



**“PROYECTO DE RECIRCULACIÓN DE AGUAS PARA
LAGUNA ORNAMENTAL DEL PARQUE REPÚBLICA DE
BRASIL, COMUNA DE LA GRANJA, SANTIAGO DE CHILE.”**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Felipe Andrés Fuentes Rojas

Profesor Guía:
Alfredo Oyarzun Orellana

Fecha:
Agosto 2021
Santiago, Chile

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios porque me ha dado la fortaleza en cada paso que doy, mostrándome las herramientas para continuar.

A mi familia, quienes me han acompañado a lo largo de mi carrera y me han apoyado incondicionalmente en el logro de esta meta, demostrándome su confianza en este nuevo reto que me he propuesto en la vida, sin dudar de mis capacidades y potencialidades para salir adelante.

Felipe Andrés Fuentes Rojas

SOLO USO ACADÉMICO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios por ser mi guía en este camino profesional, en segundo lugar, a la Universidad Mayor, mi casa de estudios, donde me he formado todos estos años de manera académica, y a mi familia quienes me han acompañado en todo este proceso representando mi mayor fortaleza.

A todos Gracias.

SOLO USO ACADÉMICO

RESUMEN

La biodiversidad presente en las ciudades, creadas de manera artificial o natural, en los que se tiene contacto con áreas verdes, representa una gran oportunidad de contacto de los ciudadanos con la naturaleza lo que aporta grandes beneficios ambientales y sociales indispensables para la mejora de la calidad de vida y el bienestar en las ciudades. Debido a la importancia de estos lugares desde el punto de vista urbanístico, se hace pertinente, la realización de diferentes estudios tecnológicos en este campo con la finalidad de permitir innovación que aproveche mejor los recursos y los haga amigables con el ambiente.

Es así como, se pretende desarrollar en el presente estudio, un análisis del parque República de Brasil, Comuna de la Granja, Santiago de Chile, donde existe un estancamiento y desaprovechamiento de las aguas de la laguna artificial, Para ello se plantea como objetivo general proponer un sistema de recirculación de aguas de la laguna ornamental y utilización en el riego del parque, donde se existe una gran diversidad arbórea, que no está siendo protegida de la manera adecuada.

Para la realización de la propuesta, se evaluarán diversos aspectos relacionados con: los estudios de los recursos hídricos del parque, los diagnósticos respectivos de la situación de las aguas estancadas en la laguna, el análisis de las características de las diversas especies naturales, y las posibilidades técnicas y económicas de la recirculación de las aguas y su aprovechamiento, para ello se tomarán datos iniciales proporcionados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

La idea de este proyecto, brindar al parque República del Brasil, un modelo sostenible de aprovechamiento de los recursos hídricos para el riego de las plantas y la recirculación de las aguas, evitando la contaminación de las mismas, haciéndolo un referente de modelo sostenible en el área urbana.

Palabras Claves: *Recirculación de aguas; laguna ornamental; agronomía; recursos hídricos; sistema de riego; sustentabilidad.*

SUMMARY

The biodiversity present in cities, created artificially or naturally, in which there is contact with green areas, represents a great opportunity for citizens to contact nature, which provides great environmental and social benefits that are essential for improving the quality of life and well-being in cities and their inhabitants, due to the importance of these places for urban planning, different technological studies are made pertinent in this field in order to allow innovation that makes better use of resources and makes them friendly with the environment.

This is how, in the present study, it is intended to develop an analysis of the República de Brasil park, Comuna de la Granja, Santiago de Chile, where there is stagnation and waste of the waters of the artificial lagoon that is in it, for this The general objective is to propose a system of recirculation of water from the ornamental lagoon and use in the irrigation of the park, where there is a great diversity of trees, not being protected in the necessary way.

To carry out the proposal, various aspects related to the studies of the park's water resources, the respective diagnoses of the situation of stagnant waters in the lagoon, the analysis of the characteristics of the various natural species, and the technical and economic possibilities of water recirculation and its use, for this starting data provided by the Ministry of Housing and Urbanism will be taken.

And the aim of this project is to provide the Republica del Brasil park with a sustainable model for the use of water resources for the irrigation of plants and the recirculation of water, avoiding their contamination, making it a benchmark for a sustainable model in the world. Urban area.

Keywords: *Water recirculation; ornamental lagoon; agronomy; water resources; irrigation system; sustainability.*

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY	v
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	4
3.1 CRISIS HÍDRICA.....	4
3.2 SUSTENTABILIDAD EN PARQUES URBANOS	7
3.3 AIREACIÓN.....	9
3.3.1 Métodos de sistemas de aireación:	10
3.4 DE LA AGRONOMÍA	11
3.5 DESCRIPCIÓN DEL PARQUE.....	13
3.6 CASO BASE DE ESTUDIO.....	17
3.7 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	18
4. METODOLOGÍA	21
4.1 DE LA IMPULSIÓN Y FILTRADO.....	21
4.1.1 Datos generales de la instalación.....	23
4.1.2 Operaciones para el cálculo de la instalación.....	25
4.1.3 Resultado del cálculo y selección de bomba	26
4.1.4 Especificaciones adicionales de instalación.	27
4.2 BASE AGRONÓMICA	28
4.2.1 Superficie objeto de estudio	28
4.2.2 Análisis agronómico.....	30
4.3. MEMORIA DE CALCULO HIDRÁULICA	31
4.3.1 Descripción del Sistema de red hidráulica para impulsión de agua.	31

4.3.2 Normativa técnica.....	32
4.3.3 Características técnicas.....	34
4.3.4 Costos asociados al proyecto.....	36
4.3.5 Normativa.....	37
5.RESULTADOS.....	40
5.1 PRESENTACIÓN CASO “AS BUILT”.....	41
6.ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	43
7.CONCLUSIONES	45
8.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
9.ANEXOS	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema de las áreas de la Sustentabilidad	8
Ilustración 2: Esquema de aireación del agua	11
Ilustración 3: Esquema de etapas de Kc durante la etapa de cultivo	12
Ilustración 4: Valores típicos de K, para diferentes cultivos completamente desarrollados.	13
Ilustración 5: Ubicación Parque República de Brasil	14
Ilustración 6: Parque República de Brasil	15
Ilustración 7: Parque República de Brasil	16
Ilustración 8: Plano inicial Parque República de Brasil vista en planta.....	17
Ilustración 9: Parque República de Brasil Inicio del proyecto.....	19
Ilustración 10: Parque República de Brasil,	21
Ilustración 11: Plano Laguna, versión definitiva	22
Ilustración 12: Altura de impulsión y aspiración	24
Ilustración 13: Parque República de Brasil. Zona de sala de bombas.	25
Ilustración 14: AS BUILT.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen anual de la caída del agua en Chile.	5
Tabla 2. Ranking de estrés hídrico	6
Tabla 3. Distancia de la tubería PVC de impulsión hacia toberas	2323
Tabla 4. Superficies por levantamiento informe	28
Tabla 5. Coeficiente de cultivo	29
Tabla 6. Evapotranspiración 2020 Quinta Normal	29

Tabla 7. Base Agronómica.....	30
Tabla 8. Consumo de agua. Litros, minutos, segundos.....	30
Tabla 9. Volumen de Riego Diario Total.....	31
Tabla 10. Número mínimo de bombas, en función del caudal de diseño (QMP	33
Tabla 11. Clasificación según la presión. PVC.....	34
Tabla 12. Tuberías para el diseño	35
Tabla 12. Presupuesto para el proyecto.....	37

SOLO USO ACADÉMICO

1. INTRODUCCIÓN

Cuando las ciudades comenzaron a industrializarse, los asentamientos urbanos cambiaron drásticamente, expandiéndose cada vez más, desarrollando diversas formas de involucrarse con el paisaje, en muchos casos de manera improvisada, no adaptándose al clima ni al entorno, lo que deriva en un mayor consumo de recursos y desaprovechamiento energético, ya que la mayor parte de estos es no renovable, con lo cual el agua se agota y contamina.

De igual manera, a la creación de estos espacios públicos en los paisajes rurales se le añade la forma de vida de la población que en ella hace vida, que buscan de crear metabolismos lineales, (Conama 2012), que implica que la ciudad consume una serie de recursos y produce unos residuos que hay que tratar. no considerando todos los ciclos de vida que en ella convergen, generando residuos que no son incorporados nuevamente en la cadena de valor del ciclo. A todos estos problemas se suma, el que no se han considerado los ciclos de la materia y energía, por lo tanto, se crea una ciudad que sigue un modelo de metabolismo lineal, que genera residuos que no se vuelven a incorporar en la cadena de valor.

En este sentido, en la actualidad, se presenta como una posibilidad la reutilización de los recursos en estos espacios, siendo una opción el aprovechamiento del agua mediante la tecnología para un mejor monitoreo y control constante de los factores químicos y sanitarios del agua, la reutilización de ésta para otros aspectos como el riego, produciendo nuevas formas de ajardinamiento en fachadas y espacios públicos.

Los desarrollos alternativos de sitios de esparcimiento, parques, y lugares públicos, mediante técnicas innovadoras son cada vez más crecientes en la actualidad, en la cual hay una expansión, donde diferentes empresas desarrollan diversos sistemas constructivos alternativos, invirtiendo en la investigación de tecnologías innovadoras que mejoran estos sistemas.

De allí, que se haya observado en las últimas décadas un desarrollo acelerado de sistemas de recirculación de aguas en fuentes, lagunas, parques y espacios públicos

generando una cultura de cuidado ambiental y aprovechamiento de los recursos, mediante la reutilización del agua, donde, de acuerdo a lo que asegura Urbano (2020) en estos sistemas el agua de desecho está cargada con subproductos metabólicos que se pueden reutilizar para crear una purificación biológica y física reutilizándola en más de un 90 %.

Es así como, en la presente investigación se pretende proponer un sistema de recirculación de aguas de la laguna ornamental y utilización en el riego del parque República de Brasil, Comuna de la Granja, Santiago de Chile, con la finalidad de aprovechar estas aguas para hacerlas productivas y usarlas en un sistema de riego, no permitiendo su estancamiento procurando un desarrollo sostenible, el cual se basa en consideraciones a largo plazo con un enfoque integrador, mediante la sostenibilidad como una actividad y medición no estática, incorporando aspectos económicos, ambientales y sociales.

En la misma, se ejecutan aspectos como, el análisis de los aspectos hídricos del parque, tipos de plantas y su evaluación agronómica, así como también la valoración técnica y económica del proyecto mediante sus características, tomando en consideración la importancia de la aplicación de estos modos de recirculación de agua que son instalaciones en tierra que tienen por objetivo reducir las necesidades de agua y las emisiones de nutrientes al medio ambiente. Para ello, el agua se recicla y reutiliza constantemente gracias a tratamientos mecánicos y biológicos, dicho proyecto generará al parque República de Brasil el ahorro de agua y la energía, el riguroso control de la calidad del agua, su bajo impacto ambiental, también el riego de las especies arbóreas de la zona.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de recirculación de aguas de la laguna ornamental y utilización en el riego del parque República de Brasil, Comuna de la Granja, Santiago de Chile.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las características hídricas de la Laguna Ornamental del Parque República de Brasil.
2. Evaluar la factibilidad de desarrollar un parque Sustentable en términos de recursos hídricos, para mejor aprovechamiento de estos.
3. Generar una Base agronómica, la cual respalde la optimización de los recursos hídricos que necesita el parque para la mantención de sus especies arbóreas.
4. Analizar de manera técnica y económica el proyecto mediante sus características funcionales aplicables a las necesidades del Parque República de Brasil.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En los antecedentes del proyecto, se hará una revisión bibliográfica de los aspectos que permitirán comprender la situación objeto de estudio, aspectos relacionados con el parque, su creación, ubicación geográfica, la empresa a cargo de su mantenimiento, y la descripción del problema, y el análisis de diversos factores influyentes e intervinientes en la descripción de la situación problemática.

3.1 CRISIS HÍDRICA

El agua, siendo uno de los recursos fundamentales para el ser humano se puede decir que, en promedio hay en la atmósfera terrestre apenas 3 g de agua por cada kilogramo de aire, es decir, que la atmósfera y el océano no están en equilibrio termodinámico, lo que da función al ciclo hidrológico que según Tejada y otros (2018) es:

El conjunto de procesos físicos, químicos e incluso biológicos que intervienen en la circulación del agua por la atmósfera, los cuerpos hídricos superficiales, el suelo y el subsuelo, ya sea en sus fases líquida, gaseosa o de hielo. En otras palabras, es una cadena cuyos eslabones son la evaporación, la condensación, la precipitación, la infiltración y los escurrimientos superficial y subterráneo. (p.175).

En este aspecto, es importante mencionar que, a nivel mundial se ha presentado una escasez de agua, así como también Chile está afrontando una crisis hídrica, que se refleja en los informes anuales emitidos por la Dirección General De Aeronáutica Civil (DGAC), específicamente en el “Informe Anual de Agua Caída” emitido por la estación Quinta Normal, pertenecientes a la DGAC de la división Dirección Meteorológica de Chile – Servicios Climáticos, ubicada en la Región Metropolitana de Chile. Que se desglosa en la tabla que sigue a continuación, donde se observan los años 2017, 2018, 2019 y 2020 con respecto a la cantidad de agua caída (mm), con respecto a los últimos 30 años, donde se observa una disminución considerable, sobre todo en el año 2019, en el Anexo 1 se verá la relación por año:

Resumen Anual de Agua Caída				
Característica	Año de Medición			
	2017	2018	2019	2020
Total Anual (mm)	278.4	151.4	82	187.7
Media (últimos 30 años, mm)	312.5	312.5	312.5	312.5

Tabla 1. Resumen anual de la caída del agua en Chile. Fuente: Elaboración propia con datos de Informe Anual de Agua Caída de la DGAC (2020)

Tal y como lo establece Patricio González, académico de Agroclimatología en la Universidad de Talca, la sequía no es algo nuevo ni pasajero, sino, más bien es un fenómeno que comenzó hace ya más de una década y que ha ido evolucionando en el tiempo y que se acrecentará; “Más que un cambio climático, yo hablaría de una crisis climática que empezó el año 2007 para la zona central de Chile y que nos ha dejado con 13 años de sequía” posteriormente advierte que “Esto es muy difícil que se pueda revertir, es decir, esto se va a ir profundizando de aquí al 2025 en cuanto a sequía, con déficits que van a ir entre 30, 40 a 50 por ciento” (González, 2019).

Sin embargo, no solo la Región Metropolitana está siendo afectada por este fenómeno global, sino también gran parte del territorio nacional está sufriendo las consecuencias del cambio climático, al respecto Emanuelli y otros (2016), manifiestan que, 76% de la superficie de Chile está afectada por sequía, desertificación y suelo degradado, de acuerdo al Sud-Austral Consulting SPA.

Es decir, si Chile consta de un territorio continental de 4.300 Km de extensión, cerca de 3260 km hoy en día se encuentran en estado de sequía, desertificación y/o suelo degradado. Considerando que el desierto de Atacama tiene una extensión de 1600 km aproximadamente, correspondiente al 37 % del territorio chileno, es correcto afirmar que el 38% del suelo continental chileno (excluyendo el desierto de Atacama), a la fecha de 2016 se encontraba en algunas de las situaciones anteriormente expuestas.

De acuerdo a Ferrando (2015), la situación en Chile es preocupante, quien asegura que “Es probable que Santiago pase a una situación desértica o semidesértica. Lo que está ocurriendo se relaciona probablemente con el calentamiento global y no muestra indicios de detenerse”. Por otra parte, Sarricolea, citado de Ferrando (2015) geógrafo de la Universidad de Chile expone: “Hay muchas cifras preliminares de que hace un par de años se hablaba de que el desierto avanzaba 400 metros por año, pero no hay nada concreto” (p.1).

Todos estos antecedentes, muestran un panorama desalentador en torno a la situación actual de país en cuanto a temas de recursos hídricos, ya que, si la situación sigue avanzando a este ritmo, el déficit de agua se verá acrecentado y las napas subterráneas como los glaciares de la Cordillera de los Andes, podrían verse directamente afectadas y disminuir considerablemente los recursos hídricos y agua potable del país.

Asimismo, tal y como expone CPI (2019). Citando al Instituto Mundial de recursos (WRI), por sus siglas en inglés), en el informe emitido sobre escasez de agua a nivel mundial, Chile encabeza el segundo grupo de países con mayor índice de escasez de agua como lo demuestra la siguiente imagen.

 WORLD RESOURCES INSTITUTE National Water Stress Rankings			
EXTREMELY HIGH BASELINE WATER STRESS			
1. Qatar	6. Libya	10. United Arab Emirates	14. Pakistan
2. Israel	7. Kuwait	11. San Marino	15. Turkmenistan
3. Lebanon	8. Saudi Arabia	12. Bahrain	16. Oman
4. Iran	9. Eritrea	13. India	17. Botswana
5. Jordan			
HIGH BASELINE WATER STRESS			
18. Chile	25. Uzbekistan	32. Turkey	39. Niger
19. Cyprus	26. Greece	33. Albania	40. Nepal
20. Yemen	27. Afghanistan	34. Armenia	41. Portugal
21. Andorra	28. Spain	35. Burkina Faso	42. Iraq
22. Morocco	29. Algeria	36. Djibouti	43. Egypt
23. Belgium	30. Tunisia	37. Namibia	44. Italy
24. Mexico	31. Syria	38. Kyrgyzstan	
MEDIUM-HIGH BASELINE WATER STRESS			
45. Thailand	51. Tajikistan	57. Guatemala	63. Lesotho
46. Azerbaijan	52. Macedonia	58. Estonia	64. Denmark
47. Sudan	53. South Korea	59. France	65. Indonesia
48. South Africa	54. Bulgaria	60. Kazakhstan	66. Peru
49. Luxembourg	55. Mongolia	61. Mauritania	67. Venezuela
50. Australia	56. China	62. Germany	68. Cuba
LOW-MEDIUM BASELINE WATER STRESS			
69. North Korea	77. Sri Lanka	85. Ukraine	93. Czech Republic
70. Romania	78. El Salvador	86. Poland	94. Russia
71. United States	79. Tanzania	87. Chad	95. Bolivia
72. Zimbabwe	80. Netherlands	88. Senegal	96. Ethiopia
73. Dominican Republic	81. Ecuador	89. United Kingdom	97. Bosnia and Herzegovina
74. Haiti	82. Lithuania	90. Georgia	98. Swaziland
75. Japan	83. Philippines	91. Nigeria	99. Moldova
76. Angola	84. South Sudan	92. Argentina	100. Somalia

Tabla 2. Ranking de estrés hídrico . Fuente: Vegas (2017). Citando a WRI.

El Ranking global de estrés hídrico, ubica a Chile dentro de los 20 países más afectados en este sentido, específicamente en el puesto n° 18 de 164 países, seis puestos más altos del último informe emitido el año 2015, este informe además señala como las zonas de mayor riesgo a las regiones de Atacama, Antofagasta y Coquimbo, que se ubican dentro del nivel máximo de riesgo (5), por otra parte, comunas como Valparaíso, Tarapacá, O'Higgins, Metropolitana, Maule y Arica, están en niveles de riesgo extremadamente altos, con valores que bordean los 4.95 a 4.08 (CPI, 2019).

3.2 SUSTENTABILIDAD EN PARQUES URBANOS

El desarrollo sostenible es definido por la ONU como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”. (ONU, 2012).

Por otro lado, es posible detectar diferentes áreas de la sustentabilidad como las que siguen a continuación:

1. Ambiental: uso y consumo eficiente y racional de los recursos naturales.
2. Política: políticas de Estado, las cuales deben buscar la sustentabilidad y que garanticen el respeto al medio ambiente y a las personas.
3. Económica: apunta al desarrollo económico, tomando en cuenta el cuidado ambiental y la equidad social.
4. Social: el desarrollo no debe agudizar la pobreza, la exclusión y la desigualdad.



Ilustración 1: Esquema de las áreas de la Sustentabilidad. Fuente: tomado de ONU (2012)

Por otro lado, “La sustentabilidad en parques tiene que ver con aspectos sociales, psicológicos, físicos y económicos. Es una forma de hacer que nuestros recursos naturales puedan ser utilizados a conciencia y sean sostenibles. O sea, que no se permite que se agoten a la par que mejoran la calidad de vida del ciudadano” (Sepulveda, 2018) de aquí nace la gran importancia de generar una sustentabilidad de los recursos que dispone el Parque, en este caso, los recursos hídricos.

De igual forma, la sustentabilidad ambiental de áreas verdes urbanas es definida como “aquella que concilia al menos tres objetivos: la eficiencia ecológica, la equidad social y la eficiencia económica” (Sepulveda, 2018). Entendiendo esto principalmente como la correcta, racional y eficiente administración de los recursos naturales, es una gran alternativa para mejorar la calidad de vida de las personas sin comprometer el bienestar de generaciones futuras. Para poder llevar a cabo esto es necesario fomentar las actividades de reciclaje, utilización de energías renovables, abastecimiento y cuidado de los alimentos, etc. Tanto como para empresas y grandes organizaciones como por cada una de las personas que además pueden generar un gran impacto positivo para sus hijas e hijos.

En este respecto, la misión del Ministerio de Economía es promover la modernización, fortalecer la competitividad de la estructura productiva nacional, el

comportamiento de mercado eficiente y liderado por el sector privado, desarrollar innovaciones tecnológicas y fortalecer las oportunidades económicas. Alcanzar las metas de sostenibilidad, la integración internacional de la economía de un país, la producción nacional e internacional, el desarrollo y los aspectos técnicos nacionales, la unidad del país de origen y su organización y actividades asociadas tanto públicas como privadas.

De igual manera, lograr la fácil gestión del lugar sostenible y crecimiento justo a través del desarrollo de políticas, programas y herramientas. (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2010). Tal como lo presenta el Ministerio de Economía, la sustentabilidad económica busca mantener una estabilidad manteniendo un nivel de producción económica de forma indefinida satisfaciendo las necesidades humanas, pero de misma manera cuidando los recursos naturales presentes para no afectar de forma negativa al ecosistema.

Entendiendo como se caracteriza la sustentabilidad económica se mencionan a continuación los siguientes puntos: Satisfacer necesidades básicas de las personas para procurar una mejor calidad de vida, el cumplimiento de los derechos humanos, donde el estado de derecho se ejerce de forma democrática y una economía que promueve el empleo por medio de educación, de manera innovadora y siendo comprometida con el medio ambiente y su sociedad. Principalmente este proyecto se centra en estas dos áreas de la sustentabilidad tanto ambiental como económica.

3.3 AIREACIÓN.

La aireación es un método para purificar el agua mediante un proceso por el cual se lleva el agua a un contacto íntimo con el aire, esto con el fin de lograr 3 objetivos; aumento del contenido de oxígeno, reducción del contenido de CO₂ y remoción del metano, sulfuro de hidrógeno y otros compuestos orgánicos volátiles responsables de conferirle al agua olor y sabor (Valera, 2012).

Es importante mencionar que, el oxígeno es importante para mantener el equilibrio en ecosistemas acuáticos, por lo que algunos de los problemas que se

presentan ante la ausencia o insuficiencia de oxígeno se pueden detectar de la siguiente forma;

1. Estratificación: cuando las aguas son muy profundas, los rayos de sol no son capaces de penetrar de forma directa a la cota mínima de altura, por lo que el agua se calienta de forma heterogénea. Al suceder esto, el oxígeno queda atrapado en la masa de agua caliente.
2. Acumulación de algas: cuando el nivel de oxígeno es menor al deseado, provoca que no se logre que los restos orgánicos se descompongan y se acumulen en el fondo de la laguna.
3. Malos olores: la formación de algas y coliformes provoca una reacción de putrefacción, lo que libera malos olores.
4. Insectos: la acumulación de algas es el ambiente propicio para que insectos como los mosquitos dejen sus huevos y se desarrollen en torno a la laguna.
5. Bacterias perjudiciales: en aguas estancadas, se propicia el desarrollo de ciertas bacterias que en esas condiciones y a una cierta temperatura, aparecen y se desarrollan a lo largo de la laguna. (Riversa, 2017)

3.3.1 Métodos de sistemas de aireación:

1. Aireadores Difusores: se basan en el efecto Venturi. Estos aireadores consisten en un eje hueco que rota por acción de un motor eléctrico.
2. Aireadores de Paleta: consiste en un eje rotatorio propulsado por un motor eléctrico con una serie de paletas.
3. Aireadores de turbina: existen turbinas lentas con reductor de velocidad y turbinas rápidas con toma directa del motor.
4. Conos de aireación: consiste en un cono invertido sumergido en agua, donde el agua con aire inyectado a través de un difusor es bombeada hacia abajo.
5. Aireadores por gravedad: utilizan la energía liberada cuando el agua pierde altitud al aumentar el área superficial aire-agua, se incrementa la concentración de oxígeno en el agua. Estos son ampliamente usados en acuicultura, debido a

que son de fácil diseño y económicos. Comúnmente se los denomina aireadores de cascada o cataratas. (Valera, 2012)

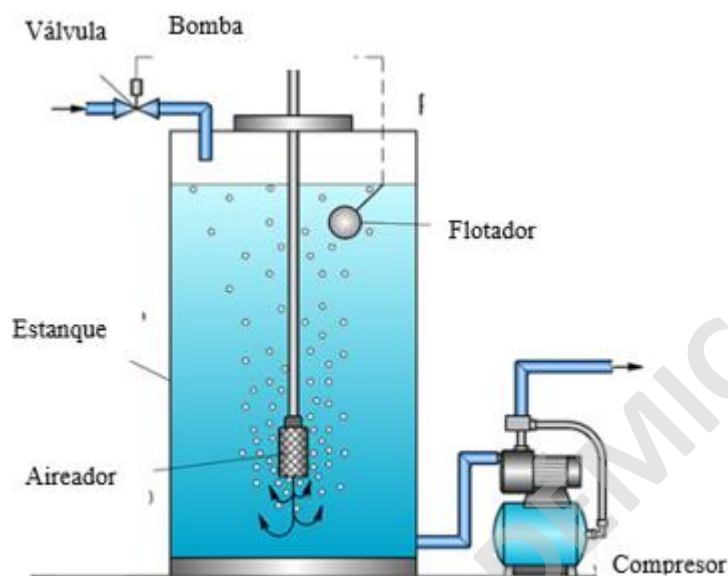


Ilustración 2: Esquema de aireación del agua. Fuente: Dreamstime. (2010)

3.4 DE LA AGRONOMÍA

Para entender cómo funciona una base agronómica, es necesario comprender cuales son los fundamentos o conceptos básicos de la agronomía, la cual es definida como; "Un proceso que aplica la ciencia y la tecnología al uso adecuado de los recursos ecológicos y de la producción agropecuaria, dentro de una estructura social y cultural para satisfacer necesidades de un mercado en continua competencia" (Vivero, 2018).

Para realizar un proyecto de este tipo es necesario realizar un estudio Agronómico para poder determinar con certeza la cantidad de agua necesaria para el correcto cultivo de las especies de interés, en este caso, césped en una vasta área a determinar posteriormente.

El K_c de acuerdo a Portalfrutícola (2016), es un factor que permite calcular el consumo de agua o evapotranspiración real de un cultivo en particular a partir de la

evapotranspiración de referencia, es un factor de suma importancia al momento de realizar este estudio, ya que en base a este factor se determinarán distintos elementos para el resultado final de la Base Agronómica, que tiene como fin determinar la Evapotranspiración de Cultivo (ET_c) de las especies, el cual está definido como “el consumo de agua de una pradera bien abastecida de agua, de 12 cm de altura “(FAO, 2006), también se refleja que cada especie tiene un valor de K_c distinto, según su etapa de crecimiento o formación de estas mismas, las cuales se identifican en 3 etapas, inicial, media y final, tal cual lo muestra el siguiente esquema.

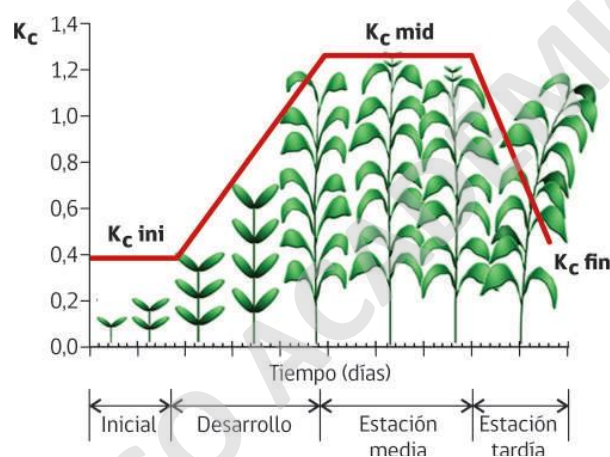


Ilustración 3: Esquema de etapas de K_c durante la etapa de cultivo. Fuente: Riego y Evapotranspiración, INIA. Cifuentes y Muñoz (2019)

Finalmente, se puede determinar el valor de K_c para la especie a estudiar, en este caso césped, como un valor 1.00, valor será ocupado para realizar todos los cálculos necesarios en la base agronómica.

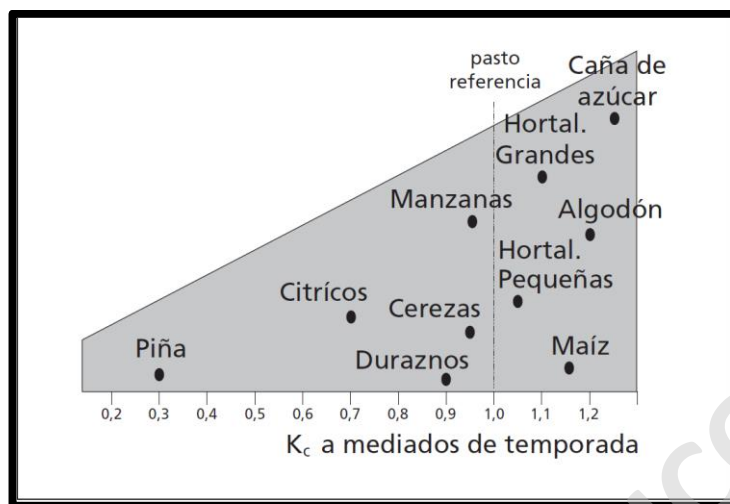


Ilustración 4: Valores típicos de K_c para diferentes cultivos completamente desarrollados. Fuente: Valdivia. (2018).

Los límites superiores representan condiciones de extrema aridez y de velocidad del viento fuerte, mientras los límites inferiores son válidos para condiciones de alta humedad y vientos suaves. Los rangos esperables en los valores de K_c , en respuesta a los cambios de las condiciones climáticas y meteorológicas, son menores en el caso de los cultivos de poca altura, siendo mayores en los cultivos más alto.

3.5 DESCRIPCIÓN DEL PARQUE

El Parque República de Brasil, está ubicado en la Comuna de la Granja, ciudad de Santiago, Región Metropolitana de Chile. Actualmente este parque se encuentra siendo intervenido por la empresa Ingeniería Integral Fray Jorge SA, la cual está a cargo de la ejecución del proyecto “Mejoramiento Parque República de Brasil” en su primera etapa. Esta obra consta de distintas especialidades, tales como, riego, obras sanitarias, electricidad, obras civiles, paisajismo, entre otras.

Fray Jorge. S.A. (2021), se encarga de la mantención de estos parques incluyen todas las áreas de su funcionamiento, es decir: mantención de áreas verdes, infraestructura y edificios, así como la seguridad al interior de estos recintos, ya que estos parques se caracterizan por encontrarse en zonas periféricas de Santiago, insertas

en sectores con un déficit de áreas verdes por habitante y de gran vulnerabilidad social. A continuación, se muestra la ubicación geográfica del parque.



Ilustración 5: Ubicación Parque República de Brasil. Fuente Google Maps

Dentro de todas las actividades realizadas en este proyecto, se encuentra el Proyecto de Recirculación y Almacenamiento de aguas a través de un tranque artificial, con un área intervenida de 4.600 mt² y con una altura de espejo de agua de 0.9 mt.

Este tranque (que se denominará como tranque nuevo), tiene un afluente alimentador, el cuál es llenado mediante un método gravitacional, por medio de canaletas revestidas abiertas, provenientes desde un estanque acumulador de agua ubicado en el sector Sur-Oriente del parque, alimentado a su vez a través de 3 variantes; Medidor de Agua Potable (M.A.P.) proyectado, aguas de canales y un pozo profundo ubicado en el mismo parque.



Ilustración 6: Parque República de Brasil. Fuente: Fray Jorge, S.A. (2021)

Actualmente la crisis hídrica que afecta al país suscita la necesidad de crear metodologías de sustentabilidad en distintas áreas de la ecología en Chile. Por lo que el fin de este proyecto, es originar una condición de sustentabilidad del parque a través de la creación de este proyecto de Recirculación de Almacenamiento de Aguas.

La necesidad de crear una oxigenación a este tranque nuevo proviene del tratamiento de aguas estancadas, para evitar que un sector que es destinado para el uso público (laguna ornamental), se convierta en un hábitat para insectos, macropartículas de coliformes, algas y malos olores. Además, al ser una laguna alimentada por agua proveniente de canales, es necesario crear condiciones de saneamiento de estas mismas aguas.

Por otro lado, a nivel de proyecto, la finalidad de un parque metropolitano es poder habilitar zonas de esparcimiento para los vecinos del sector y de comunas aledañas, por lo que se requiere crear una armonía en el proyecto, generando una combinación armónica entre Arquitectura, Paisajismo, Mobiliario e Ingeniería.



Ilustración 7: Parque República de Brasil. Fuente: Fray Jorge. S.A. (2021)

3.6 CASO BASE DE ESTUDIO

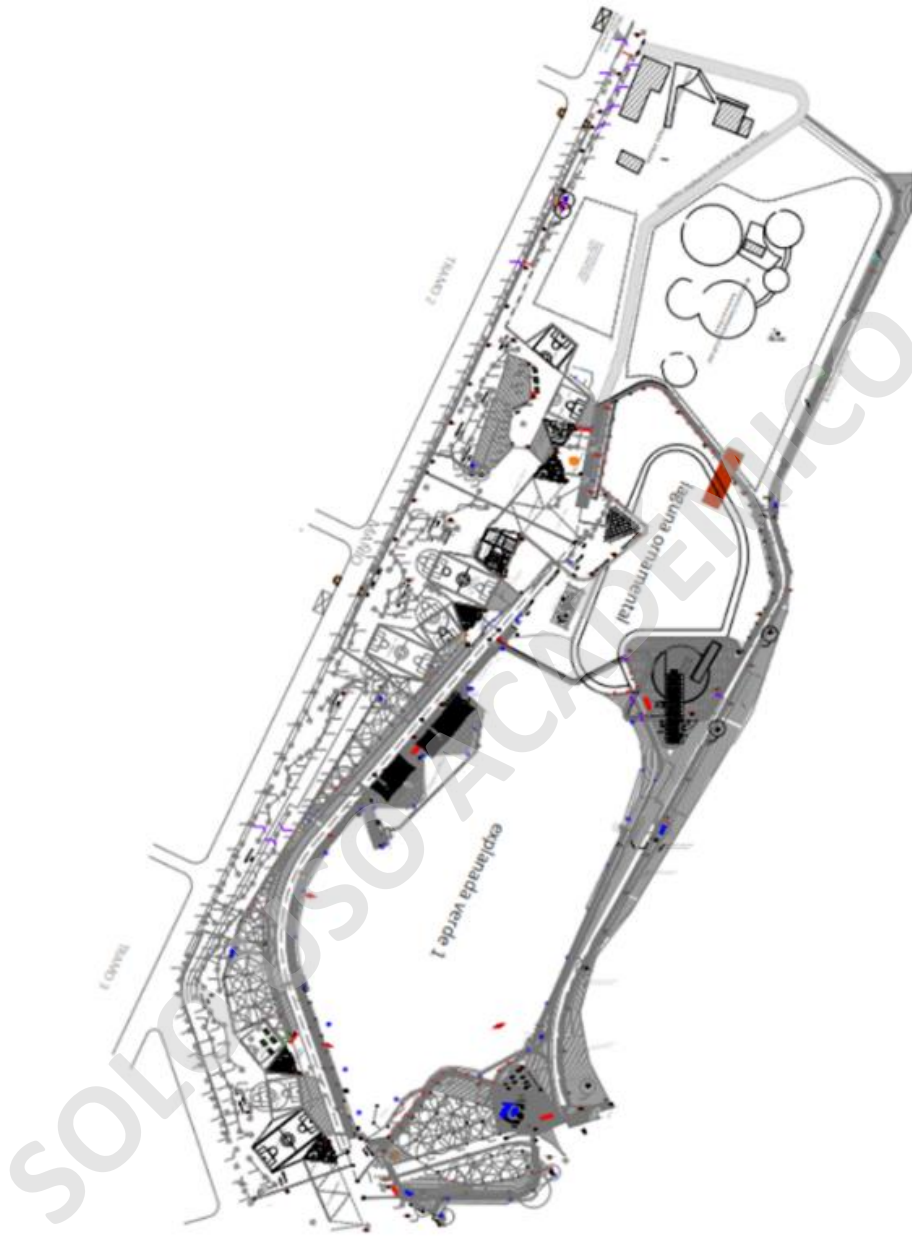


Ilustración 8: Plano inicial Parque República de Brasil vista en planta. Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El primer plano es obtenido mediante la base de datos de planimetría del mandante SERVIU, solicitada en conjunto con la empresa en construcción a cargo Ingeniería Integral Fray Jorge SA. En el cual se puede apreciar que existen dos grandes áreas, la

denominada Explanada verde 1 y Laguna Ornamental, a su vez, se observa que no existe ningún tipo de intervención en la Laguna Ornamental.

En este respecto, la empresa Integral Fray Jorge S.A ha tenido bajo su responsabilidad la mantención de varios parques correspondientes al Programa de Parques Urbanos, dependiente del Parque Metropolitano de Santiago. Estos parques tienen la particularidad de tratarse de vertederos reconvertidos, lo cual, por supuesto, implica un muy positivo impacto para los vecinos del sector. Es el caso del parque André Jarlán, un área de más de 11 hectáreas ubicadas en la comuna de Pedro Aguirre Cerda, en lo que correspondía a un vertedero.

Estos parques, adicionalmente cuentan con elementos como juegos de agua, zona de juegos infantiles y una muy completa infraestructura que incluye excelente iluminación, escaños, basureros, pérgolas, bebederos, entre otros. Adicionalmente, estos recintos cuentan con baños públicos para los visitantes, los cuales se mantienen en excelente estado permanentemente. Un reto permanente en estos parques es el cuidado del aseo, por lo que se pone especial cuidado en la presentación permanente de los parques, lo que en el tiempo se ha reflejado en un mejor comportamiento del público respecto a este aspecto. (FrayJorge, 2021)

3.7 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Como ya se ha mencionado, la crisis hídrica amenaza con secar o disminuir los volúmenes de agua ofrecida por las napas subterráneas, en los últimos años, desde los registros tomados por la estación Quinta Normal (años 2017-2018-2019), los niveles registrados, bajaron en un 75% en términos de mm de agua caída anual. Tal y como se mencionó anteriormente, la crisis hídrica que enfrenta, no solo la Región Metropolitana, sino el país, crea una necesidad de generar sustentabilidad, dándole autonomía a un parque que requiere una disponibilidad de agua inmensa para poder tener las condiciones de riego que se entregan a través de una Base Agronómica.

El gran problema que presenta el proyecto a nivel ingenieril es que, al momento de crear un proyecto de paisajismo, es necesario seguir una secuencia de estudios, la cual parte de la Base Agronómica y del estudio de la disponibilidad y recursos hídricos, para luego generar el proyecto de paisajismo acorde a las condiciones requeridas y no provocar un estrés hídrico acrecentado por no tener las cantidades de aguas para sostener en el tiempo este proyecto. En la ilustración que sigue, se muestran las canalizaciones y el inicio del proyecto.



Ilustración 9: Parque República de Brasil Inicio del proyecto. Fuente: Fray Jorge. S.A. (2021)

Por otro lado, el proyecto “Mejoramiento Parque República de Brasil, etapa 1” no cuenta con un estudio Agronómico, el cual debe contener los valores de K_c de cada especie a plantar o agrupadas por tipo de especies; arbustos, arboles, cubre suelos, etc. Además de un detalle de los m^2 a cubrir, esto con el fin de poder estimar el consumo de agua por especie en cada estación del año, o incluso a nivel Mensual. El K_c es definido como:

“Es el coeficiente de cultivo relacionado con el consumo de agua o evapotranspiración que ocurre en una superficie cultivada y puede ser estimada a partir de datos meteorológicos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad de viento) empleando el modelo de Penman-Monteith sugerido por la Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO).” (Comisión Nacional del Riego, Chile, 2016),

Tampoco cuenta con un estudio de recursos hídricos de la zona, tales como los afluentes naturales del sector, ni los periodos estivales donde se realiza mantención a estos afluentes, sino que se consideró una entrada constante de agua a lo largo del año. Estos estudios son parte de este trabajo y serán desarrollados para una evaluación de las condiciones de sustentabilidad o alternativa efectiva al sistema de riego actual que considera el proyecto.

Finalmente, se puede detectar que la raíz principal del problema de este proyecto fue un error de ingeniería, el cual nunca consideró los problemas y antecedentes anteriormente entregados en este anteproyecto, con el cual se pretende dar una solución, tanto a nivel de ingeniería, sanitarios y de impacto ambiental, para lo cual se cuenta con apoyo de profesionales del área que trabajan en el proyecto. Por otro lado, la construcción de esa laguna ornamental jamás consideró un sistema de vaciado o de evacuación de aguas, por lo que el estancamiento de aguas es inevitable.



Ilustración 10: Parque República de Brasil, Sector norte de la laguna desde muelle de laguna. Fuente: Fray Jorge. S.A. (2021)

4. METODOLOGÍA

En este apartado, se realizarán los estudios pertinentes a la impulsión y filtrado, base agronómica, y memoria de cálculo hidráulica, como parte de la metodología abordada en el presente estudio.

4.1 DE LA IMPULSIÓN Y FILTRADO

En el presente proyecto, se considera la instalación de 2 electrobombas, e propósito de estas bombas es transformar la energía mecánica a hidráulica y poder transportar fluidos de un lugar a otro considerando distintos niveles, alturas y velocidades. De esta forma, gracias a la energía hidráulica el agua puede moverse aun con distintas presiones y a distintas velocidades, teniendo un control por caudal gracias a las

válvulas y a los diámetros de los cilindros que conforman la red de impulsión y transporte de agua.

Seguidamente se muestra el plano entregado por el Ministerio de vivienda y urbanismo, donde se puede observar la ubicación del proyecto.

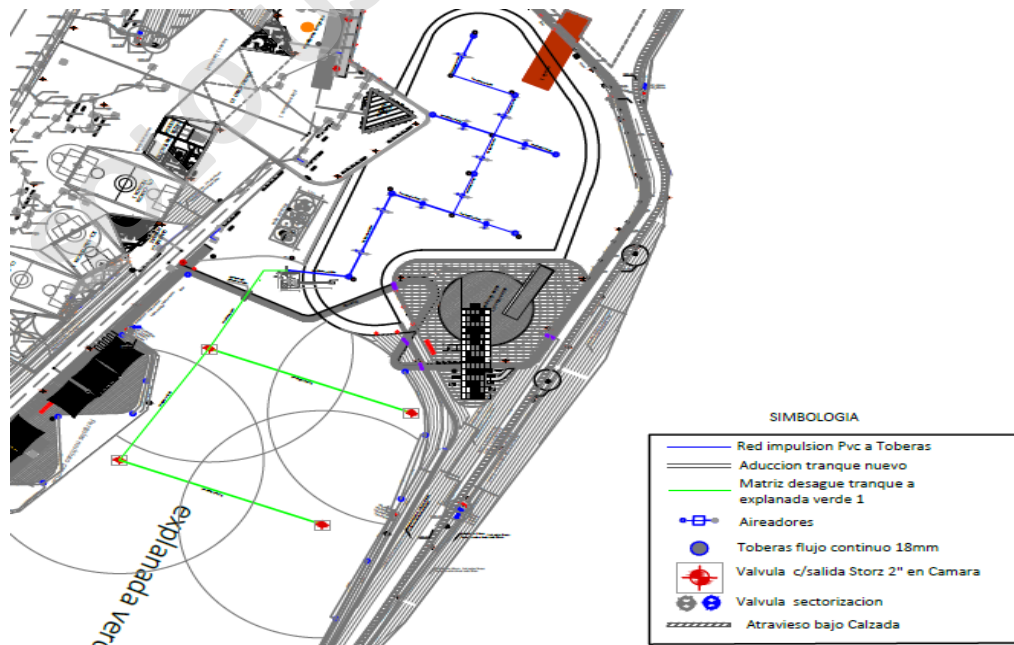
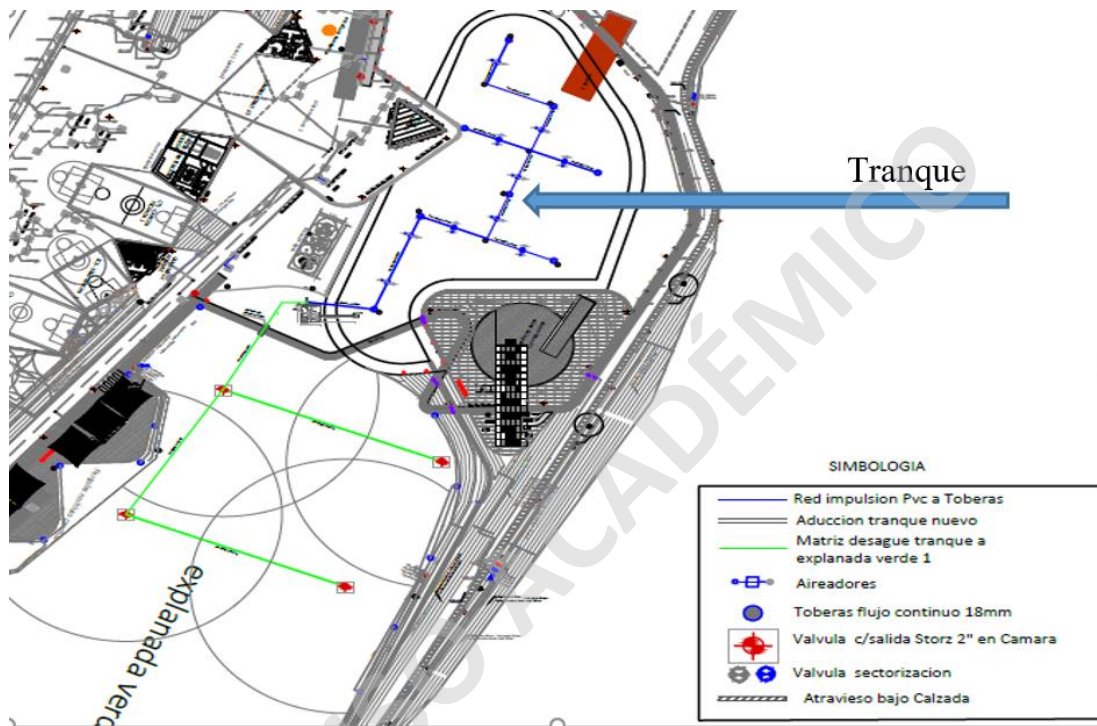


Ilustración 11: Plano Laguna, versión definitiva. Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

En el plano anterior se muestra el plano de toda la laguna, donde la línea verde, representa la matriz de desagüe desde el tranque a la explanada verde, y la línea representada con azul la red de impulsión PVC hacia las toberas y posteriormente al riego la distancia de la tubería PVC 60 mm de la red de impulsión hacia las toberas de acuerdo al plano (por tramos) es la siguiente:

Distancia de la tubería	
A-B(Tobera)= 16,88 m	G- Tobera = 18,5 m
B(Tobera)-C (Tobera)= 31,66 m	G- Tobera = 18,5 m
C(Tobera)-D= 18,5 m	G- H (Tobera)= 15 m
D-E (Tobera)= 18,5 m	H (Tobera) -I = 18,5 m
D-F (Tobera)= 15 m	I-J (Tobera)= 15 m
F (Tobera)-G = 15 m	
201, 04 m	

Tabla 3. Distancia de la tubería PVC de impulsión hacia toberas. Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Datos generales de la instalación

Altura total (Altura de aspiración=3 m más la altura de impulsión= 15 m): 18 m

Recorrido total de la tubería: 201, 04 m

Diámetro exterior de la tubería: 60 mm

Diámetro interior de la tubería: 50 mm

Características de la aspiración:

Altura de aspiración: 3 m

Longitud de la tubería: 9 m

Número de válvulas de pie: 1

Número de codos de 90°: 1

Características de la impulsión:

Altura de impulsión: 15 m

Longitud de la tubería: 192,04 m

Nº de válvulas retención: 3

Nº de codos de 90°: 8

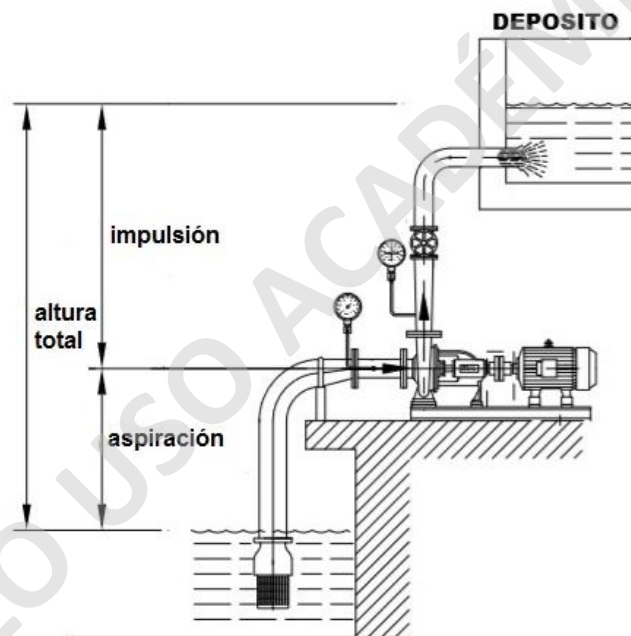


Ilustración 12: Altura de impulsión y aspiración. Fuente: Ruiz (2014)

El tipo de bombas que se desea instalar trabaja en dos fases: aspiración e impulsión, la fase de aspiración, consiste en la elevación del agua desde el punto de captación hasta el eje de la bomba, conduciéndola por la tubería de aspiración. El proceso consiste en la realización del vacío dentro de la tubería por lo que se recomienda que

la diferencia de cota entre el punto de captación y el eje de la bomba, es decir la altura geométrica de aspiración (H_a) no sea superior a 7 metros.

Por otra parte, la fase de impulsión, consiste en la conducción del agua desde la bomba hasta su destino final. Circula por la tubería de impulsión hasta alcanzar el punto más elevado de la instalación, suministrándole la presión necesaria para superar dicha altura y que los emisores funcionen correctamente. A esta diferencia de cotas, se le denomina altura geométrica de impulsión (H_i). (Ruiz 2014). Seguidamente se muestra la zona de sala de bombas



Ilustración 13: Parque República de Brasil. Zona de sala de bombas. Fuente: Fray Jorge, S.A. (2021)

4.1.2 Operaciones para el cálculo de la instalación

Pérdidas de Carga en la aspiración:

Longitud de la tubería: 9 m

Pérdidas singulares: 8 m (válvula de pie) + 1 m (Codo de 90°)

Longitud equivalente de la tubería: 9 m

Con este valor se puede obtener la pérdida en metros columna de agua (m.c.a.) a través de la tabla de pérdidas de carga que se muestra en el Anexo 2. Es decir, 25.000 l/h de acuerdo a la base agronómica en la cual se maneja de 23.837 l/h en una tubería de 50 mm de diámetro, corresponden a 19,7 m por cada 100 m lineales de tubería de las características descritas. Entonces: $19,7 \times 9/100 = 1,77$ m.c.a.

Pérdidas de carga en la impulsión:

Longitud de la tubería: 192, 04 m

Pérdidas singulares: 90 m (válvula de compuerta) + 15 m (válvula de retención) + 20 m (2 codos de 90°).

Longitud equivalente de la tubería: 125 m

Se procede igual que en el punto anterior y se obtiene: $19,7 \times 125/100 = 24,6$ m.c.a.

4.1.3 Resultado del cálculo y selección de bomba

Altura manométrica total = Altura de aspiración + Altura de impulsión + Pérdidas de carga en aspiración + Pérdidas de carga en impulsión ($3+15+1,77+24,6=44,37$ m.c.a.). En consecuencia, se debe seleccionar una bomba que eleve 25.000 l/h a una altura de 44,36 m.c.a.

Una vez se tiene la altura manométrica y la cantidad de litros que la bomba debe poder mover, se selecciona el modelo adecuado con la ayuda de las tablas que todos los fabricantes incluyen en sus catálogos, en este caso, de acuerdo a las especificaciones se selecciona PENTAX CMT 40-200 A, disponible en el país, la cual cuenta con las siguientes características, de acuerdo al manual:

- FABRICANTE: PENTAX
- MODELO: CMT 40-200 A
- VOLTAJE: 380 V
- POTENCIA: 10 HP
- CAUDAL: 150 L/MIN- 700 L/MIN

- PRESIÓN: 57,7 MCA- 40,3 MCA

- CONEXIÓN: 2 ½" x 1 ½ "

4.1.4 Especificaciones adicionales de instalación.

Por otro lado, el sistema de control de partidas se considera por tablero de fuerza y control para ambos equipos por presurización de cabezales de piping, con botonera manual b1 y b2, puesto que la operación hidráulica corresponde a un equipo en funcionamiento quedando el otro en "stand-by" para los períodos de mantención y posibles reparaciones. Ver Anexo 4.

La señal de partida y parada estará comandada por un presostato de control automático, con lectura de máxima y mínima variación de presión en la red de impulsión, determinada por un hidroneumático de 200 litros para el control de presurizado. Para los efectos de control de toberas en la impulsión de chorros ornamentales, el presente anteproyecto considera la instalación de un filtro, considerando el trabajo permanente con aguas turbias no tratadas, el cual irá instalado en la línea de piping de descarga de impulsión.

La eliminación de sedimentos del relave automático, se proyecta en una red independiente, conectada a un foso de drenaje a construir, adyacente a la sala de máquinas proyectada, con la finalidad de no incorporar nuevamente los sedimentos en suspensión y microalgas nuevamente a la laguna artificial por efecto de relave de filtros, así mismo de diferencian los caudales que están contaminados con sedimentos a los limpios.

Para la limpieza y vaciado de laguna, el proyecto considera la instalación de una red de conducción en PVC Hidráulico, independiente del actual sistema de riego de acuerdo con plano de proyecto, red de matrices que permita reutilizar esta evacuación en favor del área verde o pradera natural de explanada proyectada en el paisajismo

Se plantea la instalación y distribución de válvulas, también a determinar, ubicadas dentro de cámaras de albañilería de 80 x 80 x 80 cm que permita la conexión futura de

mangueras de alta presión para el riego ya sea con aspersores de impacto de alto rendimiento, o bien como grifo en caso de requerimiento de incendio que pueda afectar a las instalaciones proyectadas.

4.2 BASE AGRONÓMICA

Para el cálculo de la Base Agronómica, se utilizará una planilla Excel, la cual es de elaboración propia de Ingeniería Integral Fray Jorge SA, particularmente entregada por el Sr. Omar Araya, jefe de División de Mantenimiento y Proyectos de la misma empresa. La cual se encuentra en el Anexo 5. En ella se puede apreciar, las celdas en color Amarillo son las que deben ser determinadas para poder completar el estudio Agronómico, estos son; m² de superficie a regar, Kc de la especie a regar y evapotranspiración de la zona.

4.2.1 Superficie objeto de estudio

En Primer lugar, se define el área de estudio, una mezcla de césped en una superficie total de 21.188 m² aproximadamente, datos obtenidos de cubicación en planimetría existente del sector Explanada verde 1, como se refleja en la tabla siguiente:

SUPERFICIES POR LEVANTAMIENTO INFORME				
Praderas	Césped	Cubresuelos	Arbus	Árboles
Mezcla césped	21.188	-	-	-
Mezcla pradera rústica	-	-	-	-
Mezcla estacionamientos	-	-	-	-
Pradera otoño	-	-	-	-
	-	-	-	-
Tot. m² pais x especies	21.188	-	-	-
Totales m² paisajismo	21.188			

Tabla 4. Superficies por levantamiento informe. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se introduce el valor determinado anteriormente de Coeficiente de Cultivo (Kc) para césped que es la única especie con la que cuenta esta parte del parque, con un valor de 1,00.

COEFICIENTES DE CULTIVO		
Césped	KC	1,00
S Siembra	KC	-
Arbustos	KC	-
Árboles	KC	-
Promedio	KC	1,00
Promedio	KC	1,00

Tabla 5. Coeficiente de cultivo. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para completar esta planilla, se necesita determinar el valor de Evapotranspiración de la zona en la cual se centra el estudio, en este caso, se ocuparon datos obtenidos de la Red Meteorológica de INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias), específicamente de la Estación Quinta Normal, la cual ofrece los siguientes datos.

EVAPOTRANSPIRACIÓN 2020 QUINTA NORMAL				
	Eto/Mes (mm)	% datos	Días	Eto/Días (mm)
ene-20	184	100%	31	5,94
feb-20	156	100%	29	5,39
mar-20	118	97%	31	3,79
abr-20	70,2	100%	30	2,34
may-20	39,4	97%	31	1,27
jun-20	21,4	93%	30	0,71
jul-20	27,2	100%	31	0,88
ago-20	47,4	94%	31	1,53
sep-20	83,5	100%	30	2,78

oct-20	131	100%	31	4,22
nov-20	156	100%	30	5,20
dic-20	191	100%	31	6,15
			366	

Tabla 6. Evapotranspiración 2020 Quinta Normal. Fuente: Elaboración propia

Para el estudio, se selecciona el valor de Eto/día correspondiente al mes de febrero del año 2020, dato con el cual se procederá a completar la planilla y obtener el resultado final de la Base Agronómica.

4.2.2 Análisis agronómico

		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Periodo Mes	Un	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
Necesidades de riego diarias Máxima													
Superficie	m2	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188
Evapotranspiración Febrero (2020) Registro INIA	Mm	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Coefficiente de Cultivo medio	Kc/Prom.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Evaporación de Cultivos	Mm	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Eficiencia de aplicación de riego	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Lamina bruta Estudio Por Día Máximo	lts/m2	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
Porcentaje variación por proyecto riego	%	100%	100%	80%	50%	20%	10%	10%	20%	50%	60%	80%	100%
Lámina bruta Variable por periodo	lts/m2	6,75	6,75	5,40	3,38	1,35	0,68	0,68	1,35	3,38	4,05	5,40	6,75
Frecuencia de riego	Día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Días de riego de la semana	Cu	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Lámina bruta diaria a aplicar	lts/m2	7,88	7,88	6,30	3,94	1,58	0,79	0,79	1,58	3,94	4,73	6,30	7,88
Volumen de Riego Diario Total	Litros	166.856	166.856	133.484	83.428	33.371	16.686	16.686	33.371	83.428	100.113	133.484	166.856
Volumen de Agua Otros Adicionales 2 Válvulas	Litros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horas de riego o ventana requerida	horas	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Hrs	23.837	23.837	19.069	11.918	4.767	2.384	2.384	4.767	11.918	14.302	19.069	23.837
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/min	397,3	397,3	317,8	198,6	79,5	39,7	39,7	79,5	198,6	238,4	317,8	397,3
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Seg	6,6	6,6	5,3	3,3	1,3	0,7	0,7	1,3	3,3	4,0	5,3	6,6

Tabla 7. Base Agronómica. Fuente: Elaboración propia

Los valores reflejados en la base agronómica para el consumo de agua de la especie sujeta a estudio corresponden a los siguientes valores.

	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-20
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Hrs	23.837	23.837	19.069	11.918	4.767	2.384	2.384	4.767	11.918	14.302	19.069	23.837

Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/min	397,3	397,3	317,8	198,6	79,5	39,7	39,7	79,5	198,6	238,4	317,8	397,3
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Seg	6,6	6,6	5,3	3,3	1,3	0,7	0,7	1,3	3,3	4,0	5,3	6,6

Tabla 8. Consumo de agua. Litros, minutos, segundos. Fuente: Elaboración propia

Tal como lo muestra el resultado del estudio, se puede apreciar finalmente el consumo de agua diario para cumplir con la ventana de riego requerida para el correcto funcionamiento del sistema y para cumplir con la cantidad de agua que esta especie demanda.

Mes	Volumen de Riego Diario Total
Unidad	Litros/día
ene-20	166.856
feb-20	166.856
mar-20	133.484
abr-20	83.428
may-20	33.371
jun-20	16.686
jul-20	16.686
ago-20	33.371
sep-20	83.428
oct-20	100.113
nov-20	133.484
dic-20	166.856

Tabla 9. Volumen de Riego Diario Total. Fuente: Elaboración propia

4.3. MEMORIA DE CALCULO HIDRÁULICA

4.3.1 Descripción del Sistema de red hidráulica para impulsión de agua.

Para poder trasladar aguas a presión desde el sistema de bombeo, y, transformar la energía mecánica a energía hidráulica y poder transportar fluidos de un lugar a otro considerando distintos tramos, y pérdidas de cargas se requieren de una serie de especificaciones.

La red de distribución está conformada por distintos elementos de policloruro de vinilo (PVC) y toberas de flujo continuo, estas líneas tienen el objetivo de trasladar el agua desde el estanque de almacenamiento de agua hasta las toberas para ejecutar el respectivo riego (línea de impulsión), por lo que se requiere de elementos y accesorios que aseguren un correcto traslado del agua, de manera fluida y constante de acuerdo a los requerimientos, a continuación, los componentes de la instalación.

4.3.2 Normativa técnica

Para el sistema de impulsión, existe en Chile, una normativa que procura seguir los parámetros para mantener ordenados los proyectos relacionados con sistema de elevación de aguas o de instalaciones donde el agua es impulsada desde un determinado nivel a un punto superior, o a algún punto en que exista deficiencia de presión. Para ello, se toma como fundamento la ley (NCh2794, 2003.)

A continuación, se indicarán aspectos relevantes para el proyecto, que están presentes en la NCh2794 con respecto a la ubicación del proyecto y requisitos para los equipos de elevación y la instalación de los sistemas de elevación de agua:

El sistema de elevación de aguas es necesario ubicarlo junto al estanque de acumulación y regulación.

La sala de bombas de acuerdo a la regulación hay que construirla aislada de la estructura o edificación a bombear, o bien, se deben aislar los equipos y accesorios que permitan evitar la transmisión de vibraciones o ruidos.

Los equipos de bombeo, excluido el equipo de reserva, deben suministrar el caudal equivalente al de diseño calculado como caudal máximo probable (QMP) 2 para asegurar los requerimientos de la norma NCh24853.

Toda la instalación de equipos de bombeo debe considerar a lo menos un equipo de reserva, cuya capacidad debe ser igual al mayor de los equipos básicos.

El número de bombas de la instalación se puede determinar en función del caudal de diseño (QMP), según lo indicado en la tabla que sigue:

QMP o Qdiseño (L/min)	Nº mínimo de bombas
0-180	1
181-600	2
601-1800	3
Más de 1800	4

Tabla 10. Número mínimo de bombas, en función del caudal de diseño (QMP). Fuente: Norma Chilena Oficial NCh2794

En el caso de utilizarse bombas de velocidad variable, no se aplica la exigencia anterior, pero siempre se debe considerar una bomba de reserva.

Los equipos se deben instalar sobre fundaciones con elementos adecuados para absorber vibraciones, con una altura mínima de 0,10 m sobre el nivel del piso hasta la base de los equipos, y tienen que estar correctamente alineados

Sólo se deben utilizar accesorios de unión y piezas especiales que cumplan con las normas chilenas correspondientes. Las uniones de los equipos de bombeo a las tuberías de aspiración e impulsión deben ser del tipo que permitan fácil conexión y desconexión.

No se pueden usar tuberías de diámetro inferior al recomendado por el fabricante del equipo.

Cada motobomba debe tener válvulas de corte tanto en la tubería de succión como en la tubería de impulsión. De igual modo, se debe instalar siempre una válvula de retención en la tubería de impulsión.

Cada bomba debe ser alimentada con energía directamente desde el tablero de control, y tener circuitos protegidos contra sobrecargas y corto circuitos. Para la operación hay que tener controles automáticos (interruptores alternadores), para

garantizar el funcionamiento alternativo de las unidades de bombeo, incluyendo el equipo de reserva. Por otra parte, se debe disponer de controles manuales que permitan la operación de los equipos, en caso de fallas de los sistemas automáticos.

4.3.3 Características técnicas

Las tuberías de PVC, son fabricadas con un polímero termoplástico denominado policloruro de vinilo, el cual se forma a partir de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo. Como es termoplástico, este se comporta de forma diferente de acuerdo a la temperatura a la que este expuesto, debido a que si se expone al calor se comporta como un elemento maleable, y cuando se enfría recupera el estado inicial. Es liviano, de fácil instalación, de gran durabilidad, poca rugosidad, por ello es muy usado en redes de agua potable, sistemas de riego, instalaciones agrícolas y conducciones de distintos tipos de fluidos, los puntos más relevantes que exige la NCh399.Of948 para el uso y aplicación de estas tuberías:

Clasificación según su uso: Los tubos de PVC rígido se clasifican, de acuerdo con su uso en tres tipos:

- Tipo I: para su uso general;
- Tipo II: para agua potable o productos alimenticios;
- Tipo III: para gas (gas corriente, gas natural y gas licuado de petróleo).

Los tubos de PVC rígidos se clasifican, de acuerdo con su máxima presión nominal de trabajo, en las clases que se indican en la tabla siguiente:

CLASE	PRESIÓN NOMINAL DE TRABAJO	
	MPA	Kgf/cm ²
4	0,4	4
6	0,6	6
10	1,0	10

16	1,6	16
----	-----	----

Tabla 11. Clasificación según la presión. PVC. Fuente: Norma Chilena Oficial NCh399.Of94.

Para el presente proyecto, se proponen tuberías de PVC, elementos de PVC, tales como T, curvas de 90° y reducciones o bujes y las toberas de 18 mm, para el diseño de la red de impulsión se considera Tuberías de PVC hidráulico /10.

Diámetro nominal	Diámetro exterior
40 mm	50 mm
50 mm	63 mm
65 mm	75 mm
80 mm	90 mm

Tabla 12. Tuberías para el diseño. Fuente: Elaboración propia

La máxima presión de trabajo indicada se basa en la conducción de agua a una temperatura de 20°C durante un periodo continuo de 50 años.

Los tubos de PVC pueden contener lubricantes, pigmentos, estabilizantes y antioxidantes, pero ninguno de estos aditivos se debe usar en cantidades tales que constituyan peligro de toxicidad (tubos tipo II) o que se alteren las propiedades físicas o mecánicas del tubo terminado.

Los tubos de PVC deben ser rectos.

Los tubos de PVC rígido tipo II deben ser de color homogéneo celeste.

Tuberías de PVC

Para el presente proyecto, se deben considerar tuberías de PVC tipo hidráulico clase 10 o superior, según lo especificado en la norma NCh 399. Los accesorios deben ser del mismo material de la tubería, estos serán probados bajo lo indicado en la NCh 1721. La instalación de tuberías, piezas y accesorios será según lo detallado estrictamente en los planos del proyecto.

Válvulas

Las válvulas serán de los siguientes 3 tipos: Se considera válvula de bola, con cuerpo de latón cromado y asientos de teflón/PTEE, con paso total o parcial por accionamiento de palanca de acero galvanizada, extremos roscados según norma, diámetro 110 mm. Se considera válvula de retención vertical de 110 mm de diámetro con montaje en línea de cierre instantáneo contra flujo en la dirección opuesta, bajo de presión de apertura establecida, cerrando disco de la válvula para evitar golpe de ariete del fluido en contrapresión diferencial. Materialidad de cuerpo y asiento de latón. Se considera válvula flotante del tipo solenoide de $\frac{3}{4}$ " de diámetro sin control de flujo, de apertura manual al paso del agua.

Bombas impulsoras

Se propone la bomba Pentax, CMT 40-200 A, 380v; 150 L/MIN- 700 L/MIN; 57,7 MCA- 40,3 MCA; que sea capaz de elevar un caudal requerido de alrededor de 150 lts/min con una presión mínima de 44,6 mca de acuerdo a los cálculos. Se aceptan productos de características similares, considerando especificaciones según fabricante.

Estanque Hidroneumático

Se estima usar un estanque hidroneumático que tenga volumen de regulador de 700 lts con una presión mínima de 10 bar, con conexión de 1,5 cm, altura de 155 cm y diámetro de 780 mm, marca Aquasystemen disponible en Chile.

4.3.4 Costos asociados al proyecto

Para los costos asociados al proyecto, se realizó la valoración de diversos presupuestos, tomando en consideración los costos más ajustados para el tipo de proyecto, tomando en cuenta que el tiempo de construcción será de tres meses, si se cuenta con toda la maquinaria, mano de obra y materiales necesarios. En función de eso se elaboró la estimación presupuestaria que se muestra en el anexo 8, seguidamente se presenta un resumen del presupuesto:

La misma, está sujeta a cambio, debido al tiempo requerido para la ejecución de la obra y el requerimiento de los materiales. Es importante señalar que para las obras de gran envergadura como es el proyecto en el parque Republica de Brasil, se estiman los gastos generales con un porcentaje con respecto a los costos directos tomando la previsión de situaciones ajenas a la planificación. Los gastos generales también se asignan para casos de aumento de obras (AAOO) u obras extraordinarias (OOEE) que no están en el alcance original del proyecto. Es decir, se presupuestan los costos directos de las obras, y a ese monto se le recarga un porcentaje de los gastos generales correspondiente a costos indirectos. Si es que existiesen obras extraordinarias, se realiza de la misma manera: se determinan los costos directos de la construcción y sobre dicho valor se recarga el porcentaje de gastos generales de la oferta original.

TOTAL OOEE		35.310.827
GASTOS GENERALES	24%	8.474.598
		43.785.425
UTILIDAD	10%	4.378.543
NETO		48.163.968
IVA	19%	9.151.154
TOTAL		57.315.122

AAOO	37.140.464
------	------------

TOTAL	94.455.586
--------------	-------------------

TOTAL	\$
NETO	58.186.245

Tabla 13. Presupuesto para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Normativa

La obra en el parque República de Brasil se ejecutará en conformidad a las normas legales y técnicas vigentes, y los materiales a emplear se entienden de primera calidad

y nuevos. Se considerarán como parte fundamental en la ejecución del mismo las Bases del Contrato respectivo, con base en las siguientes disposiciones:

Ley General de Urbanismo y Construcciones, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y demás Ordenanzas Municipales y Sanitarias, en sus partes pertinentes y debidamente actualizadas.

El Reglamento General de Instalaciones domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable, Sistema de Evacuación de Basuras, incluso las disposiciones internas de Aguas Andinas, del Servicio Nacional de Salud, del Servicio de Salud del Ambiente, o los servicios que correspondan a la región donde se ejecutarán las obras.

La Ley General de Servicios Eléctricos y de Gas, incluso los reglamentos internos de la Superintendencia de Energía y Combustibles y de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Las normas del Instituto Nacional de Normalización relacionadas con la construcción y sus materiales y, en general todas las normas oficiales en vigencia relacionadas con la construcción y las de uso corriente.

Todas aquellas Normas extranjeras mencionadas en las Especificaciones Técnicas y Planos de las distintas especialidades del proyecto.

Ordenanzas y Reglamentos especiales que se adjunten a las Bases Específicas.

Ley N°19.472 que modifica el D.F.L. N° 458 de 1975 Ley General de Urbanismo y Construcciones, estableciendo normas relativas a la calidad de la construcción.

Decreto N° 75 que modifica la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, cuyo texto fue fijado por D.S. N°47 (V. y U.) de 1992

SOLO USO ACADÉMICO

5.RESULTADOS

La escasez de recursos hídricos en la actualidad es un tema que preocupa a la mayoría de las naciones, ya sea para consumo humano diario, o para actividades relacionadas con mantenimiento de los hábitat y la biodiversidad y la búsqueda de soluciones en este respecto, son diversas, donde la creatividad y la innovación destacan y vinculan los quehaceres propios de las regiones, con los recursos disponibles en los territorios y las condiciones geográficas y climáticas. Aunado a esto, la contaminación ambiental, viene alterando las condiciones del planeta, obligando una adecuación tecnológica adaptado a las actividades humanas, situación que ocurre de igual modo en el campo del tratamiento de aguas para su reutilización.

Es indispensable fomentar la cultura del ahorro del agua potable ya que desencadenará en la reducción de aguas residuales, por otra parte, la introducción y aplicación de buenas prácticas, aplicación de la reingeniería de procesos y el análisis del ciclo de vida del agua para crear ecoeficiencia de los recursos, hídricos lo que se inicia con la mejora de los procesos, aplicando medidas de eficiencia energética, ahorro de agua, buena disposición de residuos sólidos y tóxicos.

Otro punto importante a considerar es que, los recursos hídricos son particularmente escasos, por ello, el objetivo general de este trabajo se enfocó en proponer un sistema de recirculación de aguas de la laguna ornamental y utilización en el riego del parque República de Brasil, Comuna de la Granja, Santiago de Chile, donde fue indispensable crear los escenarios necesarios para cumplir con los lineamientos de los sistemas de drenaje sostenible, y realizar el diseño sustentable de la laguna. Además, se buscaba, la economía del agua, la mejora paisajística, los usos comunitarios y la conservación de la flora y la fauna de la zona.

Para ello, de acuerdo a los objetivos previamente planteados, en primer lugar, se describieron las características hídricas de la Laguna Ornamental del Parque República de Brasil, donde se estableció que la misma consta de un tranque nuevo, que tiene un afluente alimentador, el cuál es llenado por medio de canaletas revestidas abiertas, provenientes desde un estanque acumulador de agua ubicado en el sector Sur-Oriente del parque, alimentado a su vez a través de 3 variantes los cuales son: medidor de agua

potable proyectado, aguas de canales y un pozo profundo que está ubicado en el mismo parque.

De igual manera, se evaluó la factibilidad de desarrollar un parque sustentable en términos de recursos hídricos, para mejor aprovechamiento de estos, siendo una propuesta factible, la cual se vislumbra como una propuesta viable en términos sustentables, económicos y de construcción, ya que se genera una recirculación de aguas y esta es usada para el riego de la diversidad de plantas que se encuentran en el parque, creando un sistema de retroalimentación.

Con respecto a la creación de una Base agronómica, la cual respalde la optimización de los recursos hídricos que necesita el parque para la mantención de sus especies arbóreas en la misma, arrojó que el consumo de agua diario para cumplir con la ventana de riego requerida para el correcto funcionamiento del sistema y para cumplir con la cantidad de agua que estas especies demanda es de 1.134.619 litros durante el año 2020. Al analizar de manera técnica y económica el proyecto mediante sus características funcionales aplicables a las necesidades del Parque República de Brasil, en la misma se hizo el cálculo hidráulico, de costos y capacidades enfocado en el estudio agronómico y apegado a la normativa relacionada con el presente proyecto.

5.1 PRESENTACIÓN CASO “AS BUILT”

El plano As Built del proyecto demuestra cómo se realiza realmente la construcción de este sistema de recirculación y oxigenación de agua de laguna artificial dentro del gran proyecto de paisajismo para el parque República de Brasil. Este nuevo plano se adiciona al plano proyectado aireadores y un nuevo diseño de la matriz de desagüe

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de recirculación son la técnica más amigable con el medio ambiente para el aprovechamiento de los recursos hídricos. No obstante, también es la técnica que requiere mayor inversión y desarrollo tecnológico, por ello es pertinente establecer el grado de factibilidad y accesibilidad de un proyectos de paisajismo que involucra uno de las áreas más importantes de la zona y también evaluar si su propuesta va a resolver las situaciones medioambientales, o va a crear otras de características más contaminantes y con menos aprovechamiento de los recursos, es decir, en la presente propuesta de proyecto de recirculación de aguas para laguna ornamental del parque república de Brasil, comuna de la granja, Santiago de Chile, se ha realizado toda una evaluación de los aspectos involucrados en el mismo estudiando su factibilidad, así como la valoración de los aspectos que involucran la logística de procesos de construcción de obras que son para el disfrute de la ciudadanía en general, y que requieren de la robustez necesaria que perdure con el paso de los años.

Por una parte, el mismo se desarrolla en una extensión de terreno de 21.188 m² aproximadamente, datos obtenidos de cubicación en planimetría existente del sector Explanada verde 1 con un área intervenida de 4.600 m², la cual es el área que requiere de riego constante para su mantenimiento, en este sentido es pertinente establecer si el aprovechamiento de los recursos hídricos en el parque son suficientes para cubrir esa demanda o si se requiere de una fuente de agua adicional de agua, para su riego, situación que de acuerdo a las estimaciones y cálculos de las especies a regar, si son suficientes para mantenerlas en un clima y condiciones de humedad de acuerdo a su valor Kc de riego y evapotranspiración.

Asimismo, de acuerdo a los presupuestos proyectados, se elabora una estimación para el segundo trimestre de 2021, en el cual se busca abarcar todas las etapas de replanteo, enmallado, preparación de terreno, mano de obra, materiales, y componentes para el sistema de riego, filtrado, y protección eléctrica el cual estuvo por el orden \$ 58.186.245, lo que representa un presupuesto acorde al tipo de obra que se pretende ejecutar, tomando en consideración las reglamentaciones respectivas y el tiempo de tres meses para su conclusión.

Es pertinente evaluar, la necesidad de implementación de este proyecto, considerando que se si bien es cierto se destinará un gran capital a mejorar el paisajismo de la ciudad, también es cierto que se pretende dar un uso y recirculación a las aguas que se encontraban estancadas y creaban microorganismos y deterioro de las áreas verdes por la ausencia de riego sobre todo en los meses más calurosos, asimismo, este tipo de proyecto es amigable con el medio ambiente debido a que las bombas usadas no generan elevado consumo eléctrico como se refleja en sus especificaciones, las emisiones contaminantes son nulas y se genera la recirculación de todo el volumen de agua.

No obstante, debido a las características de la construcción la circulación de agua constante y la ubicación de los componentes, es necesario sugerir un presupuesto anual para el remplazo de materiales que hayan perdido sus características de maleabilidad, filtrado o cualquier otra que interrumpa el buen funcionamiento del ciclo de recirculación de las aguas, y así procurar la extensión del ciclo de vida del proyecto.

7.CONCLUSIONES

Luego de realizar la propuesta un sistema de recirculación de aguas de la laguna ornamental y utilización en el riego del parque República de Brasil, Comuna de la Granja, Santiago de Chile, se pudo demostrar que el uso y aprovechamiento de aguas es una alternativa no convencional que trae mejoras y aprovechamiento de los recursos, reduciendo el impacto que provocan los sistemas de riego tradicionales con aguas aptas para el consumo humano.

En este respecto, se concluye que, la propuesta hecha, brinda una solución sostenible con respecto a la construcción, economía y aplicación de acuerdo a las características del entorno donde se pretende desarrollar, de igual manera este proyecto es aplicable a todo tipo de comunidad donde se cuente con características similares, posea un lugar de almacenamiento de agua y acceso a la electricidad, a fin de generar sistemas de recirculación para riego, como es el caso de la presente, y para uso doméstico excepto para consumo humano, debido a que para tales efectos, requiere un tratamiento diferente como el filtrado que genera una mejora en algunas de las características del agua

Por otro lado, la presente investigación, proporciona fundamentos teóricos y técnicos, aplicables a otro tipo de indagación similar, lo que permite crear un sustento bibliográfico sirviendo de antecedente y registro de datos reales, siendo beneficiosa para el aspecto académico, formativo, y con un enfoque ecologista y de desarrollo sustentable de los procesos hídricos en la actualidad.

8.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cifuentes, H y Muñoz, R. (2019). Riego y Evapotranspiración. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6836/NR41961.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Conama. (2012). Congreso Nacional del Medio Ambiente Madrid del 26 al 30 de noviembre de 2012. Recuperado de: http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama11/GTs%202010/1896707294_ppt_AAAlcala.pdf
- CPI. (2019). Chile encabeza grupo de países con un riesgo alto de sufrir estrés hídrico. Recuperado de <https://www.infraestructurapublica.cl/chile-encabeza-grupo-paises-riesgo-alto-sufrir-estres-hidrico-segun-ultimo-ranking-del-instituto-recursos-mundiales/>
- DGAC. Dirección General De Aeronáutica Civil (2020). Informe Anual de Agua Caída. Recuperado de <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/anual/aguaCaidaAnual/330020/2020>
- Dreamstime. (2010) Esquema de aireación del agua. Recuperado de <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-esquema-aireaci%C3%B3n-del-agua-image51657601>
- Emanuelli y otros. (2016). PANCD-Chile. Situación actual y proyección 2016-2030. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/312139462_PANCD-Chile_Situacion_actual_y_proyeccion_2016-2030
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Ferrando, F. (2015). El Desierto De Atacama Se Acerca A Santiago. Recuperado de <https://xdoc.mx/documents/el-desierto-de-atacama-se-acerca-a-santiago-604d9aac2223e>
- Frayjorge. S.A (2021). Servicios: Mantención Parques Urbanos. Recuperado de <http://www.fj.cl/mantencion.php>.
- González, P. (2019). Agroclimatólogo: megasequía aún se mantiene. Recuperado de <https://www.otalca.cl/noticias/agroclimatologo-megasequia-aun-se-mantiene/>
- ONU. Organización de las Naciones Unidas. (2012). Asamblea General de las Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2010). Ministerio de Economía. Recuperado de <https://www.economia.gob.cl/mision-e-historia>
- Multimat. (2019). Manual de selección. Recuperado de: p65 - Multimat <https://multimat.es/wp-content/uploads/2019/05/Manual-de-selecci%C3%B3n.pdf>
- Norma Chilena Oficial. (2003). NCh2794.Of2003 Instalaciones domiciliarias de agua potable -Estanques de almacenamiento y sistemas de elevación – Requisitos.
- Portalfruticola (2016). Que es el coeficiente de cultivo (Kc) en riego. Recuperado de: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/08/14/que-es-le-coeficiente-de-cultivo-kc-en-riego-valores-por-especie/>
- Riversa. (2017). ¿Qué importancia tiene la aireación de una lago? Recuperado de: <https://riversa.es/blog/jardin-sostenible/914-que-importancia-tiene-la-aireacion-de-un-lago.html>
- Ruiz, S. (2014). EL RIEGO: Elevación del Agua. Recuperado de: <http://perdidoporlosjardinesdebabilonia.blogspot.com/2014/01/riegoX.html>
- Sepulveda, A. (2018). Qué es sustentabilidad. Recuperado de <https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/que-es-sustentabilidad/>
- SustainAcua. (2008). Propuesta integrada para una acuicultura continental sostenible y saludable. Manual de Acuicultura sostenible. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/app/jacumar/recursos_informacion/Documentos/Publicaciones/203_manual_acuicultura_sostenible.pdf.
- Tejada y otros. (2018). La Humedad en la Atmósfera. Bases físicas, instrumentos y aplicaciones. Recuperado de: http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/La-humedad-en-la-atmosfera_466.pdf
- Urbano, M. (2020). *Sistemas de recirculación en acuicultura*. Recuperado de <https://agrotendencia.tv/agropedia/ras-sistemas-de-recirculacion-de-agua-en-acuicultura/>
- Valdivia, R. (2018). Introducción a la Agronomía. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5221/1/Introduccion%20a%20la%20agronomia.pdf>

Valera, B. &. (2012). Aireación. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/guillermo150782/aireacin>

Vegas, J. (2017). *17 países con estrés hídrico extremo*. Recuperado de
<https://www.clima.com/noticias/17-paises-con-estres-hidrico-extremo>

Vivero, J. V. (2018). *Introducción a la Agronomía*. EDIMEC

SOLO USO ACADÉMICO

9.ANEXOS

ANEXO 1: Precipitación Mensual del año 2017, 2018, 2019,2020 obtenido mediante el Informe Anual de Agua Caída.

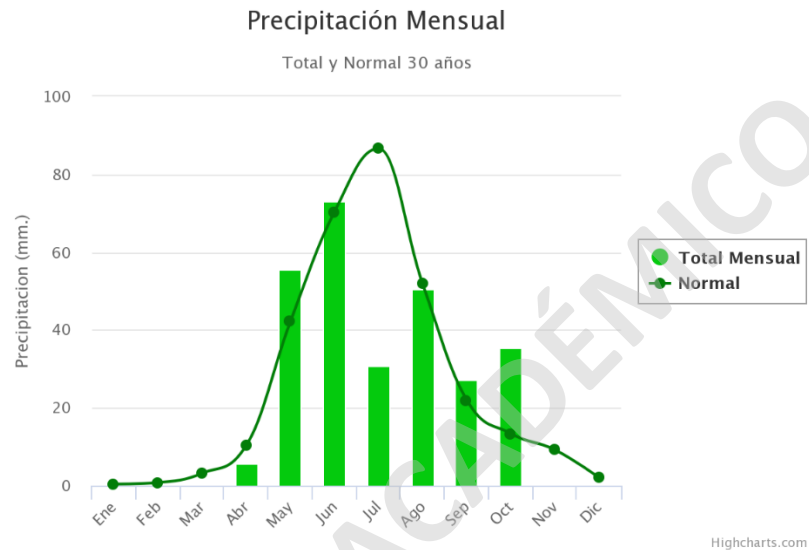


Gráfico Precipitación Mensual del año 2017 obtenido mediante el Informe Anual de Agua Caída.

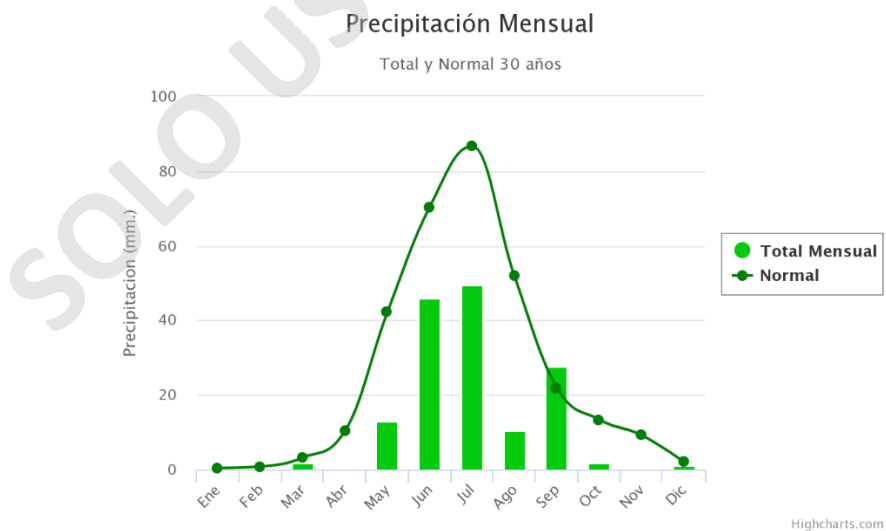


Gráfico Precipitación Mensual del año 2018 obtenido mediante el Informe Anual de Agua Caída.

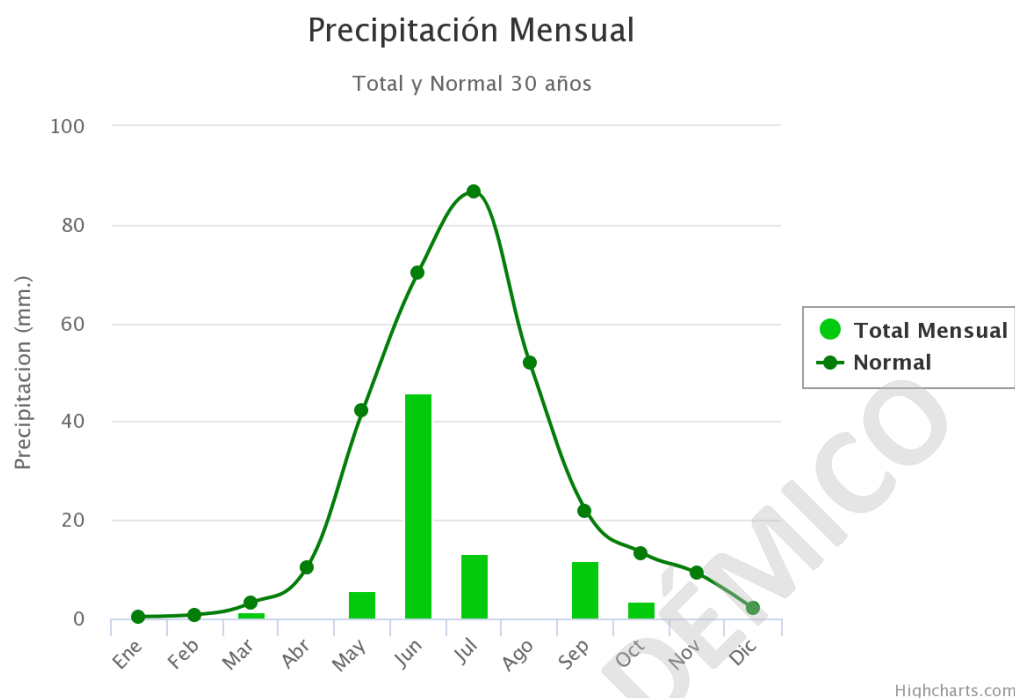


Gráfico Precipitación Mensual del año 2019 obtenido mediante el Informe Anual de Agua Caída.

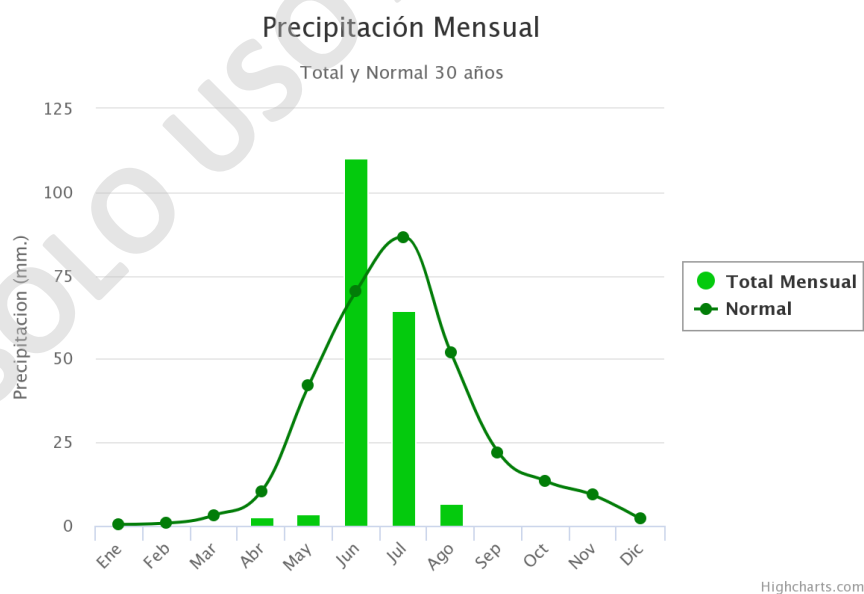
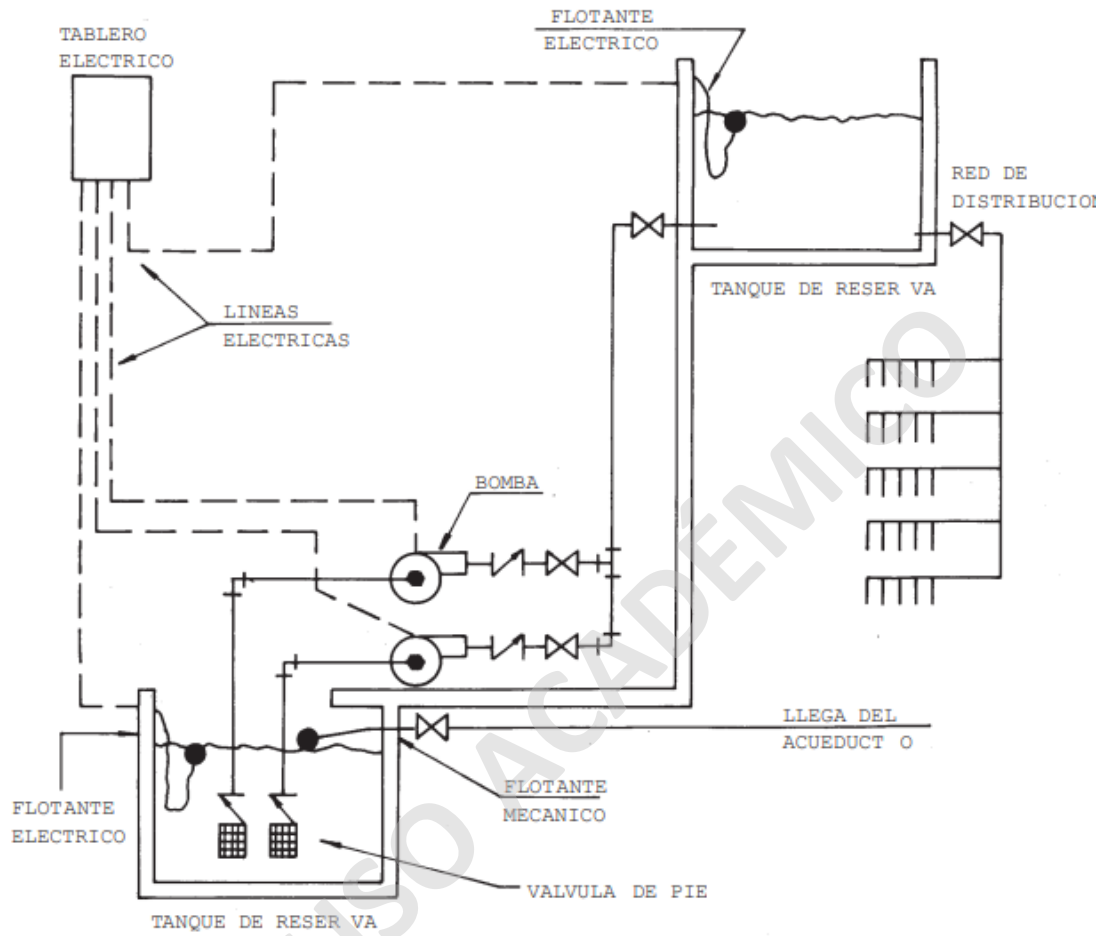


Gráfico Precipitación Mensual del año 2020 obtenido mediante el Informe Anual de Agua Caída.

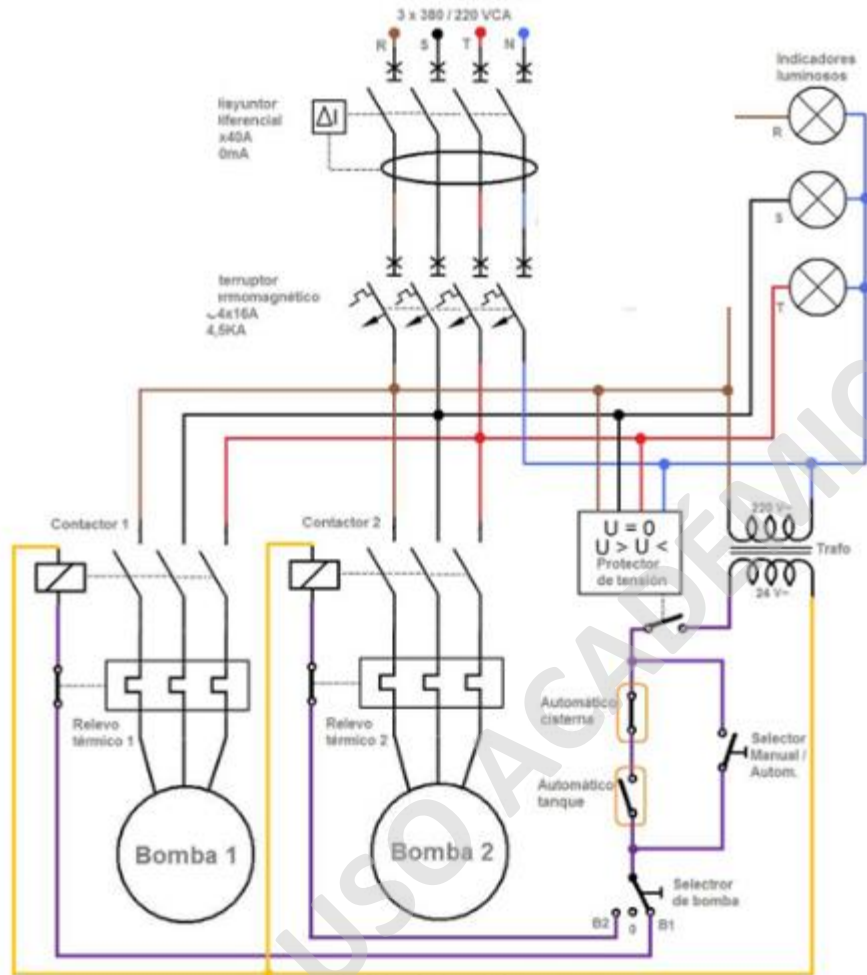
ANEXO 2: Tabla de pérdidas de carga. Multimat. (2019).

Litros/hora	Diámetro interior de tubería en m.m.											
	14	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
	Diámetro interior de tubería en pulgadas											
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
500	8,9	2,1	0,6									
800	20,2	4,7	1,3	0,4								
1000	29,8	7,0	1,9	0,6								
1500		14,2	3,9	1,2	0,5							
2000		23,5	6,4	2,0	0,9							
2500			9,4	2,9	1,3	0,4						
3000			13,0	4,0	1,8	0,5	0,2					
3500			17,0	5,3	2,3	0,6	0,2					
4000			21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4500				8,2	3,6	1,0	0,3	0,1				
5000				9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5500				11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6000				13,5	6,0	1,6	0,5	0,2				
6500				15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7000				17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8000				22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9000					12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10000					14,6	4,0	1,3	0,6	0,3	0,1		
12000					20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2		
15000					29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18000						11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	
20000						13,3	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2	
25000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3	
30000							9,0	4,0	1,8	1,0	0,3	0,1
35000							11,8	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2
40000							15,0	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2
45000							18,4	8,0	3,6	2,0	0,7	0,3
50000								9,7	4,3	2,5	0,9	0,4

ANEXO 3: Funcionamiento del ciclo.



ANEXO 4: Diagrama Eléctrico.



ANEXO 5: Base Agronómica

PRESENTACIÓN FRAY JORGE VENTANA DE RIEGO 10 HORAS RIEGO 6 DÍAS POR SEMANA
BASE AGRONÓMICA LÁMINA DE REPOSICIÓN DIARIA, PARQUE BRASIL SEGÚN PROYECTO Y BASE TÉCNICA

SUPERFICIES POR LEVANTAMIENTO INFORME				
Praderas	Césped	Cubresuelos	Arbus	árboles
Mezcla césped	21.188	-	-	-
Mezcla pradera rústica	-	-	-	-
Mezcla estacionamientos	-	-	-	-
Pradera otoño	-	-	-	-
Tot. m2 pais x especies	21.188	-	-	-
Totales m2 paisajismo	21.188	-	-	-

COEFICIENTES DE CULTIVO		
Césped	KC	1,00
S Siembra	KC	-
Arbustos	KC	-
Árboles	KC	-
Promedio	KC	1,00
Promedio	KC	1,00

Periodo Mes	Un	31 ene-2020	28 feb-2020	31 mar-2020	30 abr-2020	31 may-2020	30 jun-2020	31 jul-2020	31 ago-2020	30 Sep-2020	31 oct-2020	30 nov-2020	31 dic-2020
Necesidades de riego diarias													
Máxima													
Superficie	m2	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188	21.188
Evapotranspiración Febrero (2020)	mm	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Registro INIA	mm	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Coefficiente de Cultivo medio	Kc/Prom.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Evaporación de Cultivos	mm	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40
Eficiencia de aplicación de riego	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Lamina bruta Estudio Por Día Máximo	lts/m2	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75	6,75
Porcentaje variación por proyecto riego	%	100%	100%	80%	50%	20%	10%	10%	20%	50%	60%	80%	100%
Lámina bruta Variable por periodo	lts/m2	6,75	6,75	5,40	3,38	1,35	0,68	0,68	1,35	3,38	4,05	5,40	6,75
Frecuencia de riego	día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Días de riego de la semana	cu	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Lámina bruta diaria a aplicar	lts/m2	7,88	7,88	6,30	3,94	1,58	0,79	0,79	1,58	3,94	4,73	6,30	7,88
Volumen de Riego Diario Total	litros	166.856	166.856	133.484	83.428	33.371	16.686	16.686	33.371	83.428	100.113	133.484	166.856
Volumen de Agua Otros Adicionales 2 Válvulas	litros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horas de riego o ventana requerida	horas	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Hrs	23.837	23.837	19.069	11.918	4.767	2.384	2.384	4.767	11.918	14.302	19.069	23.837
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/min	397,3	397,3	317,8	198,6	79,5	39,7	39,7	79,5	198,6	238,4	317,8	397,3
Caudal requerido cumplimiento de ventana	Lts/Seg	6,6	6,6	5,3	3,3	1,3	0,7	0,7	1,3	3,3	4,0	5,3	6,6

ANEXO 6: Costo por Concepto de Agua Potable para Riego

COSTO POR CONCEPTO DE AGUA POTABLE PARA RIEGO PARQUE REPUBLICA DE BRASIL

Periodo Mes	Un	31 ene-2020	28 feb-2020	31 mar-2020	30 abr-2020	31 may-2020	30 jun-2020	31 jul-2020	31 ago-2020	30 sep-2020	31 oct-2020	30 nov-2020	31 dic-2020
Volúmenes de Agua Totales Por Meses	m3	5.172,5	4.672,0	4.138,0	2.502,8	1.034,5	500,6	517,3	1.034,5	2.502,8	3.103,5	4.004,5	5.172,5
Volumen Aguas Andinas Consumo Punta Normal	m3	2.300,0	2.300,0	2.300,0	2.300,0	1.034,5	500,6	517,3	1.034,5	2.300,0	2.300,0	2.300,0	2.300,0
Volumen A Andinas Concepto de Sobre Consumo	m3	2.872,5	2.372,0	1.838,0	202,8	0,0	0,0	0,0	0,0	202,8	803,5	1.704,5	2.872,5
Valor A. Andinas m3 Consumo Normal Punta	\$ m3	\$ 327	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347	\$ 347
Valor A. Andinas m3 Por Sobre Consumo Mes	\$ m3	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018	\$ 1.018
Valor \$ Total Mes Por Consumo Normal Punta	Total \$/mes	\$ 752.100	\$ 798.100	\$ 798.100	\$ 798.100	\$ 358.973	\$ 173.697	\$ 179.486	\$ 358.973	\$ 798.100	\$ 798.100	\$ 798.100	\$ 798.100
Valor \$ Total Mes Por Sobre Consumos Mes	Total \$/mes	\$ 2.924.226	\$ 2.414.649	\$ 1.871.101	\$ 206.483	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 206.483	\$ 817.976	\$ 1.735.214	\$ 2.924.226
COSTO TOTAL MES PROYECTADO	Total \$/mes	\$ 3.676.326	\$ 3.212.749	\$ 2.669.201	\$ 1.004.583	\$ 358.973	\$ 173.697	\$ 179.486	\$ 358.973	\$ 1.004.583	\$ 1.616.076	\$ 2.533.314	\$ 3.722.326

\$ 20.510.287

ANEXO 7. Presupuesto.

DESCRIPCIÓN	UN	CANT.	PU (\$)	TOTAL \$
SALA TÉCNICA				
EXCAVACIÓN GENERAL (item 8.2.1.1)	M3	146,00	10.260	1.497.960
PREPARACIÓN y COMPACTACIÓN SUBRASANTE (item 8.2.2)	M2	22,00	2.492	54.824
RELLENO EMPRESTITO (item 8.2.1.3)	M3	96,00	14.657	1.407.072
HORMIGÓN ARMADO (item 6.2.1.1.1)	M3	28,00	747.390	20.926.920
EMPLANTILLADO H-5 (item 7.2.3)	M3	2,00	87.402	174.804
MOLDAJES (item 7.2.6)	M2	156,00	18.747	2.924.532
RETIRO A BOTADERO DE EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN (item 2.10)	M3	48,00	11.726	562.848
				27.548.960
TUBERIAS				
TUBO PRES DIA 50X6000 C10 CC (item 10.5.1.7)	N°	18,00	9.747	175.446
TUBO PRES DIA 63X6000 C10 CG (item 10.5.1.8)	N°	23,00	15.596	358.708
TUBO PRES DIA 75X6000 C10 CG (item 10.5.1.9)	N°	8,00	24.727	197.816
TUBO PRES DIA 90X6000 C10 CG (10.5.1.10)	N°	13,00	35.515	461.695
TEE PRESION D 63 C/CEM C10	N°	3,00	4.822	14.466
TEE PRESION D 75 C/CEM C10	N°	3,00	5.819	17.457
TEE PRESION D 90 C/CEM C10	N°	2,00	8.164	16.328
CODO PRES D 50X90° C/CEM C10	N°	8,00	997	7.976
CODO PRES D 63X90° C/CEM C10	N°	2,00	3.327	6.654
CODO PRES D 75X90° C/CEM C10	N°	1,00	5.057	5.057
CODO PRES D 90X90° C/CEM C10	N°	3,00	6.874	20.622
ATRAVIESOS POR ZONAS DURAS (Item 10.9.1)	N°	1,00	102.602	102.602
EXCAVACIÓN EN ZANJA (item 9.1)	M3	292,00	10.260	2.995.920
RELLENO DE ZANJA (item 9.2)	M3	290,00	7.329	2.125.410
				6.506.157

VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN				
PROVISIÓN VAL. COMP. C/SELLO ELASTOMERICO 4"	UN	2,00	98.258	196.516
MANGUITO PVC PORTA BRIDA 110 MM (90 mm)	UN	4,00	7.800	31.200
BRIDA VOLANTE 110 MM (90 mm) GOMAS Y PERNOS	UN	4,00	4.300	17.200
CÁMARA DE SEGURIDAD GUARDA VÁLVULAS TIPO 2 (item 10.5.2.2)	UNI	2	219.861	439.722
SALA TÉCNICA OTROS				
IMPERMEABILIZACIÓN EXTERIOR	M2	84,00	3.758	315.672
IMPERMEABILIZACIÓN INTERIOR	M2	94,00	22.121	2.079.374
ESCALINES	UN	20,00	1.436	28.720
ESCOTILLAS	UN	2,00	1.279	2.558
VENTILACIONES	UN	2,00	135.650	271.300
CÁMARA 120X120/150 c/rejilla	UN	1,00	423.500	423.500
EQUIPAMIENTO SALA DE RECIRCULACIÓN DE LAGUNA ARTIFICIAL				
DE LA ADUCCIÓN DE TRANQUE A SALA				
DE LA SUCCIÓN Y ALIMENTACIÓN DE RECIRCULACIÓN Y PRE FILTRADO LAGUNA	ML	10	70.000	700.000
VÁLVULA DE RETENCIÓN VERTICAL CON CANASTILLO TAYSON	UNI	1	184.151	184.151
DEL RETORNO TURBULENTO EN 1" GALVANIZADA CONSIDERA VÁLVULA EN 1"	ML	10	9.600	96.000
CARRETILLA PASA MURO BB EN 6"	UNI	1	54.000	54.000
GOMAS Y PERNOS	UNI	1	25.000	25.000
VÁLVULA COMPUERTA HIERRO FUNDIDO SELLO ELASTOMERICO EN 6"	UNI	1	161.850	161.850

TABLERO CONTROL DE BOMBA CENTRIFUGA 3 EQUIPOS				
GABINETE METÁLICO, LUCES INDICADORAS PARTIDA VARIADOR DE FRECUENCIA	UN	1	2.300.000	2.300.000
HIDRONEUMÁTICO 200 LTS	UN	1	535.000	535.000
PRESOSTATO CS 4 A 12 BAR G 1/2"	UN	1	50.438	50.438
MANÓMETRO GLICERINA 63 MM 0-10 BAR	UN	2	14.000	28.000
BOMBA PENTAX CMT40-200 2 1/2" X 1 1/2"	UN	3	1.288.890	3.866.670
FILTRO DE ARENA 36"X3" 120 M3/HR	UN	1	7.274.000	7.274.000
FABRICACION PIPING E INSTALACIÓN EQUIPOS SALA DE BOMBAS				
PIPING SUCCIÓN BOMBAS 6" X 2				
CARRETILLAS DE CORTE DE 6" ENTRADA SALA PIPING SUCCIÓN	UN	6	65.000	390.000
VÁLVULA DE CORTE DE 6" ENTRADA SALA PIPING SUCCIÓN CONEXIÓN BRIDA	UN	3	161.000	483.000
PIPING DE ACERO 6" CON REDUCCIÓN A 2" SUCCIÓN 3 BOMBAS	UN	1	516.000	516.000
BRIDA CIEGA DE 6"	UN	3	39.000	117.000
VÁLVULA CORTE DE 4" POR BOMBA CONEXIÓN BRIDA	UN	3	97.000	291.000
MONTAJE, CONEXIONES Y SOLDADURAS EN TERRENO	UN	1	1.176.000	1.176.000
PERNOS EMPAQUETADURAS CONEXIONES	UN	1	114.000	114.000
VALVULA DE PIE CONEXIÓN BRIDA CON CANASTILLOS DE 6"	UN	1	220.800	220.800
VALVULA FLOTANTE DE BRONCE CON BOYA DE 220 MM	UN	1	600.000	600.000
PIPING DESCARGA BOMBAS DE 5" X 1 1/2"				
CARRETILLA DE CAMBIO POSICIÓN INSERTO DESCARGA BRIDA BRIDA 4"	UN	6	42.000	252.000
PIPING DESCARGA RIEGO DE 4" 1 1/2"	UN	1	1.080.000	1.080.000
VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE 4" POR 3 BOMBAS	UN	3	95.700	287.100
VÁLVULAS DE CORTE DE 4" POR BOMBA CONEXIÓN BRIDA	UN	3	97.000	291.000
VÁLVULA DE ALIVIO 2"	UN	3	75.000	225.000
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL 4"	UN	3	123.000	369.000
MONTAJE, CONEXIONES Y SOLDADURAS EN TERRENO	UN	1	1.380.000	1.380.000
PERNOS Y EMPAQUETADURAS	UN	1	144.000	144.000

PIPING CONEXIÓN ESTANQUE HIDRONEUMÁTICO	UN	1	150.000	150.000
PERNOS Y EMPAQUETADURAS	UN	1	84.000	84.000
PROV E INST DE BOMBA SUMERGIBLE SENTINA Y PIPIN DE DESCARGA ACERO 2"				
ELCTROBOMBA SUMERGIBLE PARA AGUAS SUCIAS MARCA PENTAX DXT 100	UNI	1	371.000	371.000
PIN PING DE DESCARGA EN ACERO GALVANIZADO EN 3"	UNI	1	190.000	190.000
VÁLVULAS DE RETENCIÓN	UNI	2	54.000	108.000
ALUMBRADO INTERIOR DE SALA	UNI	2	120.000	240.000
ACOMETIDA INTERIOR CON DOS EQUIPOS SELLADOS DE 1 X 20 W				
INTERRUPTOR Y ENCHUFES DE SERVICIO				
PEDESTALES Y SOPORTE EN METAL PARA FIJACIÓN DE BOMBAS Y SOPORTES DE VIBRACIÓN LINEAL PARA 3 EQUIPOS	UNI	1	600.000	600.000
PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CONTROL Y FUERZA	UNI	1	150.000	150.000
AJUSTE RODETES PUNTA DE EJES	UNI	3	50.000	150.000
PROV E INSTALACIÓN CHORROS ORNAMENTALES				
PITONES DE ORNAMENTALES TOBERAS FLUJO CONTINUO 18 MM	UNI	8	345.000	2.760.000
TUBO CCC 400 MM	UNI	8	35.000	280.000
AIREADORES	UN	10,00	187.500	1.875.000
VACIADO TRANQUE NUEVO				
VALVULA SALIDA STORZ 2"	UNI	12	64.753	777.032
COLLARIN ARRANQUE 90x2"	UNI	12	4.320	51.840
TERMINAL HE 2" GALVANIZADO	UNI	24	5.719	137.246
NIPLE LARGO GALV. HE-HE 1.00m	UNI	12	32.400	388.800
NIPLE CORTO GALV. HE-HE 0.50m	UNI	12	16.200	194.400
CODO GALV. HI-HI 2"	UNI	12	7.164	85.973
COLPLA GALV. 2"	UNI	24	5.854	140.486

CÁMARA DE SEGURIDAD GUARDA VÁLVULAS TIPO 1 (item 10.5.2.1)	UNI	12	219.861	2.638.332
SUELO GRAVILLA (item 6.2.1.3.5)	MT3	1	7.293	7.293
		TOTAL OOE		35.310.827
	GASTOS GENERAL		24%	8.474.598
				43.785.425
	UTILIDAD		10%	4.378.543
			NETO	48.163.968
			IVA	9.151.154
			TOTAL	57.315.122
			AAO	37.140.464
			TOTAL	94.455.586
			TOTAL NETO	\$ 58.186.245

OOE=Obras Extraordinarias

AAO=Aumento de obras

ANEXO 7. Registro fotográfico del proyecto.



Sector sur de la laguna, sobre el puente que atraviesa la laguna



Sector sur de la laguna, sobre el radier para estructura de “Mega Juego”



Sector norte de la laguna, desde muelle de laguna.



Sector oeste de la laguna, entre “Aula Abierta” y muelle.