin embargo, podría aprovecharse como fitorremediador. Debido a que la tecnología de fitorremediación es específica para el sistema planta-sitio. Se valora el uso potencial del lirio acuático como planta acumuladora de metales.

Hernández (2015), indica que la lixiviación de metales pesados (Fe, Cr) es posible utilizando el lirio acuático (*eichhorniaCrassipes*), en aguas residuales, a través de la

fitorremediación, que aprovecha los procesos biológicos de las plantas, teniendo la capacidad de absorber contaminantes como metales pesados, que por su efecto tóxico afectan, al ambiente, hombre y todos aquellos ecosistemas en que vive un ser vivo.

El lirio acuático tiende a saturarse entre los 30 y 40 minutos durante el proceso, es muy eficaz para reducir cierto tipo de metales presentes en el agua además de que no necesita agentes químicos para degradarlos.

4.2 DESARROLLO DEL TEMA

4.2.1 ZONA DE ESTUDIO

a. Ubicación del proyecto

Los parques y áreas verdes urbanas se encuentran ubicados en el Proyecto Alto Piura, ubicado en el Predio Chacra La Providencia en el Distrito de 26 de octubre, Provincia Piura, Región Piura Específicamente, se ubican en la zona 17 L entre las coordenadas E: 534772.02 N: 9430619.9; y E: 536389.18, N: 9430131.43. Ver figura 13.

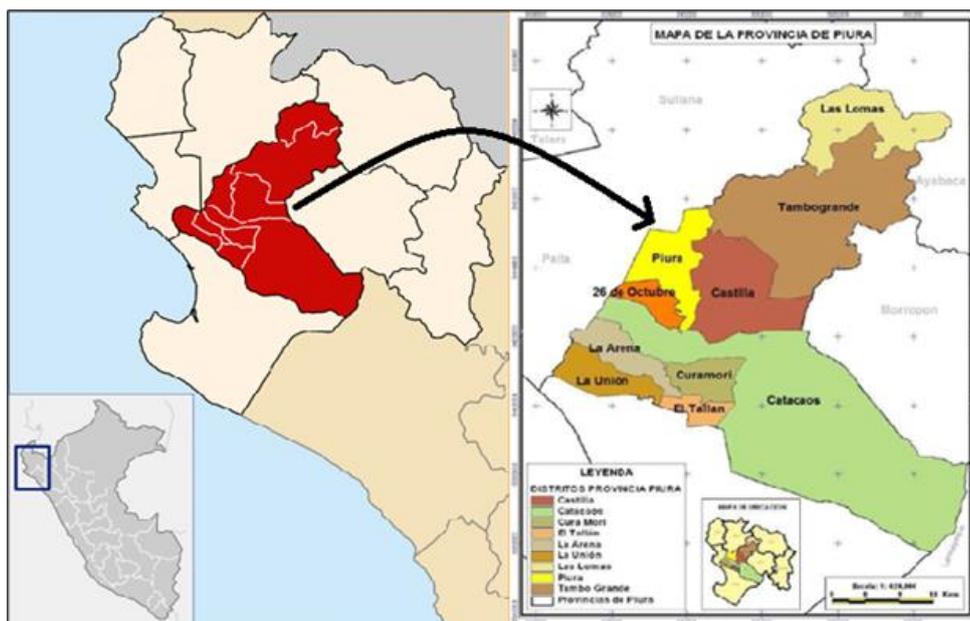


Figura 13: Mapa de ubicación del proyecto.

i Vías de acceso

- ✓ **Acceso Aéreo:** Lima – Piura, y Calle Corpac – avenida Progreso, hacia Avenida Guardia Civil con dirección hasta la avenida Chulucanas para luego hacer su ingreso hasta la avenida Los Algarrobos. El Proyecto se ubica al final de la avenida Los Algarrobos.
- ✓ **Acceso terrestre:** Lima – Piura, y Calle Corpac – avenida Progreso, hacia Avenida Guardia Civil con dirección hasta la avenida Chulucanas para luego hacer su ingreso hasta la avenida Los Algarrobos. El Proyecto se ubica al final de la avenida Los Algarrobos.

b. Parques y jardines

El proyecto de habilitación urbana tiene contemplado en su ejecución, la habilitación de 26000m² de áreas verdes, principalmente de parques temáticos.

Choy (2000), indica que las plantas que conforman un jardín pueden agruparse en:

- ✓ **Especies cespitosas:** plantas capaces de formar una cubierta vegetal continuo y persistente, bajo uso frecuente y siegas regulares, las cuales a formar una comunidad con el suelo sobre el que se sustenta y adhieren las raíces dando lugar al césped. En los parques predominan el tipo Grass americano (Figura 14).



Figura 14: Área verde, presencia de Grass

- ✓ Plantas herbáceas: se incluye en este grupo a las plantas de porte bajo, herbáceas y que se cultivan por la vistosidad de la flor.
- ✓ Especies de follaje ornamental: son aquellas utilizadas por su follaje como elemento ornamental, estando su belleza al mismo nivel que la de las flores de otras plantas. Según las necesidades y alturas se prestan a la formación de grupos y bordes para combinar con plantas floridas.
- ✓ Arbustos: son plantas de tamaño intermedio, que se les cultiva en unos casos por su follaje muy decorativo y en otros por sus flores vistosas. Se recomienda un riego frecuente con agua a presión, a fin de lavar las hojas y eliminar posibles insectos.
- ✓ Trepadoras: las plantas incluidas en este grupo poseen un tallo alargado, que puede ser colocado sobre determinada estructura para su crecimiento.
- ✓ Tapizantes: son especies que revisten el terreno de una capa continua y de reducido espesor, dotadas de rusticidad frente a las condiciones climáticas, de suelo, etc.

Al respecto, de la inspección a la zona de estudio, se identificaron las especies que se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5: Especies identificadas en los parques

	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
CESPED	Grass o grama americanos	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Poaceae
	Molle Serrano	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae
	Huaranguay	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
	Molle costeño	<i>Schinus terenbenthifolius</i>	Anacardiaceae
ARBOLES	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Mirtaceae
	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Sapindaceae
	Mimosa	<i>Acacia sp.</i>	Fabáceas
	Jacarandá	<i>Jacaranda acutifolia</i>	Bignoniaceae
	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	Fabáceas
	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Mirtáceas
ARBUSTO	Lantana amarilla	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae

	Lantana morada	<i>Lantana montevidensis</i>	Verbenaceae
	Heliotropo	<i>Heliotropium arborescens</i>	Boraginaceae
	Laurel	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae
	Plumbago	<i>Plumbago auriculata</i>	Plumbaginaceae
	Duranta	<i>Duranta repens</i>	Verbenaceae
	Tecomaria	<i>Tecomaria capensis</i>	Bignoniaceae
	Ichu verde	<i>Pennisetum setaceum</i>	Poaceae
	Ichu morado	<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae
HERBACEA	Coreopsis	<i>Coreopsis grandiflora</i>	Asteraceae
	Margarita africana	<i>Osteospermum sp.</i>	Asteraceae
	Aster de corte	<i>Aster sp.</i>	Asteraceae
TAPIZANTE	Wedelia	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Asteraceae

Fuente: Colaboración Ing. E. Quispe. Ing. Paisajismo

c. Agua

En un principio, para el riego de los parques, se abastecía mediante el servicio de agua en cisterna, tal como se muestra en la Figura 15. Existían siete tanques de 2.5 m³ ubicados en la parte superior del parque concentrado, los cuales eran abastecidos por la cisterna. Desde estos se riegan el talud del parque concentrado mediante sistema de riego por goteo y el parque 01, constituido de grass, la cual se regaba mediante sistema de riego por aspersión. El riego está a cargo del personal del mantenimiento, con periodicidad diaria en la temporada de verano e invierno.



Figura 15: Abastecimiento con cisterna en áreas verdes

d. Clima

El clima de Piura es cálido, desértico y oceánico. Los datos climáticos han sido obtenidos de la estación meteorológica Miraflores. Ver tabla 6.

Tabla 6: Información climática mensual promedio del año 1972 al 2014

MES	T° Max. (°C)	T° Min. (°C)	HR(%)	Hrs. Sol (hrs)	Vel. Viento (m/s)
Enero	33.24	21.77	66.03	6.64	3.77
Febrero	34.04	22.95	66.06	6.22	3.55
Marzo	34.03	22.63	66.98	6.84	3.39
Abril	32.59	21.25	68.13	7.36	3.66
Mayo	30.32	19.45	71.42	7.09	3.72
Junio	28.42	18.09	74.36	6.25	3.37
Julio	27.56	17.11	74.25	6.25	3.37
Agosto	27.81	16.99	73.63	6.60	3.74
Setiembre	28.79	17.04	71.99	7.34	3.95
Octubre	29.50	17.67	71.24	7.24	3.85
Noviembre	30.20	18.11	70.28	7.41	3.95
Diciembre	31.77	19.85	68.33	7.27	3.97

Fuente: Estación Miraflores

4.2.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

a. Cálculo del diseño agronómico

Se obtuvo información básica como: infraestructura de riego actual, acciones de operación y mantenimiento, las características del terreno, vegetación, topografía, abastecimiento de agua y la climatología.

i Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Se calculó la evapotranspiración de referencia por el método de Penman Monteith con el modelo Cropwat, a partir de datos de 42 años (periodo 1972 al 2014) obtenidos en la estación meteorológica de Miraflores. Ver figura 16

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith Mensual' software window. The input fields are: País: PERU-PIURA, Estación: MIRAFLORES, Altitud: 30 m., Latitud: 5.16 °S, and Longitud: 80.61 °W. Below the inputs is a table with 8 columns: Month, Temp Min (°C), Temp Max (°C), Humidity (%), Wind (m/s), Sun (horas), Rad (MJ/m²/día), and ETo (mm/día). The table contains monthly data from January to December, with an 'Average' row at the bottom. The 'Rad' and 'ETo' columns are highlighted in yellow.

Month	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidity %	Wind m/s	Sun horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
January	21.8	33.2	66	3.8	6.6	19.7	5.83
February	22.9	34.0	66	3.5	6.2	19.4	5.85
March	22.6	34.0	67	3.4	6.8	20.2	5.84
April	21.3	32.6	68	3.7	7.4	20.0	5.62
May	19.4	30.3	71	3.7	7.1	18.2	4.82
June	18.1	28.4	74	3.4	6.3	16.3	4.02
July	17.1	27.6	74	3.4	6.3	16.6	3.96
August	17.0	27.8	74	3.7	6.6	18.2	4.29
September	17.0	28.8	72	4.0	7.3	20.4	4.90
October	17.7	29.5	71	3.9	7.2	20.8	5.11
November	18.1	30.2	70	4.0	7.4	21.0	5.31
December	19.9	31.8	68	4.0	7.3	20.6	5.62
Average	19.4	30.7	70	3.7	6.9	19.3	5.10

Figura 16:Calculo de la evapotranspiración con referencia

Fuente: Tomado de Software Cropwat

ii Coeficientes del jardín

Martin et al. (2010), indica los coeficientes para especies de jardín, que se consideró como referencia para el cálculo. El coeficiente de densidad K_d está en función del tipo de especie presente en el jardín, en vista que existe una distribución mixta de especies que se van actualizando cada temporada a excepción de los árboles, en el caso de árboles se considerará un valor de $K_d = 1,0$. Similarmente para el caso de herbáceas y flores al tener una densidad alta el valor es de $K_d=1,1$. Para las demás especies se considera un porcentaje de suelo sombreado entre el 60% y el 100% equivalente a $K_d=1$. En el caso del coeficiente de microclima K_m , al tener zonas cercanas a infraestructuras, zonas áridas y tener el clima desértico, se estiman unas condiciones de microclima altas para el parque, por tanto, $K_m=1.1$, tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Resultados del coeficiente del jardín

Tipo de vegetación	Coeficiente de jardín (Kj)			
	Ke	Kd	Km	Kj
Arboles	0.50	1.00	1.10	0.55
Arbustos	0.50	1.00	1.10	0.55
Herbáceas y flores	0.60	1.10	1.10	0.73
Tapizantes	0.50	1.00	1.10	0.55
Césped	0.90	1.00	1.10	0.99

Como resultado obtenemos un coeficiente de jardín (Kj) de 0.55, 0.55, 0.73, 0.55, 0.99 para los árboles, arbustos, herbáceas, flores, tapizantes y césped respectivamente. Siendo el césped la cobertura de mayor demanda y la que se encuentra en mayor extensión.

iii Evapotranspiración real de cobertura vegetal

La evapotranspiración real se determinó por el múltiplo del coeficiente del jardín y la evapotranspiración de referencia. Se calculó la evapotranspiración del parque y, para fines de diseño, se consideró el máximo requerimiento hídrico correspondiente al mes de febrero, resultando ser el césped el que tiene mayor consumo de agua, ver la Tabla 8.

Tabla 8: Evapotranspiración del parque por tipo de vegetación, mes Febrero

Tipo de vegetación	Kj	ETo (mmdía-1)	ETp (mmdía-1)
Arboles	0.55	5.85	3.22
Arbustos	0.55	5.85	3.22
Herbáceas y flores	0.73	5.85	4.25
Tapizantes	0.55	5.85	3.22
Césped	0.99	5.85	5.79

Del grupo de cobertura vegetal se observa que el césped tiene mayores necesidades netas, seguido de las herbáceas, flores, árboles, arbustos y finalmente los tapizantes.

iv Cálculo de la demanda de agua

Al no haber precipitación efectiva ni aporte capilar, las necesidades netas fueron iguales a los valores de la evapotranspiración real. Las necesidades brutas del jardín se calcularon a partir de las necesidades netas y la eficiencia de riego del sistema.

v Eficiencia de riego

Según Martin et al. (2010), se consideró la eficiencia para el riego por goteo en 85%, en cuanto al riego por aspersión se consideró una eficiencia de 75%. Se calculó las necesidades brutas de las plantas y, para fines de diseño, se consideró las especies que ocupan la mayor superficie dentro de los jardines, correspondientes al césped, tapizantes. Ver la Tabla 9.

Tabla 9: Lamina de riego del parque por tipo de vegetación, mes Febrero

Tipo de vegetación	ETp (mmdía-1)	Eficiencia de riego	Lamina de Riego (mm/día)
Arboles	3.22	90%	3.58
Tapizantes	3.22	90%	3.58
Césped	5.79	75%	7.72

vi Cálculo de la demanda de volumen de agua mensual

Se calculó la demanda mensual a partir de la lámina de riego diaria, el marco de plantación y el porcentaje de cobertura, para efecto del cálculo se consideró 100%. Ver tabla 10.

Tabla 10: Volumen de riego del parque por tipo de vegetación, mes Febrero

Tipo de vegetación	Lamina de Riego (mm/día)	Volumen de Riego (l/m2-día)	Marco de plantación o área (m2)	Volumen de Riego (l/día)
Arboles	3.58	3.58	2968.36	10611.89
Tapizantes	3.58	3.58	5976.61	21366.38
Césped	7.72	7.72	925.00	7142.85

vii Cálculo del gasto por concepto de compra de agua

Se tomo como referencia el volumen calculado, en máxima demanda hídrica, con la finalidad de hacer el cálculo de gastos máximos, y con la información obtenida por parte de la cotización de compra de agua en cisterna, podemos proyectar el gasto mensual. Ver tabla 11.

Tabla 11: Gasto mensual de agua en cisterna, mes Febrero

Volumen de Riego (l/día)	Volumen de Riego (m3/día)	Costo de agua en cisterna (S/. /m3)	Gasto diario de agua en cisterna (S/.)	Gasto mensual de agua en cisterna (S/.)
39121.12	39.12	7.97	311.60	8724.79

4.2.3 PROYECCION DE DEMANDA Y GASTO

Se realizo la proyección de habilitación de parques a ejecutar en el 2019, así como su respectivo gasto.

b. Proyección de áreas proyectadas

De acuerdo con lo coordinado con la Gerencia de Obra, se estimó las áreas correspondientes a parques y jardines a ejecutar durante el 2019.

c. Proyección de demanda de agua de riego

Con la proyección de áreas de parques a instalar, se procedió a calcular la demanda de agua de riego diario para cada especie vegetativa, Tapizantes (ver tabla 12)., árboles (ver tabla 13) y césped (ver tabla 14), para efectos del cálculo uso la lámina de riego de cada mes.

d. Proyección de gasto por concepto de compra de agua

Con el volumen mensual proyectado, se calculó el gasto mensual por concepto de compra de agua en cisterna. Ver tabla 15.

Tabla 12: Volumen mensual de riego proyectado del parque para tipo de tapizantes.

DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ETO(mm/dia)	5.83	5.85	5.84	5.62	4.82	4.02	3.96	4.29	4.90	5.11	5.31	5.62
Kc (Areas Verdes - Paisajismo)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Evapotranspiracion de Cultivo-ETC	3.21	3.22	3.21	3.09	2.65	2.21	2.18	2.36	2.70	2.81	2.92	3.09
Eficiencia de riego	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Lamina de Riego (mm/dia)	3.56	3.58	3.57	3.43	2.95	2.46	2.42	2.62	2.99	3.12	3.25	3.43
Volumen de Riego (l/m2-dia)	3.56	3.58	3.57	3.43	2.95	2.46	2.42	2.62	2.99	3.12	3.25	3.43
Area de Riego (m2)	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73	10014.73
Volumen de Riego (l/dia)	35680.26	35802.66	35741.46	34395.03	29498.94	24602.85	24235.65	26255.28	29988.55	31273.78	32497.80	34395.03
Dias a la Semana	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Demanda Semanal (l/m2)	24.94	25.03	24.98	24.04	20.62	17.20	16.94	18.35	20.96	21.86	22.72	24.04
Demanda Total Semanal (m3)	249.76	250.62	250.19	240.77	206.49	172.22	169.65	183.79	209.92	218.92	227.48	240.77
Demanda Total Mensual(m3)	1106.09	1002.47	1107.99	1031.85	914.47	738.09	751.31	813.91	899.66	969.49	974.93	1066.25

Tabla 13: Volumen mensual de riego proyectado del parque para tipo de árboles.

DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ETO(mm/dia)	5.83	5.85	5.84	5.62	4.82	4.02	3.96	4.29	4.90	5.11	5.31	5.62
Kc (Areas Verdes - Paisajismo)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Evapotranspiracion de Cultivo-ETC	3.21	3.22	3.21	3.09	2.65	2.21	2.18	2.36	2.70	2.81	2.92	3.09
Eficiencia de riego	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Lamina de Riego (mm/dia)	3.56	3.58	3.57	3.43	2.95	2.46	2.42	2.62	2.99	3.12	3.25	3.43
Volumen de Riego (l/m2-dia)	3.56	3.58	3.57	3.43	2.95	2.46	2.42	2.62	2.99	3.12	3.25	3.43
Area de Riego (m2)	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36	2968.36
Volumen de Riego (l/dia)	10575.61	10611.89	10593.75	10194.67	8743.47	7292.27	7183.43	7782.05	8888.59	9269.53	9632.33	10194.67
Dias a la Semana	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Demanda Semanal (l/m2)	24.94	25.03	24.98	24.04	20.62	17.20	16.94	18.35	20.96	21.86	22.72	24.04
Demanda Total Semanal (m3)	74.03	74.28	74.16	71.36	61.20	51.05	50.28	54.47	62.22	64.89	67.43	71.36
Demanda Total Mensual(m3)	327.84	297.13	328.41	305.84	271.05	218.77	222.69	241.24	266.66	287.36	288.97	316.03

Tabla 14: Volumen mensual de riego del parque para tipo de césped.

DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ETO(mm/dia)	5.83	5.85	5.84	5.62	4.82	4.02	3.96	4.29	4.90	5.11	5.31	5.62
Kc (Areas Verdes - Paisajismo)	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Evapotranspiracion de Cultivo-ETC	5.77	5.79	5.78	5.56	4.77	3.98	3.92	4.25	4.85	5.06	5.26	5.56
Eficiencia de riego	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Lamina de Riego (mm/dia)	7.70	7.72	7.71	7.42	6.36	5.31	5.23	5.66	6.47	6.75	7.01	7.42
Volumen de Riego (l/m2-dia)	7.70	7.72	7.71	7.42	6.36	5.31	5.23	5.66	6.47	6.75	7.01	7.42
Area de Riego (m2)	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88	6096.88
Volumen de Riego (l/dia)	46919.15	47080.11	46999.63	45229.09	38790.79	32352.48	31869.61	34525.41	39434.62	41124.67	42734.25	45229.09
Dias a la Semana	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Demanda Semanal (l/m2)	53.87	54.05	53.96	51.93	44.54	37.14	36.59	39.64	45.28	47.22	49.06	51.93
Demanda Total Semanal (m3)	328.43	329.56	329.00	316.60	271.54	226.47	223.09	241.68	276.04	287.87	299.14	316.60
Demanda Total Mensual(m3)	1454.49	1318.24	1456.99	1356.87	1202.51	970.57	987.96	1070.29	1183.04	1274.86	1282.03	1402.10

Tabla 15: Gasto proyectado por concepto de compra de agua en cisterna para riego de los parques

ESPECIE VEGETATIVA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Tapizantes	S/ 8,809.99	S/ 7,984.71	S/ 8,825.10	S/ 8,218.69	S/ 7,283.73	S/ 5,878.85	S/ 5,984.14	S/ 6,482.82	S/ 7,165.76	S/ 7,721.96	S/ 7,765.35	S/ 8,492.65
Arboles	S/ 2,611.28	S/ 2,366.66	S/ 2,615.76	S/ 2,436.02	S/ 2,158.89	S/ 1,742.49	S/ 1,773.70	S/ 1,921.50	S/ 2,123.93	S/ 2,288.79	S/ 2,301.64	S/ 2,517.22
Cesped	S/ 11,585.04	S/ 10,499.81	S/ 11,604.91	S/ 10,807.49	S/ 9,578.03	S/ 7,730.63	S/ 7,869.09	S/ 8,524.84	S/ 9,422.90	S/ 10,154.30	S/ 10,211.35	S/ 11,167.74
Gasto Total Proyectado	S/ 23,006.31	S/ 20,851.18	S/ 23,045.77	S/ 21,462.20	S/ 19,020.65	S/ 15,351.97	S/ 15,626.93	S/ 16,929.17	S/ 18,712.60	S/ 20,165.05	S/ 20,278.34	S/ 22,177.61

4.2.4 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En el cargo del Área de Riego, con la responsabilidad de mantener las áreas verdes instaladas, para efectos de la venta comercial de la habilitación urbana, mientras se encuentra en proceso la gestión para la obtención del permiso por parte del ANA para uso del agua del Rio Curumuy para riego de verdes, se tiene que optimizar los gastos operativos por concepto de mantenimiento de áreas verdes.

Se plantea los siguientes puntos de análisis,

- ✓ En vista que el desarrollo del proyecto se ejecuta por Etapas, se vio la necesidad de habilitar un reservorio que permitiera movilizarse en función del avance de la habilitación urbana.
- ✓ Con la finalidad de optimizar los gastos operativos por concepto de mantenimiento de áreas verdes, siendo los más elevados el de compra de agua en cisterna, se debe de plantear una alternativa con la finalidad de disminuir el volumen de agua en cisterna consumida.

4.2.5 PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIA

Con los puntos de análisis se presentados, se planteó las siguientes estrategias:

- ✓ Habilidadación de reservorios móviles llamado comercialmente geotanques, contruidos de geomembrana HDPE, interconectados entre sí. Estos geotanques tienen la finalidad de ser el punto de abastecimiento del agua de cisterna lo que vendría a ser la segunda estrategia,
- ✓ La captación de aguas de laguna de oxidación, con la finalidad de disminuir el volumen de agua adquirida en cisterna. Se planteo utilizar el agua residual en mezcla con agua de cisterna, y para el control de metales pesados y olores fétidos se cultivó lirios acuáticos para la lixiviación de estos en los reservorios.

4.2.6 ETAPA DE DISEÑO

RESERVORIO MOVILES

El tema propuesto en el trabajo monográfico consta de tres etapas: diseño, instalación y evaluación del sistema de reservorios móviles. En cada una de estas se emplearon distintas técnicas, procedimientos y materiales. En el Cuadro 3 se muestra a detalle las etapas del trabajo según la secuencia cronológica con las que se realizaron.

En la etapa de diseño, la primera etapa del trabajo, se recopiló información de campo y teórica para poder realizar el diseño del sistema de reservorios móviles. Terminado el diseño se realizó el metrado de los materiales que se emplearon en el sistema para elaborar un presupuesto. La etapa concluyó con la elaboración de un cronograma de las actividades de la siguiente etapa del trabajo monográfico.

a. Recopilación de información

Se hizo el recorrido de campo en donde se pudo apreciar que la topografía del terreno no presenta desnivel de terreno considerable. Se ubicó el canal de la laguna de oxidación, y el punto de captación de la toma del canal. Ver figura 17.



Figura 17: Canal de la laguna de oxidación.

En la zona dónde irían los geotanques se consideró un área de destinado a un parque que no sería ejecutado en el año 2019, esto con la finalidad de que posteriormente los reservorios puedan ser movidos del lugar conforme al avance de obra.

Al considerarse un sistema provisional de abastecimiento, se priorizo materiales y equipos que se tenían en almacenes de otros proyectos, como es el caso del equipo de bombeo.

Con lo mencionado anteriormente, el presente trabajo considera el diseño, instalación y evaluación del sistema de reservorios móviles, obra de captación y la red de abastecimiento desde la captación del canal de oxidación.

En el ANEXO 1 se muestra una imagen satelital con la ubicación de la red de abastecimiento de agua que se instaló para tener una mejor perspectiva.

i Levantamiento topográfico del área de estudio

Antes de comenzar con el diseño del sistema de reservorios móviles se realizó el levantamiento topográfico de la zona, desde la toma de captación de aguas servidas hasta la zona a instalar los reservorios, con el objetivo de obtener el plano con curvas de nivel. Para realizar el levantamiento se organizó una cuadrilla topográfica, compuesta por un topógrafo y dos ayudantes, personal propio de la Empresa. Se inicio con el levantamiento topográfico del área de influencia de la obra de captación, la zona por donde se trazará la línea de distribución desde la obra de captación hasta la zona destinada para la ubicación de los reservorios.

ii Trazado del área a trabajar dentro del plano topográfico

Con el plano de levantamiento topográfico, se procedió a ubicar según las cotas de terreno, la obra de captación, la línea de conducción de aguas tratadas, y el área de los reservorios. La diferencia de altura entre el punto de captación y la zona de reservorios es de 3.4m.

A continuación, se procedió a trazar la línea de conducción de la red de abastecimiento en el plano topográfico. La red comienza en la caja de captación

de la toma del canal de la laguna de oxidación, donde se coloca el equipo de bombeo y se dirige hacia el sistema de reservorios móviles.

El sistema de reservorios móviles se ubicó en el área destinada al parque N°06, este parque no está incluido en la proyección de parques a instalar durante el año.

iii Plano topográfico

En el ANEXO 2 se muestra el plano topográfico con la ubicación de los de reservorios móviles, y la red de conducción del canal de laguna de oxidación.

Como se mencionó, la red captara agua desde la obra de captación a los reservorios, al presentar no mayor pendiente, se optó que la red de abastecimiento de material HDPE sea instalada a nivel de terreno.

Para la obra de captación se consideró que este por debajo de la cota de la base del canal, con la finalidad de captar el agua por gravedad. La diferencia de cotas entre ambos puntos es 0.5m

b. Diseño de la obra de captación.

Para la obra de captación de aguas tratadas, se consideró dos cámaras, en una de ellas, recibiría directamente el agua del canal por gravedad y compartía con la segunda mediante rebose. El equipo de bombeo captaba agua de la segunda cámara. De esta manera la mayor cantidad de sedimentación quedaba en la primera cámara y se reduce la cantidad de sedimentos que contiene el agua en la segunda cámara, con la finalidad que al bombear el agua y se produzca un menor desgaste en el equipo.

c. Diseño de equipo de bombeo

Como se mencionó anteriormente, para el este bombeo del canal se tiene una motobomba en el proyecto. Es una motobomba gasolinera de 13hp.

d. Diseño de la red de abastecimiento de agua de canal

El equipo de bombeo de la red de abastecimiento se instaló sobre la obra de captación. En el plano topográfico se ubican la red de conducción de agua de canal a los reservorios.

e. Diseño de los de reservorios móviles.

Para el diseño de reservorios móviles se consideró los geotanques de capacidad de 40m³, por su fácil maniobrabilidad, para el montaje como desmontaje.

Para el diseño del sistema, se analizaron datos calculados como el volumen de la demanda de riego y la frecuencia de abastecimiento.

Los geotanques estarán interconectados entre sí, la conexión es por la base, de esta forma el llenado de todos los geotanques será por vasos comunicantes a través de tuberías de PVC de 6", En el diseño se consideró un geotanque de captación, su función es de sedimentador, lo cual, esta se comunicaba con el resto mediante un tubo de rebose. En el ANEXO 3 se muestra el diseño de la distribución del sistema de reservorio móviles.

f. Metrado los materiales empleados en el proyecto

Luego del diseño de la red de abastecimiento, se metro los materiales que se obtuvieron de este, tales como las tuberías y accesorios. El metrado se presentó en ítems los cuales agrupaban un conjunto de materiales. En cada ítem se mostró el número de unidades de cada tipo de material para posteriormente elaborar el presupuesto de la red de abastecimiento. En el ANEXO 4 se muestra el metrado de los materiales. empleados en la red de abastecimiento.

g. Presupuesto a partir de los metrados obtenidos

A continuación, se empezó a cotizar los materiales de la lista de metrados para obtener los precios unitarios de estos y poder elaborar un presupuesto de la obra de captación, red de conducción y reservorios móviles. Los materiales se cotizaron

con proveedores nacionales. Se presento el presupuesto en Nuevos Soles sin IGV y en Dólares Americanos incluido IGV, exportado de s10.

En el ANEXO 5 se muestra el presupuesto que se le presentó a la Gerencia de Obra, el cual posteriormente fue aprobado por ellos.

h. Cronograma de actividades - diagrama de Gantt

Una vez aprobado el presupuesto se elaboró un cronograma de las actividades que se iban a realizar durante la instalación de la red de abastecimiento con la finalidad de programar las labores en un tiempo determinado y evitar atrasos que trajeran como consecuencia sobrecostos. El cronograma se elaboró gráficamente mediante un diagrama de Gantt, para lo cual se utilizó el software Microsoft Excel. En el ANEXO 6 se muestra el diagrama de Gantt de las actividades realizadas durante la instalación de la red de abastecimiento. Al momento de realizar el diagrama se dividió las actividades en 3 grupos:

- ✓ Habilitación de obra de captación.
- ✓ Instalación de red de conducción de agua de canal
- ✓ Habilitación de sistema de reservorios móviles

4.2.7

ETAPA DE INSTALACIÓN

La segunda etapa del tema presentado en el trabajo monográfico comenzó con la compra y traslado a campo de los materiales de la red de abastecimiento. En esta etapa se instaló las tuberías, accesorios, el equipo de bombeo. Simultáneamente con la instalación de estos materiales se fueron construyendo las obras civiles que requerían. Con los componentes del sistema ya instalados se procedió a hacer la prueba y regulación de este para su posterior entrega. Para la realización de esta etapa se contó con las siguientes brigadas:

- ✓ **Brigada de Topografía**, encargada del levantamiento topográfico, nivelación de terreno, replanteo y marcado de trazos.
- ✓ **Brigada de habilitación Urbana**, encargada de la habilitación de la obra de captación.

- ✓ **Brigada de Riego**, encargada de la habilitación de los reservorios móviles y red de conducción.

a. Compra, suministro y traslado a campo de los materiales

Fue muy importante determinar los tiempos de llegada de los materiales a campo una vez que se ponían las órdenes de compra a los proveedores pues en función a estos tiempos se programaron las actividades de instalación. De esta manera se evitó que se paralizaran las actividades por falta de materiales, lo cual hubiera generado como resultado sobrecostos. Los materiales fueron comprados a proveedores nacionales. Estos se compraron en Lima y se trasladaron al proyecto ubicado en Piura a través de agencia de envío de transporte de mercancía. Ver figura 18.



Figura 18: Recojo de materiales de la Agencia Marvisur-Piura.

Otro factor importante que se determinó durante la compra de los materiales fue si el proveedor tenía estos en stock o si los iba a fabricar a partir de la orden de compra, pues según esto variaba el tiempo de llegada al proyecto. Los geotanques se fabricaban a partir de la orden de compra.

b. Replanteo y marcado de terreno

Para el marcado de las zanjas se contó con la brigada de topografía, que nos apoyó al inicio con levantamiento topográfico. Las actividades que se realizaron fueron:

- ✓ El topógrafo delimito el trazo de la obra de captación, el trazo de la toma desde el canal a la caja de captación.
- ✓ Trazado de la red de conducción de la caja de captación hacia los reservorios móviles.
- ✓ Trazado del perímetro del parque N^o06, lugar donde irán los geotanque. Ver figura 19.
- ✓ Nivelación de terreno en zona a instalar los reservorios móviles.
- ✓ Trazado de la red de interconexión de los reservorios móviles.



Figura 19: Trazo de área en donde irán los geotanques.

Para ello el topógrafo utilizó el plano de diseño para ubicar ciertos puntos en campo que le permitieron realizar el trazo. Luego empezó a marcar con yeso usando como referencia la línea de estacas y un pabilo.

c. Obra de captación

Con el trazo marcado en campo, se procedió con la habilitación de la obra de captación. Las dimensiones de la caja son de 5x2x1.5m. Esta labor se realizó con el apoyo del área de habilitación urbana. Ver figura 20.

Esta caja de captación consiste en dos cámaras:

- La primera cámara se abastecerá del agua del canal de oxidación. El objetivo de esta cámara es hacer es cumplir la función de sedimentador. Se comunicará con la segunda cámara a través de rebose.
- La segunda cámara se interconecta a la primera cámara a través de rebose, esta recibirá el agua con la menor cantidad de sedimentos. Esto con la finalidad de evitar el mayor desgaste posible del equipo de bombeo. De esta cámara se bombeará el agua residual mediante la motobomba hacia los reservorios móviles.



Figura 20: Habilitación de caja de captación

La diferencia de altura entre la base del canal y el techo de la caja es de 0.5m, por esta razón la captación se hizo por gravedad. Para esta la interconexión se instaló tres metros de tubería PVC 110mm desde la base del canal hasta la parte superior de la primera cámara de captación.

d. Red de conducción de agua de canal

En esta etapa se instaló las tuberías de HDPE de 110mm, desde la toma de la caja de captación hasta los reservorios móviles, las mangueras de HDPE fueron instaladas a nivel de terreno con la excepción de realizar una zanja de poca

profundidad para el cruce de una vía carrozable, para lo cual, se utilizó la retroexcavadora para dicha labor.

La instalación de las mangueras consistió en desenrollar las mangueras a nivel de terreno para luego así interconectarlas mediante accesorios de compresión de 110mm. Ver figura 21.



Figura 21: Desenrollado de manguera HDPE

Para la instalación de los accesorios de compresión, se desenrosca el racor hasta que se vean 3-4 roscas. Corte el tubo en escuadra y quite las virutas del corte. Después de preparar correctamente el extremo del tubo, desmontar el accesorio. Seguidamente, deslizar por el tubo todos los componentes internos: la tuerca, el cono de fijación, el casquillo de prensa y la junta tórica. Presionar el tubo hacia el interior del accesorio hasta que alcance el tope. Colocar la junta tórica y el casquillo de prensa en su asiento específico. Desplazar el cono de fijación en el accesorio. Deslizar la tuerca sobre el cono de fijación y apretar con la herramienta adecuada para completar la instalación.

e. Reservorios móviles

Una vez realizado el marcado del área a trabajar, se procedió con la limpieza del terreno, replanteo del área para realizar la nivelación, marcado de los trazos y posterior zanja para las tuberías de interconexión, instalación de tuberías de PVC y posteriormente los propios geotanques.

i Limpieza de terreno

En el área instalar los geotanques se visualizó presencia de vegetación principalmente arbustiva por tal motivo se contrató a la empresa Ancajima por el servicio de retroexcavadora, para la limpieza del terreno. para ello se contó con el apoyo de la retroexcavadora que limpio toda presencia de arbustos y malezas presentes en el terreno.

ii Nivelación de terreno

Una vez realizado la limpieza de vegetación y maleza de la zona a trabajar, se procedió al replanteo de la zona a instalar, para luego posteriormente proceder con el nivelado del terreno, para lo cual se contó con el apoyo de la brigada de topografía, (ver figura 22) que colocaron puntos de nivel en el terreno. Con el apoyo de la maquinaria se procedió a perfilar el terreno conforme hasta la cota determinada.



Figura 22: Nivelación de área a instalar de reservorios móviles.

iii Marcado y excavación de las zanjas

Con el terreno nivelado, la brigada de topografía procedió a marcar de acuerdo con el diseño (ver ANEXO 3) con yeso, el trazo para las tuberías de la interconexión de los reservorios móviles.

Realizado el trazo de las tuberías, se procedió a realizar la zanja de 0.5m con el servicio de la retroexcavadora.

iv Instalación de las tuberías de interconexión

En esta etapa se instaló las tuberías de PVC que conformaban las interconexiones de cada uno de los reservorios móviles. Las redes de interconexión se instalaron en zanjas independientes. La instalación considero tuberías de PVC tipo SP (simple presión), es decir que sus accesorios son para pegar, para la conexión de la red con los reservorios, se utilizaron bridas con tornillos autoperforantes punta de broca.

Los accesorios y válvulas se instalaron conforme se avanzaba con la instalación de las tuberías de PVC, para ello se utilizó cordel como nivel, con la finalidad que los accesorios estén alineados. Ver Figura 23.



Figura 23: Instalación de tubería de interconexión.

Los tipos de accesorios y/o válvulas que se instaló fueron los siguientes:

- **Codos.** Se instalaron en los cambios de dirección de las tuberías. Para este tipo de conexión se consideró del tipo SP (simple presión) para su conexión se utilizó pegamento para tubería PVC.
- **Tees.** Se instalaron en los puntos de las interconexiones que interconecta directamente a la base del geotanque. Las tees tenían conexión del tipo SP (simple presión) para su conexión se utilizó pegamento para tubería PVC

- **Válvula compuerta tipo lufflex HD.** Se colocó una para controlar el flujo de agua entre los geotanques y otra se colocó para la limpieza de la tubería de interconexión.

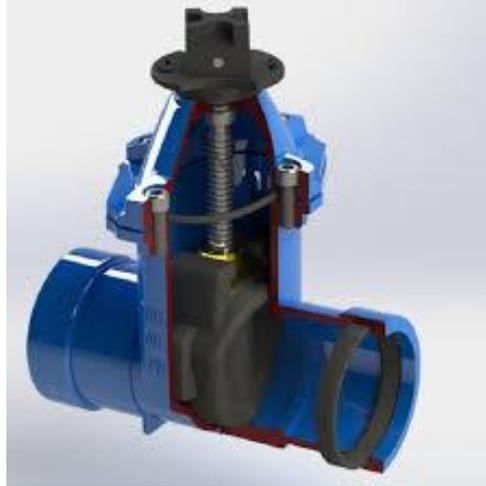


Figura 24: Válvula compuerta tipo lufflex HD.

- **Brida tipo ANSI.** Se colocaron en la conexión de la tubería y los geotanques.

v Caja de registro.

Se habilitó una caja de registro con fines de mantenimiento de la red de interconexión. Se colocó una válvula compuerta tipo Lufflex para el control de la salida de fluido cuando se haga mantenimiento de la red. El producto de la limpieza se derivará a la caja de registro.

vi Tapado de las zanjas de las interconexiones

Después que se instaló las tuberías, accesorios y válvulas de la red, se procedió a tapar las zanjas donde estaban instaladas. El tapado se realizó por tramos conforme se avanzaba con la instalación de la red. Para esta labor se realizó el tapado de las zanjas con la retroexcavadora.

La retroexcavadora tapaba las zanjas con una capa de arena hasta 20 cm por encima de la parte superior de las tuberías. De esta forma se aseguró que piedras u otros elementos pesados no chocaran directamente contra la superficie de las

tuberías mientras se tapaba la zanja, evitando así que estas se rompieran. Luego de haber sido tapada la zanja con arena, la retroexcavadora utilizaba el material excavado para tapar la zanja hasta el nivel del terreno. Finalmente, con ayuda del cargador frontal de la retroexcavadora se compactó la superficie de la zanja para evitar que quedaran espacios vacíos. Ver figura 25.



Figura 25: Tapado de la tubería de interconexión

vii Instalación de los reservorios móviles.

Se procedió a realizar la conexión de los reservorios, en primer lugar, se instaló la malla cuadrada de metal de ¼” alrededor de la circunferencia, como en la figura 26.



Figura 26: Instalación del primer geotanque.

Una vez instalada la malla, se procede a instalar la geomembrana, para asegurar en el borde superior de malla de metal, para ello se coloca tubería HDPE de 32mm cortada por la mitad, ver figura 27. En la base se conecta las bridas de las tuberías con la brida de la base de los geotanques, para la interconexión de los reservorios.



Figura 27: Instalación del primer geotanque.

Para culminar se colocó palos de eucalipto de 1” para dar soporte a la estructura de los reservorios. En total se instalaron seis reservorios.

Para dar protección de los reservorios de los efectos del clima, se habilito un tinglado a base de palos de eucalipto y malla raschell, cubriendo toda el área de los reservorios, por último, se colocó arboles de huaranguay cada 3 metros en los laterales de los reservorios, para efecto del beneficio visual. Ver figura 28



Figura 28: Instalación del sistema de geotanques.

viii Instalación de equipo de bombeo

El equipo de bombeo que se tenía en obra es una motobomba gasolinera Honda 13hp. En el ANEXO 7 se muestra la ficha técnica de la motobomba.

Esta motobomba se instaló en el punto de captación de aguas tratadas. Para la succión se utilizó manguera corrugada flexible con válvula check tipo canastilla, y para la descarga se conectó a la red de conducción. Ver figura 29



Figura 29: Bombeo del agua del canal de oxidación.

4.2.8 OPERACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE RESERVORIOS MOVILES.

Culminado las instalaciones de los geotanques, la red de conducción y la obra de captación, se procedió con el bombeo de las aguas tratadas, mediante la motobomba. Para ello, se derivó el agua de canal a través de la tubería que conecta a la primera cámara, y por rebose conecta a la segunda cámara del cual se succiona la motobomba.

El agua de canal llega al primer geotanque que tiene la función de sedimentador, su interconexión con los demás geotanques es mediante rebose por un tubo vertical. El modo de cómo se abastece los reservorios es a través de vasos comunicantes, por lo tanto, al momento de abastecer, todos tendrán el mismo nivel de agua.

El agua residual tratada era diluida en proporciones iguales con agua de cisterna (proveniente de agua de río), esta mezcla se realizaba en los reservorios móviles, con la finalidad de aminorar la concentración de sólidos, la disminución de hedor, para el riego de los parques y jardines.



Figura 30: Llenado de geotanques con agua de cisterna.

4.2.9 HABILITACIÓN DE LIRIO ACUÁTICO EN GEOTANQUES.

Se reviso bibliografía acerca del uso de los lirios acuáticos en la lixiviación de metales pesados presentes en aguas tratadas residuales, como el Hierro, Cromo y Plomo, que son perjudiciales para las plantas.

Se recolecto alrededor de 50 lirios acuáticos del Rio Chira en Sullana, para cultivarlos en los reservorios móviles. Se coloco en el primer reservorio (sedimentador), donde se acumulan la mayor cantidad de sedimentos. Ver figura 31.



Figura 31: Implementación de lirios en reservorios.

4.3 ETAPA DE EVALUACIÓN

En la tercera etapa del tema del trabajo monográfico se procedió a recopilar resultados obtenidos durante la operación de los reservorios en un periodo que permitiera evaluar su funcionamiento en el tiempo. Luego se procesó y analizó estos resultados para obtener conclusiones a partir de ellos.

4.3.1 RESULTADOS

a. Reducción de uso de viajes en cisterna.

Se cubrió la demanda diaria de riego, regando con aguas residuales tratadas mezclando con agua de cisterna en proporciones iguales, de esta manera se redujo en un 50% el consumo de agua con cisterna, cubriéndose el resto con aguas residuales tratadas.

b. Infraestructura de montaje móvil

Los reservorios móviles o geotanques, de acuerdo a sus características, son de rápido desmontaje, al no llevar anclajes al suelo o concreto. Esto permite que puedan ser trasladados a otra ubicación del proyecto según el avance de la habilitación urbana, y de acuerdo a la necesidad de los trabajos de campo.

c. Mayor capacidad de almacenamiento.

Con seis reservorios móviles instalados de capacidad de 40 m³ cada uno, se puede tener una capacidad de almacén de agua para riego de 240 m³, que cubriría la demanda hasta 2 días, dando la posibilidad que se pueda abastecer hacia los reservorios móviles de manera interdiaria.

d. Uso de lirios acuáticos

Se utilizaron los lirios acuáticos para la lixiviación de los metales pesados como son el hierro, cromo y plomo; estos elementos son dañinos para las plantas. También se observó que al implementar lirios acuáticos en los geotanques se disminuyó el hedor, olor propio de las aguas tratadas.

e. Reducción de gasto por concepto de mantenimiento de áreas verdes

Al disminuir la dotación de viajes de cisterna también se disminuyó el gasto realizado para pago de estos servicios. Ver tabla 16

Tabla 16: Gasto por riego solo con cisterna (izquierda) y Gasto por riego con cisterna reducida a la mitad más aguas residuales (derecha)

Gasto Total Proyectado	CISTERNA	Gasto Total Proyectado	CISTERNA	RESERVORIOS
ENERO	S/ 23,006.31	ENERO	S/ 11,503.15	S/ 91,575.92
FEBRERO	S/ 20,851.18	FEBRERO	S/ 10,425.59	
MARZO	S/ 23,045.77	MARZO	S/ 11,522.89	
ABRIL	S/ 21,462.20	ABRIL	S/ 10,731.10	
MAYO	S/ 19,020.65	MAYO	S/ 9,510.33	
JUNIO	S/ 15,351.97	JUNIO	S/ 7,675.98	
JULIO	S/ 15,626.93	JULIO	S/ 7,813.46	
AGOSTO	S/ 16,929.17	AGOSTO	S/ 8,464.59	
SEPTIEMBRE	S/ 18,712.60	SEPTIEMBRE	S/ 9,356.30	
OCTUBRE	S/ 20,165.05	OCTUBRE	S/ 10,082.52	
NOVIEMBRE	S/ 20,278.34	NOVIEMBRE	S/ 10,139.17	
DICIEMBRE	S/ 22,177.61	DICIEMBRE	S/ 11,088.80	
TOTAL	S/ 236,627.77	TOTAL	S/ 209,889.81	

En la tabla derecha se observa que el gasto por uso de cisterna reducido a la mitad más el costo de la instalación de los reservorios es menor que el gasto proyectado por concepto de uso de agua de cisterna al 100% durante un año, por lo tanto se puede decir que se ha optimizado el gasto por uso de agua, y que el ahorro generado cubre el costo proyectado por concepto de instalación de los reservorios.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se expuso el diseño e instalación y evaluación del sistema de reservorios móviles como abastecimiento de agua para riego de 1.9 hectáreas de parques y jardines para el proyecto de habilitación urbana alto Piura.
- Se explicó la optimización del costo anual por concepto de mantenimiento de áreas verdes. Para ser más exactos, el gasto disminuyo directamente proporcional al uso del servicio de agua en cisterna, al disminuir en un 50% su uso, en su lugar se utilizó aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes.
- La demanda hídrica proyectada en periodo de máxima demanda es 93.49 m³ por día, se concluye desde el punto de vista actual, la capacidad de almacenamiento de los reservorios móviles es de 240m³, esto significa que tenemos abastecimiento de agua para riego para dos días, el tercer día se bombea, se abastece los reservorios, mientras se cumple con la dotación de riego diaria hacia las áreas verdes del proyecto de acuerdo a la demanda proyectada.
- El método de Kj proporciona a los responsables de la jardinería y del riego una estimación de la cantidad de agua necesaria para mantener un jardín de calidad aceptable. Este método sirve como referencia práctica para desarrollar sistemas de riegos efectivos eficientes.
- Se describió el uso de aguas tratadas residuales para riego mediante la lixiviación de los lirios acuáticos y la mezcla en proporciones iguales con agua de río (cisterna), concluyéndose, mediante la observación que el olor propio de las aguas residuales, disminuyo su intensidad con el cultivo de los lirios en los reservorios móviles.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se debe programar las actividades de instalación en función a los tiempos de llegada de los materiales a campo. Así se evitará tiempos muertos durante la instalación que traerán como consecuencia sobrecostos.
- Para la toma de muestra de agua residual en los reservorios, se debería de contar con un equipo que pueda contabilizar el pH, sedimentos presentes, Conductividad eléctrica, temperatura, datos que nos brindaría una verificación exacta de la lixiviación que realizan los lirios a través de su zona radicular.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith M. 2006. Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de agua de los cultivos. Riego y Drenaje. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 323 p.
- Bunnefeld, N; Nicholson, E; Milner-Gulland, E. 2017. Decision-Making in Conservation and Natural Resource Management. Cambridge University Press. 275p.
- Carrión, C; Ponce-de León, C; Cram, S; Sommer, I; Hernández, M; Vanegas, C. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. Revista Agrociencia, 46(6), pág. 609-620. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/302/30224486007.pdf>
- Castillo-Araya, J. G. (1990). El uso del lirio acuático *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas residuales. Revista Tecnología En Marcha. 10(3). pág. 23-28. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2605
- Hernández, I; Aldana-Mar, F; Ramírez-Lezama, G; Morales-Cabrera, M; Rios-Velasco, L. (2015). Lixiviación de metales pesados (Fe, Cr) utilizando el Lirio Acuático (*Eichhornia crassipes*), en aguas residuales. Revista de Sistemas Experimentales. 2(2). pág. 88-93. Disponible en: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol2num2/Sistemas_Experimentales_V2_N2_5.pdf
- J.R, Clark; Laurence, R; Costello, N; Mayheny, P. (octubre, 1995). Estimación de las necesidades hídricas de las plantas de jardín. Revista Horticultura. 117-127. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1995_108_117_127.pdf

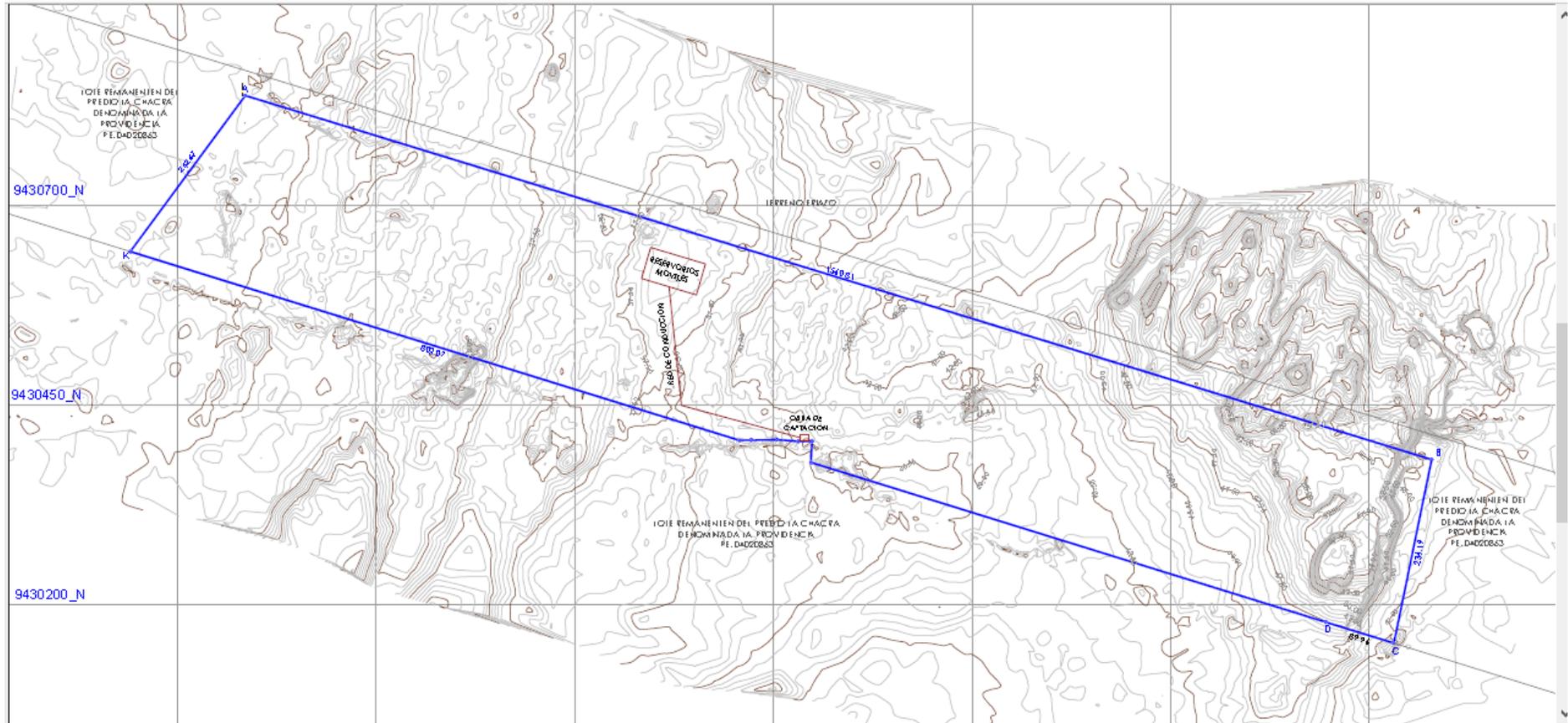
- Martin, R.; Ávila, R.; Yruela, M.; Plaza, R.; Navas.; Fernández, R. .2010. Manual de riego de jardines. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca. Ediciones Ilustres S.L. Córdoba, España. 261 p
- Moratiel, R. 2017. Riego en cultivos: fundamentos y manejo. 194 p. 1 Ed.
- Muncharaz, M. (2017). Uso eficiente del agua en jardinería. Consultado jul. 27 del 2020, Disponible en: <https://studylib.es/doc/4767504/uso-eficiente-del-agua-en-jardiner%C3%ADa->
- Muncharaz, M. (2013). Proyecto y diseño de áreas verdes. Consultado ago. 10 del 2020, Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=mftRAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=mucharaz+riego&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjWpJCr0JvrAhVmCrkGHexSCQgQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=agua%20residual&f=false>
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 2004. Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIXE%202004.%20Dise%C3%B1o%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf
- Ortiz, G. 2006. El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable. Disponible: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2611_C.pdf
- Tarjuelo, M. B-J. 2005. El riego por aspersión y su tecnología 580 p. 3 Ed.
- UCCE (University of California Cooperative Extension). 2000. A Guide To Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California. EE. UU, California. 160p.

VII. ANEXOS

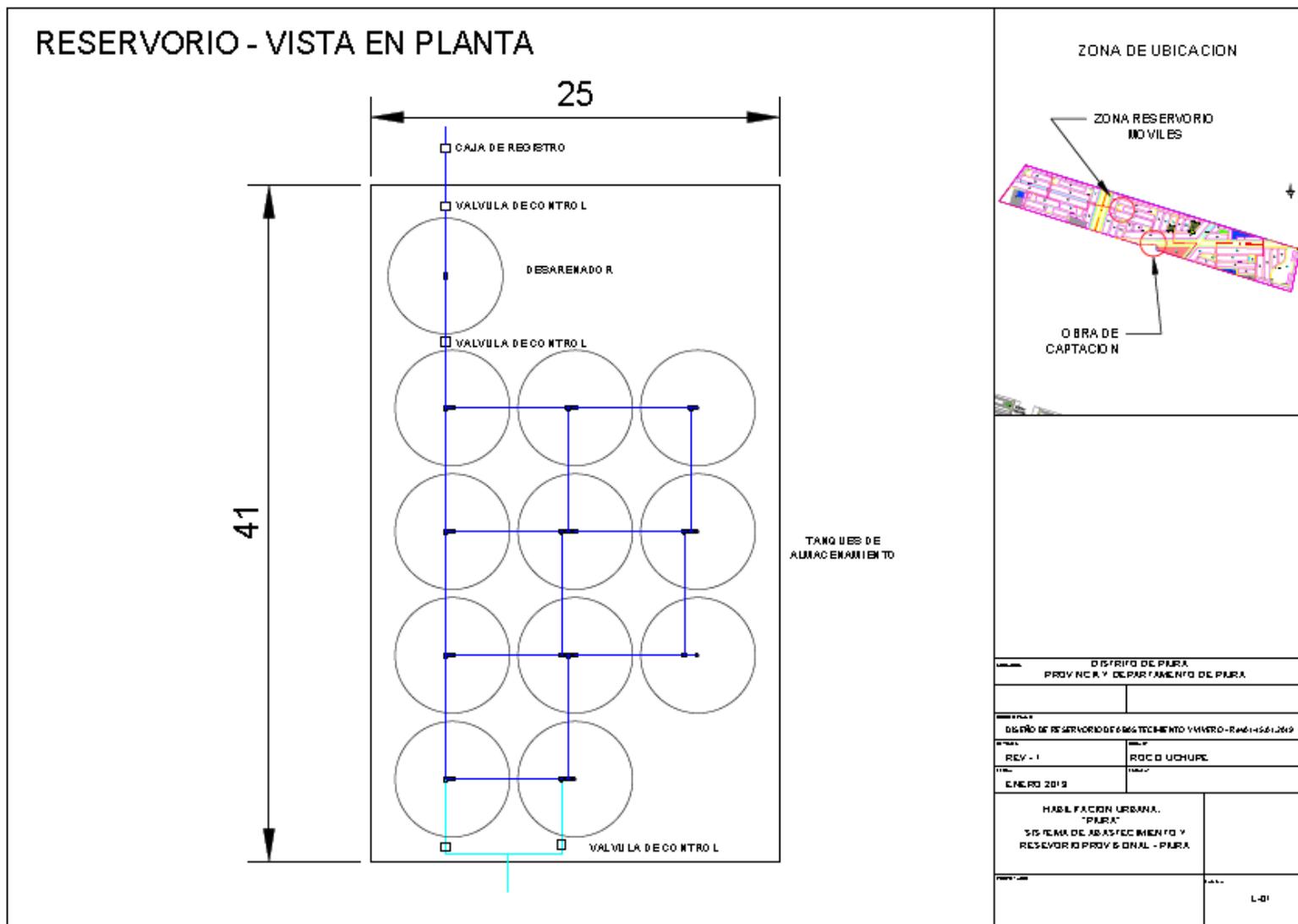
ANEXO 1: Imagen satelital de la ubicación de punto de captación, red de conducción, y reservorios móviles.



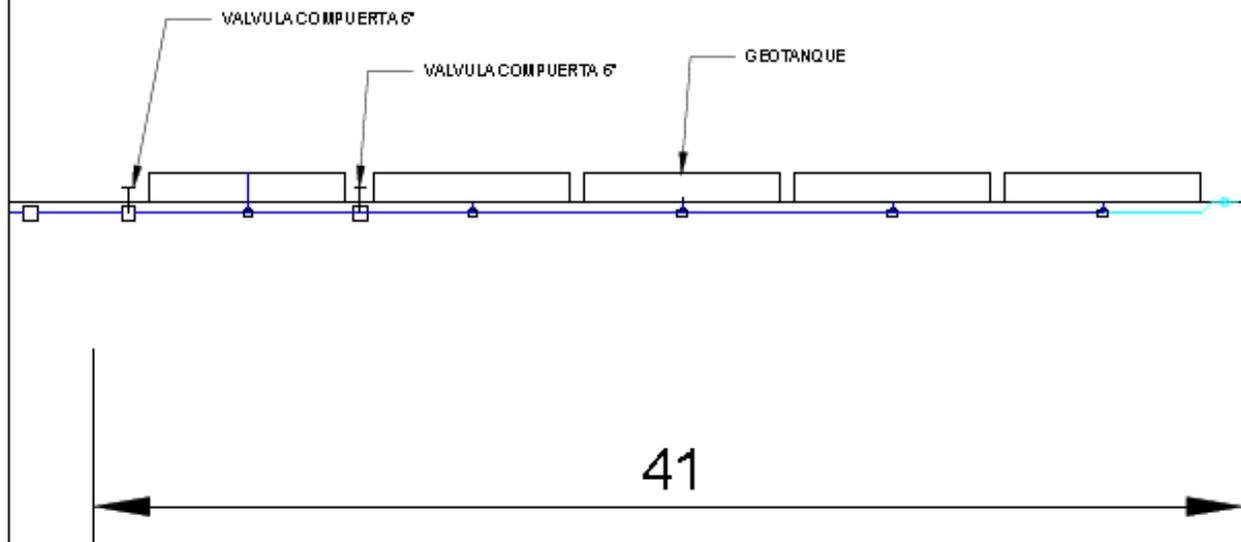
ANEXO 2: Plano topográfico con la ubicación de los de reservorios móviles, y la red de conducción del canal de laguna de oxidación



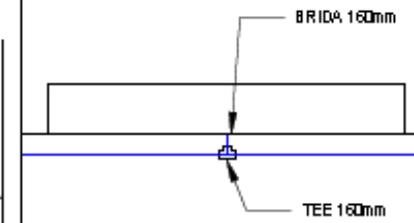
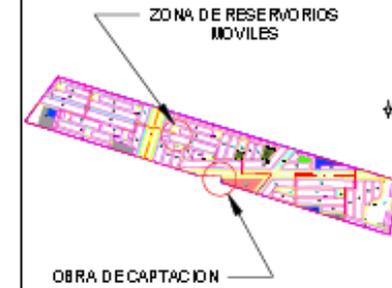
ANEXO 3: Plano de diseño de la distribución del sistema de reservorio móviles.



RESERVORIO - VISTA PERFIL



ZONA DE UBICACION



DISTRITO DE PUURA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DEL PUURA	
DISEÑO DE RESERVORIO DE ABASTECIMIENTO V-MERO-R-46-561.269	
REV - 1	ROC IO UCHIPE
ENERO 2019	
HABILITACION URBANA - "PUURA" SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y RESERVORIO PROVISIONAL - PUURA	
	L-01

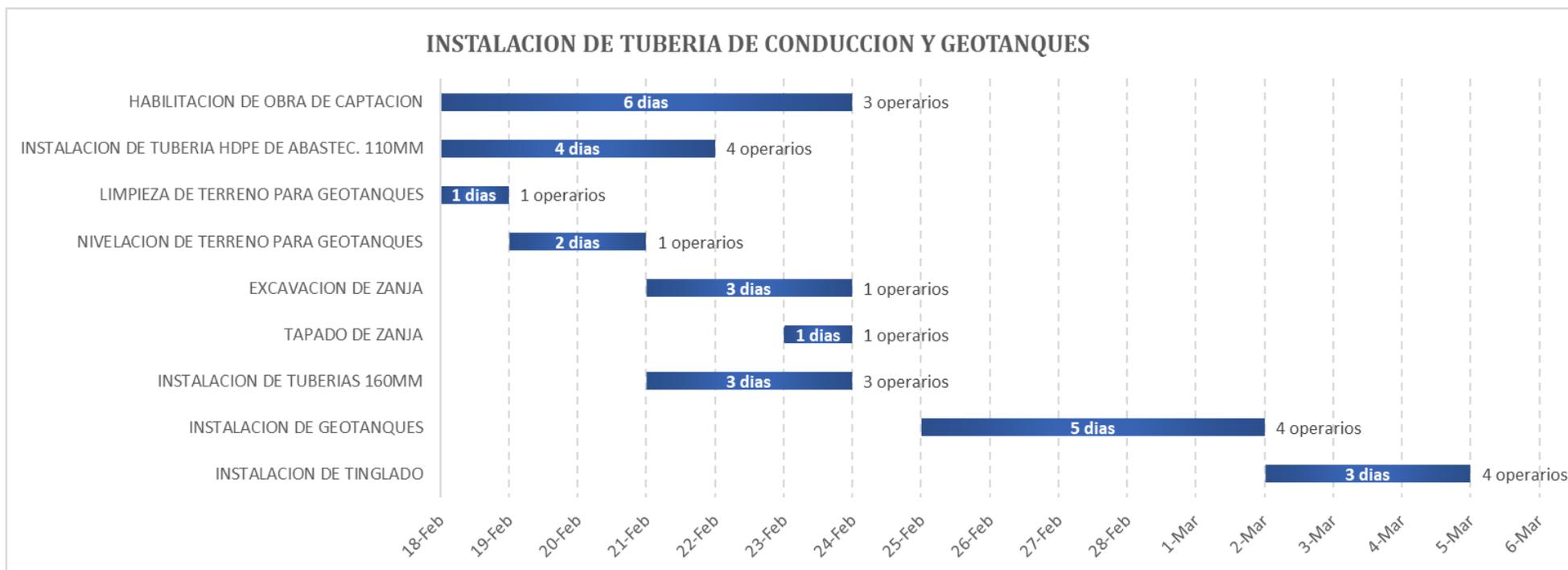
ANEXO 4: Metrado de la instalación de sistema de reservorio móviles.

HOJA DE METRADOS			
ABASTECIMIENTO DE AGUA - RESERVORIO			
Ubicación: Alto Piura			
PARTIDA GENÉRICA:			
N° Part	Descripción	Und.	Cant.
01	ABASTECIMIENTO DE PROVISIONAL DE RIEGO		
01.01	GEOTANQUES CAP. 40M3		
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO S/EQ.	m2	1,025.00
01.01.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	144.90
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.01.02.01	NIVELACION DE TERRENO	m2	77.50
01.03.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQ. TN/TS H=0.50	m	77.50
01.03.01.04	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10m EN ZANJA P/TUB Ø63-110mm	m	77.50
01.03.01.05	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.25
01.01.03	GEOTANQUES		
01.01.03.01	SUMINISTRO DE GEOTANQUES CAP 40M3	und	12.00
01.01.03.02	INSTALACION DE GEOTANQUES CAP 40M3	und	12.00
01.01.04	ACCESORIOS		
01.01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA 160mm PVC UF C-10	m	130.70
01.01.04.02	SUMINISTRO DE TUBERÍA 90 MM PVC UF C-10	m	18.00
01.01.04.03	VALVULA COMPUERTA H°D° 160 mm PN-16	und	2.00
01.01.04.04	BRIDA c/BUJE PVC-SP Ø160mm, PN10 INYECTADO (suministro)	und	17.00
01.01.04.05	TEE PVC-UF Ø160x160mm, PN10 (INYECTADO) (suministro)	und	23.00
01.01.04.06	CODO 160 mm x 90° PVC U.F. C-10	und	4.00
01.01.04.07	REDUCCION PVC UF AGUA CC DN 160 mm - 90 mm	und	2.00
01.01.04.08	SUMINISTRO DE CODO PVC 90MM X 45°	und	4.00
01.01.04.10	VALVULA MARIPOSA 3"	und	2.00
01.01.05	ACCESORIOS		
01.01.05.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA 160 MM PVC UF C-10	m	130.70
01.01.05.02	INSTALACIÓN DE TUBERÍA 90 MM PVC UF C-10	ML	18.00
01.01.05.03	INSTALACION DE ACCESORIOS DE AGUA	und	49.00
01.01.05.04	INSTALACION DE VALVULAS	und	4.00
01.01.06	OBRAS CIVILES		
01.01.06.01	CONSTRUCCION DE CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 0.8 X 0.8 X 0.5	und	1.00
01.01.06.02	DADO DE CONCRETO 30x30x40	und	12.00
1.02	OBRA DE CAPTACION		
01.02.01	OBRA DE CAPTACION		
01.02.01.01	OBRA DE CAPTACION	glb	1.00
01.03	TUBERIA DE CONDUCCION DE AGUA DE RIEGO		
01.03.02	TUBERÍAS		
01.03.02.01	SUMINISTRO DE MATERIALES		
01.03.02.01.01	TUBERÍAS		
01.03.02.01.01.01	SUMINISTRO DE TUBERIA HDPE 110MM PN 10	m	410.00
01.03.02.01.02	ACCESORIOS		
01.03.02.01.02.01	SUMINISTRO de UNIÓN DE COMPRESIÓN HDPE 110x110mm	und	4.00
01.03.02.01.02.02	SUMINISTRO DE CODO DE COMPRESION DE 110mm PN-16	und	2.00
01.03.02.02	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO		
01.03.02.02.01	TUBERIAS		
01.03.02.02.01.01	INSTALACIÓN MANGUERA HDPE 110mm PN10	m	410.00
01.03.02.02.02	ACCESORIOS		
01.03.02.02.02.02	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE HDPE: (TEE, CODO Y REDUCCIONES)	und	6.00
1.04	TINGLADO PARA GEOTANQUES		
01.04.01	TINGLADO PARA GEOTANQUES		
01.04.01.01	TINGLADO PARA GEOTANQUES	glb	1.00

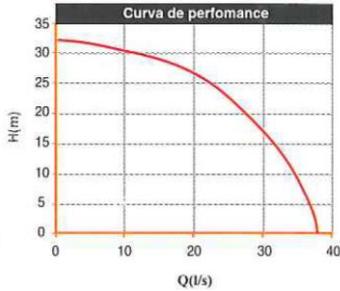
ANEXO 5: Presupuesto de la instalación de sistema de reservorio móviles.

PRESUPUESTO						
PROYECTO :	SAN ANTONIO DE ALTO PIURA					
PRESUPUESTO :	RESERVORIO PROVISIONAL DE RIEGO					
ESPECIALIDAD :	RIEGO					
FECHA :	19/01/2019					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/)	Parcial (S/)	PARCIAL \$ (IGV)
01	ABASTECIMIENTO DE PROVISIONAL DE RIEGO				77,054.85	\$ 27,417.94
01.01	GEOTANQUES CAP. 40M3				65,630.65	
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				4,937.38	
01.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO S/ EQ.	m2	1,025.00	3.31	3,392.75	\$ 1,021.11
01.01.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m	144.90	10.66	1,544.63	\$ 543.82
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,674.72	
01.01.02.01	NIVELACION DE TERRENO	m2	1,025.00	2.47	2,531.75	\$ 871.21
01.03.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS C/EQ. TN/TS H=1.50 75-150 mm	m	77.50	9.15	709.13	\$ 449.35
01.03.01.04	CAMA DE ARENA MANUAL E=0.10m EN ZANJA P/TUB Ø63-110mm	m	77.50	4.41	341.78	\$ 158.35
01.03.01.05	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.25	11.16	92.07	\$ 122.44
01.01.03	GEOTANQUES				45,711.84	
01.01.03.01	SUMINISTRO DE GEOTANQUES CAP 40M3	und	12.00	3,559.32	42,711.84	\$ 15,089.81
01.01.03.02	INSTALACION DE GEOTANQUES CAP 40M3	und	12.00	250.00	3,000.00	\$ 1,059.88
01.01.04	ACCESORIOS				9,461.83	
01.01.04.01	SUMINISTRO DE TUBERÍA 160mm PVC UF C-10	m	130.70	28.35	3,705.35	\$ 1,309.07
01.01.04.02	SUMINISTRO DE TUBERÍA 90 MM PVC UF C-10	m	18.00	8.98	161.64	\$ 57.10
01.01.04.03	VALVULA COMPUERTA HºDº 160 mm PN-16	und	2.00	667.80	1,335.60	\$ 471.86
01.01.04.04	BRIDA c/BUJE PVC-SP Ø160mm, PN10 INYECTADO (suministro)	und	17.00	103.72	1,763.24	\$ 622.94
01.01.04.05	TEE PVC-UF Ø160x160mm, PN10 (INYECTADO) (suministro)	und	23.00	77.96	1,793.08	\$ 633.48
01.01.04.06	CODO 160 mm x 90° PVC U.F. C-10	und	4.00	54.98	219.92	\$ 77.70
01.01.04.07	REDUCCION PVC UF AGUA CC DN 160 mm - 90 mm	und	2.00	50.00	100.00	\$ 35.33
01.01.04.08	SUMINISTRO DE CODO PVC 90MM X 45°	und	4.00	15.25	61.00	\$ 21.55
01.01.04.10	VALVULA MARIPOSA 3"	und	2.00	161.00	322.00	\$ 113.76
01.01.05	ACCESORIOS				1,085.56	
01.01.05.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA 160 MM PVC UF C-10	m	130.70	4.13	539.79	\$ 164.08
01.01.05.02	INSTALACIÓN DE TUBERÍA 90 MM PVC UF C-10	ML	18.00	2.45	44.10	\$ 13.47
01.01.05.03	INSTALACION DE ACCESORIOS DE AGUA	und	49.00	4.63	226.87	\$ 68.51
01.01.05.04	INSTALACION DE VALVULAS	und	4.00	68.70	274.80	\$ 82.98
01.01.06	OBRAS CIVILES				759.32	
01.01.06.01	CONSTRUCCION DE CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 0.8 X 0.8 X 0.5	und	1.00	200.00	200.00	\$ 70.66
01.01.06.02	DADO DE CONCRETO 30x30x40	und	12.00	46.61	559.32	\$ 185.83
1.02	OBRA DE CAPTACION				2,500.00	\$ -
01.02.01	OBRA DE CAPTACION				2,500.00	\$ -
01.02.01.01	OBRA DE CAPTACION	gib	1.00	2500	2,500.00	\$ 883.23
01.03	TUBERIA DE IMPULSION DE AGUA DE RIEGO				7,924.20	
01.03.01	TUBERÍAS				7,924.20	
01.03.02.01	SUMINISTRO DE MATERIALES				6,401.54	
01.03.02.01.01	TUBERÍAS				5,977.80	
01.03.02.01.01.01	SUMINISTRO DE TUBERIA HDPE 110MM PN 10	m	410.00	14.58	5,977.80	\$ 2,616.94
01.03.02.01.02	ACCESORIOS				423.74	
01.03.02.01.02.01	SUMINISTRO de UNIÓN DE COMPRESIÓN HDPE 110x110mm	und	4.00	67.80	271.20	\$ 121.39
01.03.02.01.02.02	SUMINISTRO DE CODO DE COMPRESION DE 110mm PN-16	und	2.00	76.27	152.54	\$ 53.89
01.03.02.02	INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO				1,522.66	
01.03.02.02.01	TUBERIAS				1,422.70	
01.03.02.02.01.01	INSTALACIÓN MANGUERA HDPE 110mm PN10	ML	410.00	3.47	1,422.70	\$ 468.01
01.03.02.02.02	ACCESORIOS				99.96	
01.03.02.02.02.01	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DE HDPE: (TEE, CODO Y REDUCCIO	und	17.00	5.88	99.96	\$ 30.18
1.04	TINGLADO PARA GEOTANQUES				1,000.00	
01.04.01	TINGLADO PARA GEOTANQUES				1,000.00	
01.04.01.01	TINGLADO PARA GEOTANQUES	gib	1.00	1000	1,000.00	\$ 353.29

ANEXO 6: Diagrama de Gantt de actividades para la instalación de reservorios móviles



ANEXO 7: Ficha técnica de la motobomba

FICHA TECNICA															
	MOTOBOMBA		Área: R&RH												
			Ítem nº: Proyecto : ALP												
	Trabajo: Bombeo		Preparado por: RUG												
Ubicación: Canal de aguas tratadas		Hoja: 1/1	Fecha: 16/08/2020												
Denominación: Motobomba Gasolinera			Cantidad: 1												
CONDICIONES DE OPERACIÓN															
Fluido	AGUA														
Caudal (m ³ /h)-(Lps)	54-15														
ADT (mtrs)	27														
CARACTERÍSTICAS BOMBA															
Marca	JOPCO														
Modelo	HJ/4/13C														
Tipo de bomba	CAUDAL														
Material del impulsor/Material eje	CAJA DE ALUMNIO														
Diámetro aspiración	100mm (4")														
Diámetro impulsión	100mm (4")														
CARACTERÍSTICAS MOTOR															
Marca	HONDA														
Modelo	GX 390														
Tipo	GASOLINERO														
Velocidad máxima de giro rodete (rpm)	3600														
Potencia (HP)	13														
Sistema de arranque	Manual														
DIBUJO															
															
CURVA DE RENDIMIENTO															
<p style="text-align: center;">HJ/4/13C</p> <p style="text-align: center;">Curva de performance</p>  <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Approximate data points from the performance curve</caption> <thead> <tr> <th>Flow Rate Q (l/s)</th> <th>Head H (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>33</td></tr> <tr><td>10</td><td>31</td></tr> <tr><td>20</td><td>26</td></tr> <tr><td>30</td><td>15</td></tr> <tr><td>40</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>				Flow Rate Q (l/s)	Head H (m)	0	33	10	31	20	26	30	15	40	0
Flow Rate Q (l/s)	Head H (m)														
0	33														
10	31														
20	26														
30	15														
40	0														