

# Plan de Riego Condominio Mantagua

**Junio 2021**



**Rev. 0**

# Plan de Riego Condominio Mantagua

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CANTIDAD DE EFLUENTE</b>	<b>3</b>
2.1	Volumen de afluente	3
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AFLUENTES</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL EFLUENTE</b>	<b>4</b>
4.1	Caracterización del efluente	4
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE MANEJO AGUAS TRATADAS</b>	<b>5</b>
5.1	Sistema de manejo del Efluente	5
5.2	Características edafológicas del terreno	6
5.3	Características de cursos de agua	10
5.3.1	Cursos de agua Superficial	10
5.3.2	Cursos de agua subterránea, derechos de aprovechamiento del proyecto	11
<b>6</b>	<b>BALANCE DE NITRÓGENO</b>	<b>11</b>
6.1	Componentes del balance de nitrógeno	11
6.2	Cálculos de balance de nitrógeno Fracción Líquida	12
<b>7</b>	<b>BALANCE HÍDRICO</b>	<b>13</b>
7.1	Demanda hídrica	13
7.2	Evapotranspiración de cultivo (ETc.)	13
7.3	Demanda hídrica neta, DHN	15
7.4	Demanda hídrica bruta o tasa de riego	16
7.5	Balance hídrico del plan de Riego	17
7.6	Metodología de riego	18
<b>8</b>	<b>PLAN DE CONTROL DE EMERGENCIAS</b>	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>20</b>

## TABLAS

Tabla 2-1. Caudal de afluente a tratar	3
Tabla 4-1: Composición del efluente del sistema de tratamiento para riego	4



Tabla 6-1: Resumen del balance de Nitrógeno (Pasto) .....	12
Tabla 7-1: Valores de Kc para Pasto .....	14
Tabla 7-4: Valores de precipitación y evapotranspiración promedios utilizados para los cálculos realizados .....	15
Tabla 7-5. Demanda Hídrica Neta de cultivo de Pasto .....	16
Tabla 7-8. Demanda Hídrica Neta .....	17
Tabla 7-9. Demanda Hídrica Neta de cultivos .....	18

## FIGURAS

Figura 5-1. Sectores de Riego.....	6
------------------------------------	---

## 1 Introducción

Condominio Mantagua, propone la implementación de un sistema de riego con agua tratada, mediante un sistema de tratamiento biológico aeróbico del tipo Lodos Activados, el sistema seta basado en el riego de áreas verdes, fundamentado en las características del efluente, las condiciones hidrológicas y la demanda de agua y nutrientes de estas especies regadas

En el presente documento se detallan los antecedentes descriptivos del predio, las características del efluente y la base de cálculos que permiten establecer las condiciones de riego con efluente proveniente de la planta de tratamiento.

## 2 Cantidad de Efluente

### 2.1 Volumen de afluente

El volumen de afluente producido en el condominio se compone efluentes provenientes de las diefrenetes áreas del condominio. Considerando que el mayor aporte de caudal se produce durante el periodo de verano, ya que el condominio tiene un uso fundamentalmente de uso recreacional. A continuación se presenta el consumo de agua de los ultimos 12 meses, de las viviendas que descargan al sistema de tratamiento de aguas servidas.

**Tabla 2-1. Caudal de afluente a tratar**

Consumo agua Potable				Aguas Servidas
Periodo 2020 - 2021	Arranques (Viviendas)	Consumo m3 /mes	Uso Riego Particular m3/mes	Dotación sistema de alcantarillado m3/mes
MAYO	177	6.283	628	4.524
JUNIO	177	3.551	355	2.557
JULIO	177	2.803	280	2.018
AGOSTO	177	4.037	404	2.907
SEPTIEMBRE	177	3.938	394	2.835
OCTUBRE	196	5.261	526	3.788
NOVIEMBRE	196	5.658	566	4.074
DICIEMBRE	196	6.298	630	4.535
ENERO	203	8.827	883	6.355
FEBRERO	215	5.700	570	4.104
MARZO	192	6.006	601	4.324
ABRIL	175	4.612	461	3.321
<b>TOTAL m3/año</b>		<b>62.974</b>	<b>6.297</b>	<b>45.341</b>

Fuente: Elaboración propia, 2021



### 3 Sistema de tratamiento de afluentes

El efluente tratado que se utilizará para riego proviene de las aguas obtenidas en un sistema de tratamiento del tipo biológico aeróbico, que consiste fundamentalmente en un siste de lodos activados.

## 4 Caracterización del Efluente

### 4.1 Caracterización del efluente

El sistema de tratamiento generará un efluente que presentará las características que se muestran en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1: Composición del efluente del sistema de tratamiento para riego**

Parámetro	Límite Máximo Segun NCh1333	Muestra
Aluminio (mg/L)	5	0,067
Arsenico (mg/L)	0,1	0,0013
Bario (mg/L)	4	0,015
Berilio (mg/L)	0,1	<0,05
Bora (mg/L)	0,75	<0,5
Cadmio (mg/L)	0,01	<0,002
Calcio (mg/L)	—	29,7
Cianuro (mg/L)	0,2	<0,01
Clonuros (mg/L)	200	115
Caballo (mg/L)	0,05	<0,005
Cobre (mg/L)	0,2	0,010
Cromo total (mg/L)	0,1	0,058
Fluonuro (mg/L)	1	0,129
Hierro (mg/L)	5	0,074
Litio (mg/L)	2,5	<0,01
Magnesia (mg/L)	--	24,8
Manganeso (mg/L)	0,2	0,021
Mercurio (mg/L)	0,001	<0,0002
Molibdeno (mg/L)	0,01	0,030
Niquel (mg/L)	0,2	<0,03
Plata (mg/L)	0,2	<0,005
Plomo (mg/L)	5	<0,01
Potasio Total (mg/L)	--	19,0
S61idos disueltos totales (mg/L)	0Vertabla	746
Selenio (mg/L)	0,02	0,0012
Sodio (mg/L)	--	131
Sodio porcentual (%)	35	13,86
Sulfatos (mg/L)	250	123
Vanadio (mg/L)	0,10	0,007



Zinc(mg/L)	2	0,043
Microbiología		
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	5.000
Físico-Química		
• Temperatura (T) (°C)	--	22,3
Conductividad 25°C (uS/cm)	Cultivo Sensible	1.104
pH a 25°C (T) (Unidades pH)	5,5 < M < 9,0	7,49

Fuente: Análisis realizado al afluente, 2021 se Anexan resultados de Laboratorio, 2021



## 5 Análisis de Manejo Aguas Tratadas

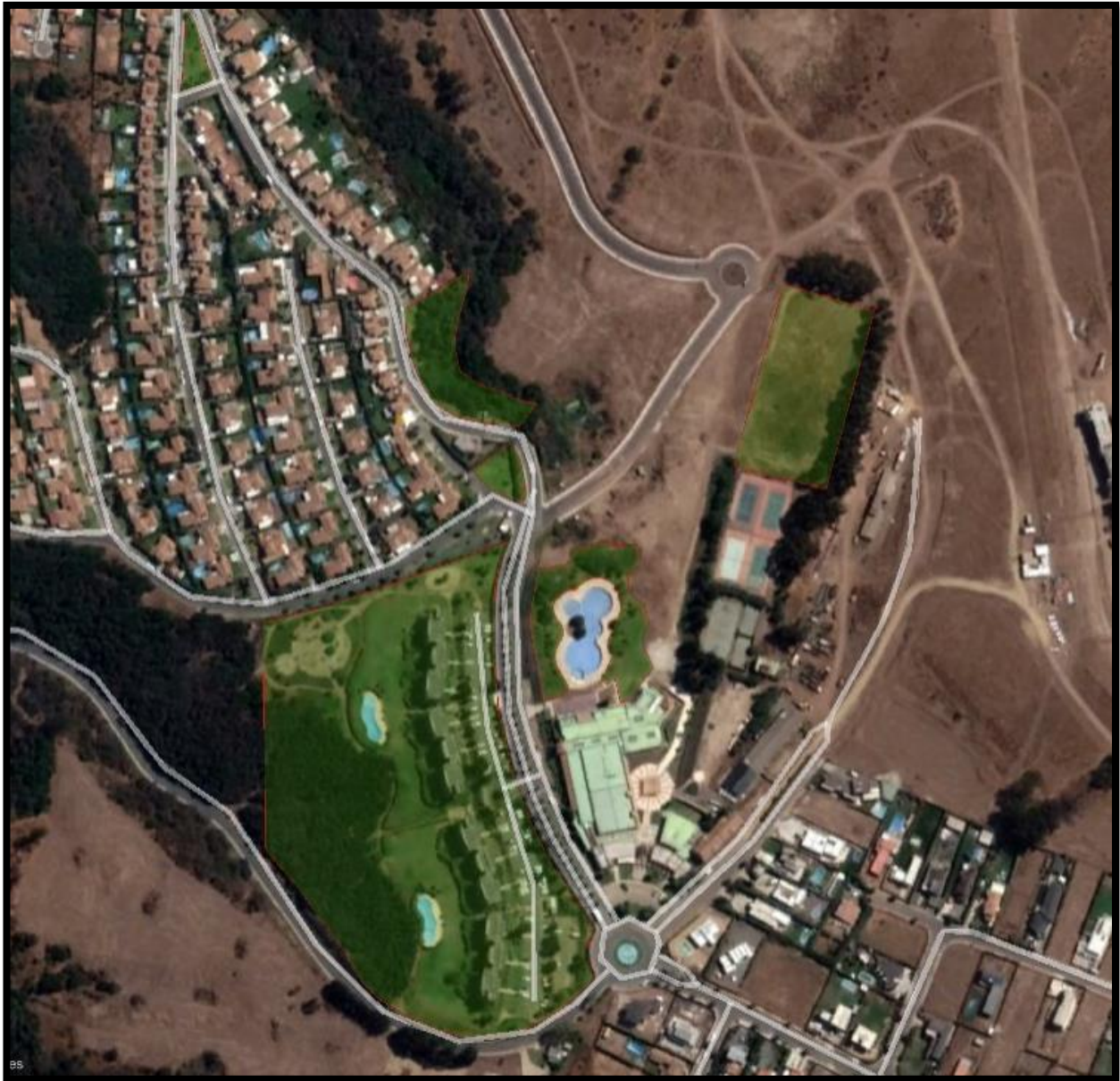
### 5.1 Sistema de manejo del Efluente

El efluente será impulsado desde la planta de tratamiento, hasta la zona de bombeo para riego.

El caudal estimado en la actualidad, en base a lo dimensionado para el sistema de riego actual, es de 124 m<sup>3</sup>/día. De esta forma se obtiene un promedio de 1,43 lt/sg, con un máximo nominal de 1,5 lt/sg y un mínimo nominal de 1 lt/sg.

Con el objetivo de facilitar la gestión y la disposición de los efluentes tratados, se definieron unidades de manejo para el predio, que estarán conformadas por sistemas de riego por goteo y aspersión con características similares tanto de suelos, plantas y nutrientes, los sectores tienen una superficie total de 5,47 ha y se presentan en la Figura 5-1.

**Figura 5-1. Sectores de Riego**



## 5.2 Características edafológicas del terreno

Para la caracterización de los suelos del área de riego del presente proyecto, se realizó un estudio agrológico donde se detalló el suelo tipo en la zona mediante descripción edafológica.



De acuerdo con la información recopilada, a partir del estudio que posee el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) para el sector donde se inserta el Área de Influencia de este proyecto denominado "Estudio Agrológico V Región", las áreas de riego se localizan dentro de la unidad descrita como Serie Mantagua (MNG).

La serie mantagua es un miembro de la Familia franca fina, térmica de los Ochreptic Haploxeralfs Alfisol.

Suelo sedimentario, moderadamente profundo; de textura superficial franco arenosa muy fina y de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR y textura franco arcillosa, de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en profundidad. Descansa sobre arenisca cuarcífera cementada por sílice. Ocupa una fisiografía de terraza martina, disectada y que constituye lomajes ondulados. Suelos de permeabilidad moderada y de buen drenaje. Presenta cristales de cuarzo y mica en todo el perfil.

### **Características Físicas y Morfológicas del Pedón**

#### **Profundidad (cm)**

0 - 18 A <sub>1</sub>	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo; franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muy friable en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos y medios abundantes; actividad biológica escasa. Cristales de mica y cuarzo comunes. Límite ondulado, claro.
18 - 36 B <sub>1</sub>	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo; franca; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas abundantes y medias comunes; poros finos, medios y gruesos comunes; actividad biológica escasa. Concreciones y manchas ferromangánicas escasas. Cristales de cuarzo abundantes y mica común. Límite ondulado, difuso.
36 - 51 B <sub>t</sub>	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo; franco arcillosa; plástico y adhesivo; firme en húmedo; maciza, que se parte en bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes y medias escasas; poros finos abundantes, medios y gruesos escasos. Cutanes discontinuos, delgados, escasos. Manchas y concreciones ferromangánicas abundantes. Cristales de cuarzo muy abundantes. Ligeramente compactado por hierro y manganeso. Límite ondulado, difuso.



51 - 85 B <sub>3</sub>	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en húmedo; franca; ligeramente plástico y adhesivo; firme en húmedo; maciza. Raíces finas muy escasas; poros finos escasos; actividad biológica no se observa. Cutanes discontinuos, delgados, escasos, en cara de agregados. Concreciones y manchas ferromangánicas muy abundantes. Cristales de cuarzo muy abundante. Moderadamente compactado.
85 - 100 C	Arenisca cuarcífera.

### Rango de Variaciones

La profundidad efectiva del suelo varía entre 40 y 85 cm. y descansa sobre una arenisca cuarcífera parcialmente cementada por sílice. Ocupa una topografía de lomajes ondulados con pendientes dominantes de 3 a 10% y disectadas por quebradas. El drenaje varía de bueno a imperfecto.

En el horizonte A1 la textura varía de franco arenosa muy fina a franca, de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR, el valor es 3 y el croma varía entre 2 y 4. De estructura de bloques subangulares medios a finos, débiles a moderados.

En el horizonte B1 la textura varía de franca a franco arcillo arenosa y el color dominante es pardo rojizo oscuro a rojo amarillento en el matiz 5YR, el valor varía entre 3 y 4 y el croma entre 3 y 6.

En el horizonte Bt la textura es franco arcillosa a franco arcillo arenosa y el color varía de pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR a pardo oscuro en el matiz 7.5YR. De estructura maciza a bloques subangulares.

En el horizonte B3 la textura varía de franca a franco arcillo arenosa y el color de pardo rojo a pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR y el valor varía entre 3 y 4 y el croma entre 3 y 4, a pardo oscuro en el matiz 7.5YR.

### Ubicación

Esta Serie se describió en la Ortofoto N° 19475, Estación Colmo, a 6.356,7 Km. Lat. UTM. y a 268,05 Km. Long. UTM.

### Posición

Ocupa una posición de terraza marina, muy disectada, con pendientes dominantes de 3 a 10%.

### Variaciones de la Serie Mantagua

En el área del proyecto se identifica la variación MNG-4:

Corresponde la Fase de textura superficial franco arenosa muy fina, ligeramente profunda, ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente, de drenaje moderado y erosión ligera. Se clasifica en:



Capacidad de Uso	: IVs8	Clase de Drenaje	: 4
Categoría de Riego	: 4t	Aptitud Frutal	: E
Erosión	: 1	Aptitud Agrícola	: 4

Figura 5-2. Capacidad de uso y series de suelo en el área del proyecto



Fuente: "Estudio Agrológico Ciren"





### 5.3.2 Cursos de agua subterránea, derechos de aprovechamiento del proyecto

Respecto de la zona donde se encuentra la cuenca de estudio, los "acuíferos libres a semiconfinados de importancia regional tienen depósitos muy permeables (arenas y gravas finas) y nivel freático variable, que llega a 18 m en toda la parte baja del sector. La profundidad de la napa freática en el área de estudio se encuentra entre 15 a 20 metros (sistema somero). El flujo principal de las aguas subterráneas presenta una dirección paralela al Estero Mantagua, incorporándose a ese flujo aportes de agua provenientes de quebradas

## 6 Balance de nitrógeno

### 6.1 Componentes del balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno implica la integración de las entradas, salidas y ciclos donde se encuentra involucrado el nitrógeno en el medio ambiente.

Con aplicación de efluente tratado se realizó la siguiente ecuación:

$$N = (CN + FL + FS + RA + M) - (EP + D + V + L)$$

Donde:

N	=	Nitrógeno presente en el perfil de suelo o residual
CN	=	Contenido de N inicial en el suelo
FL	=	Aporte de N por aplicación de la fracción líquida
FS	=	Aportes de N por aplicación de la fracción sólida
RA	=	Aporte de N contenido en rastrojos
M	=	Mineralización de N orgánico
EP	=	Extracción de N por las plantas
D	=	Desnitrificación
V	=	Volatilización de N
L	=	Lixiviación de N

Todos los valores se expresan en carga de N por unidad de superficie.

La fertilización estará dada por la tasa de aplicación de nitrógeno a través de riego con efluente y fracción líquida, la que se calcula:

- A partir de la concentración de nitrógeno del efluente de salida del sistema de tratamiento (15 mg/l), el caudal (124 m<sup>3</sup>/día) y la superficie de terreno disponible para riego (5,47 ha). De acuerdo con lo anterior, la tasa de aplicación de nitrógeno para el primer año es de 0,012 kg-N/ha/año.

La mineralización, depende principalmente de condiciones de drenaje local, para ello se consideraron 125 kg-N/ha/año, valor que la literatura menciona como representativo de zonas agrícolas.



Las condiciones locales de actividades antrópicas como el transporte, la industria y la agricultura pueden alterar sustancialmente la tasa de emisión natural de nitrógeno a la atmósfera y consecuentemente, incrementar su depositación en el suelo. De acuerdo con la literatura, para Chile Central, se estima un valor de 2,9 kg-N/ha/año de depositación de N atmosférico.

Respecto de la extracción de N por las plantas se consideran valores de 276 kg-N/ha/año para plantaciones de Pasto (Ballica).

Algunas referencias relacionan los valores de desnitrificación como un porcentaje del N aplicado. Dependiendo del tipo de suelo los valores se presentan entre 6% a un 8%, por su parte, las pérdidas por volatilización de amoníaco se han estimado entre un 10% y 46% (Reynolds and Wold, 1987) para el manejo de Efluentes de cerdo.

Para este balance se considerará un valor global por pérdidas gaseosas de N de 30% del nitrógeno aplicado.

## 6.2 Cálculos de balance de nitrógeno Fracción Líquida

A continuación, se presenta el resumen del balance de nitrógeno, considerando todas las entradas y salidas del sistema, para los diferentes tipos de especies disponibles para cultivo en los sectores definidos para riego en el predio, de acuerdo a lo establecido en la guía de evaluación ambiental, aplicación de efluentes al suelo, del SAG (julio del 2010):

**Tabla 6-1: Resumen del balance de Nitrógeno (Pasto)**

Proceso		N (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
<b>Entrada</b>	Mineralización de N orgánico	125
	Fracción líquida	0,012
<b>Salidas</b>	Extracción de N por las plantas	276
	Volatilización y Denitrificación	144
	Lixiviación	0
<b>Entradas-Salidas</b>	Balance de nitrógeno	-294

Fuente: Elaboración propia, 2021



De este balance se desprende que la concentración de nitrógeno aplicado al suelo es extremadamente baja ya que la demanda de nutrientes por parte de las plantas es sustancialmente mayor, lo que indica que no existe posibilidad de acumulación de nutrientes en el suelo, ni infiltración de estos hacia las aguas subterráneas.



## 7 Balance hídrico

La tasa de aplicación de los efluentes utilizados como agua de riego en las plantaciones, será calculada en base a un balance hídrico específico de la especie, considerando para ello las necesidades específicas de agua de la especie a regar, la evapotranspiración del sistema agroecológico, las precipitaciones anuales y la eficiencia del método de riego, obteniendo con estos valores la necesidad bruta de riego del cultivo.

Esta situación permite controlar que el agua utilizada sea totalmente consumida por las plantaciones y a la vez indicará cuales son los momentos del año donde se deberán tomar precauciones especiales con referencia al riego.

### 7.1 Demanda hídrica

La demanda hídrica se define como la cantidad de agua necesaria para que los cultivos desarrollen su máximo potencial productivo, en función de la cantidad de agua necesaria para el desarrollo de sus procesos fisiológicos (respiración y fotosíntesis), manteniendo los otros factores de producción constantes.

La relevancia de este parámetro en el marco del proyecto radica en que define la capacidad del sistema para recibir los efluentes de la planta de tratamiento en forma de agua de riego, asegurando la total utilización del recurso por parte de las especies a regar.

Para determinar la demanda hídrica se requiere conocer los parámetros que a continuación se definen.

### 7.2 Evapotranspiración de cultivo (ETc.)

Indica la altura de la lámina de agua que una superficie plantada necesita absorber para llevar a cabo sus funciones metabólicas y de refrigeración. Depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente, además de la condición de humedad del suelo. Generalmente se determina a través de la evapotranspiración potencial y un coeficiente de cultivo.

$$ETc = ETo * Kc$$

ETc, evapotranspiración de cultivo (mm/mes)

ETo, evapotranspiración potencial (mm/mes)

Kc, coeficiente de cultivo

El coeficiente de cultivo (Kc) describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, el que es distinto para cada especie y cada estado de desarrollo vegetativo.



El Kc utilizado para los cálculos del proyecto se muestra en la Tabla 7-1 y Tabla 7-2 los cuales se ajustan a las condiciones climáticas y características fenológicas de las especies a regar. Se consideró utilizar estos valores de referencia porque el coeficiente Kc es fundamental para representar el consumo de agua de una población vegetal de forma precisa.

**Tabla 7-1: Valores de Kc para Pasto**

Mes	Pasto
Enero	0,9
Febrero	0,9
Marzo	0,9
Abril	0,9
Mayo	0,9
Junio	0,9
Julio	0,9
Agosto	0,9
Septiembre	0,9
Octubre	0,9
Noviembre	0,9
Diciembre	0,9

Fuente: Comisión Nacional de Riego y Universidad de Concepción. ●●●●

A continuación, se muestran las precipitaciones medias y la evapotranspiración de referencia necesaria para estimar la evapotranspiración de los cultivos. Este dato representa la altura de agua que es evapotranspirada por una cubierta vegetal media (80 - 120 cm), continua y sin restricciones bióticas o abióticas, en otras palabras, representa la demanda hídrica atmosférica en diferentes momentos del año. El coeficiente Kc, corrige esta condición de referencia a una condición real en función de las propiedades de la planta.

**Tabla 7-2: Valores de precipitación y evapotranspiración promedios utilizados para los cálculos realizados**

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) (2011- 2021) <sup>1</sup>	EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (mm) <sup>2</sup>
Enero	0,26	136
Febrero	0	128
Marzo	0,4	107
Abril	0,16	78
Mayo	33	50
Junio	74	28
Julio	46	21
Agosto	50	28
Septiembre	7,8	50
Octubre	17	78
Noviembre	0,8	107
Diciembre	1,6	128

Fuente: Estación Quinteros DGM 2011 – 2021



### 7.3 Demanda hídrica neta, DHN

Se obtiene a través de la diferencia entre la evapotranspiración de cultivo (ETc) y el aporte de la precipitación (Tabla 7-2), particularmente, de la precipitación efectiva, la que corresponde a la fracción de la precipitación total que puede ser aprovechada por el cultivo. La fracción que no es utilizada, puede perderse en forma de escorrentía superficial, percolación profunda o evaporación. La importancia de considerar una precipitación efectiva radica en el hecho de que en periodos de alta precipitación es posible que el cálculo tienda a sobrestimar la evapotranspiración del cultivo dado que se considera una mayor disponibilidad de agua. A





continuación, se presenta en las siguientes tres tablas la demanda hídrica neta (DHN) para cada uno de los cultivos que se realizarán en forma alternada en los sectores de riego.

**Tabla 7-3. Demanda Hídrica Neta de cultivo de Pasto**

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) (2011-2021) <sup>1</sup>	EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (mm) <sup>2</sup>	ETC Pasto mm	DHN Pasto mm
Enero	0,26	136	122,4	122,14
Febrero	0	128	115,2	115,2
Marzo	0,4	107	96,3	95,9
Abril	0,16	78	70,2	70,04
Mayo	33	50	45	12
Junio	74	28	25,2	0
Julio	46	21	18,9	0
Agosto	50	28	25,2	0
Septiembre	7,8	50	45	37,2
Octubre	17	78	70,2	53,2
Noviembre	0,8	107	96,3	95,5
Diciembre	1,6	128	115,2	113,6
Total	231	939	845,1	714,78

Fuente: Elaboración propia, 2021



## 7.4 Demanda hídrica bruta o tasa de riego

La demanda hídrica bruta o tasa de riego, da cuenta del volumen de agua que es preciso aplicar a una superficie unitaria (1 ha) de cultivo, para satisfacer su demanda hídrica neta.

El volumen definitivo de agua que será aplicado, depende de la eficiencia de aplicación del riego, según:

$$TR = \frac{DHN}{\% \text{ Ef riego (porcentual)}}$$

Donde:

TR = Tasa de riego

DHN = Demanda hídrica neta

Ef riego = Eficiencia de riego



En este caso el cálculo precisa el agua que realmente es necesario aplicar considerando las pérdidas inherentes al tipo de sistema de riego, en este caso fue considerado un 70% asociado a un riego de tipo que basa su sistema en un sistema de aspersores. A continuación, en la siguiente tabla se presenta la tasa de riego.

**Tabla 7-4. Demanda Hídrica Neta**

MES	Tasa Riego Pasto mm
Enero	174,5
Febrero	164,6
Marzo	137,0
Abril	100,1
Mayo	17,1
Junio	0,0
Julio	0,0
Agosto	0,0
Septiembre	53,1
Octubre	76,0
Noviembre	136,4
Diciembre	162,3
TOTAL	1021,1

## 7.5 Balance hídrico del plan de Riego

La oferta generada por el proyecto en esta etapa de contingencia asciende a 124 m<sup>3</sup>/día de efluente líquido, lo que expresado como caudal disponible por hectárea (considerando las 5,74 ha) se traduce en volúmenes diarios de 2,3 lt/m<sup>2</sup>, monto que es sustantivamente menor a los requerimientos hídricos anuales de la plantación, como se aprecia en la Tabla 7-5, la demanda de los cultivos es sustancialmente más alta que el volumen producido por el proyecto, lo que implica que la diferencia se abastecerá con agua proveniente del sistema de riego tradicional.

**Tabla 7-5. Demanda Hídrica Neta de cultivos**

MES	Demanda Hídrica Pasto mm	Oferta hídrica efluente mm
Enero	174,5	69
Febrero	164,6	69
Marzo	137,0	69
Abril	100,1	69
Mayo	17,1	69
Junio	0,0	69
Julio	0,0	69
Agosto	0,0	69
Septiembre	53,1	69
Octubre	76,0	69
Noviembre	136,4	69
Diciembre	162,3	69
<b>TOTAL</b>	<b>1021,1</b>	<b>839,5</b>

## 7.6 Metodología de riego

El riego se realizará por método de pivotes con aspersores, si bien la eficiencia de este sistema de riego alcanza teóricamente el 70%, serán manejados de forma tal de lograr una alta eficiencia de aplicación y distribución uniforme del agua a lo largo de la superficie a regar, sin generar ningún problema de apozamiento o distribución heterogénea del agua.

Entre las precauciones a tomar para evitar que el efluente tratado percole a napas subterráneas o escurran a cursos superficiales, se considerarán:

1. En el sentido del riego, la pendiente será uniforme y no superior al 3%, para que no se produzca escurrimiento superficial, ni se erosione el horizonte superficial del suelo. Para pendientes superiores se deberá considerar el riego siguiendo el sentido de las curvas de nivel
2. Se deberán realizar chequeos periódicos de los sistemas de distribución para detectar posibles fugas de agua
3. Se evitará el uso de volúmenes excesivos de agua que produzcan condiciones de anegamiento, con un efectivo control de la eficiencia del riego. Esto considera la suspensión del riego en días donde las precipitaciones sean importantes



4. No se aplicarán efluentes en suelos que presenten niveles de humedad superiores al 80 % o bien se encuentren saturados. La humedad se medirá con higrómetro subsolar
5. Se regarán paños pequeños, con lo que se podrá manejar mejor el efluente aplicado y se logrará una mejor distribución del mismo
6. Durante todo el periodo de riego se contará con la presencia de una persona responsable, encargada de vigilar que el agua al momento del riego no produzca escurrimientos

## 8 Plan de control de emergencias

A continuación, se describen las acciones planificadas para controlar los principales riesgos ambientales asociados al de manejo de efluentes líquidos. El objetivo de esta planificación es minimizar las posibles situaciones de emergencias que pudieran ocasionar los siguientes efectos:

- Contaminación del suelo con materia orgánica, nitrógeno y otros contaminantes
- Generación de focos de proliferación de vectores sanitarios
- Emisión de olores molestos para la comunidad

Se adoptarán las siguientes medidas para controlar eventuales emergencias asociadas a la ejecución del plan de manejo:

### a) Derrames de líquidos durante la acumulación y conducción

- Medidas preventivas: Se mantendrán las conducciones limpias y en buenas condiciones, para lo cual se realizarán periódicamente campañas de limpieza y mantenimiento
- Medidas de contingencia: En caso de ocurrencia de derrames se dispondrá de personal debidamente entrenado que ejecutará el siguiente plan de acción: (1) detener la fuente del derrame mediante limpieza o reparación de estanque y conducciones; (2) limpiar el derrame y disponer el líquido en el sistema de tratamiento

### b) Desperfecto en bombas:

- Medidas preventivas: Se mantendrán las bombas en adecuadas condiciones de funcionamiento, para lo cual se seguirán las recomendaciones técnicas en relación con la operación y realización de revisiones y mantención mecánica periódicas
- Medidas de contingencia: Se detendrá la bomba y se solicitará asistencia técnica. En caso de ser necesario, se pondrá en funcionamiento una bomba auxiliar



## 9 Conclusiones

- Las condiciones que presenta este plan de manejo demuestran ser favorables para desarrollar un sistema integral y sustentable, ya que la adición de superficies de terreno utilizables para la aplicación del efluente, permiten implementar la práctica permanente de periodos de descanso a los sectores que presenten niveles altos de humedad, luego de un periodo de aplicación
- Las características generales del predio, en cuanto a su edafología, disponibilidad de nutrientes, topografía y condiciones climáticas, hacen favorable su utilización para el riego con efluentes tratados, de diferentes cultivos, ya que al realizar los balances de nitrógeno se puede apreciar que existe gran capacidad para su utilización como nutriente
- Si bien el volumen de riego y el aporte de nitrógeno derivado del efluente son insuficientes para suplir los requerimientos de las plantas en general, se estima que las dosis de nutrientes aportadas al suelo son adecuadas, considerando la condición inicial del suelo en cuestión y el déficit hídrico característico de la zona en los periodos de máxima demanda
- Los volúmenes de Efluente, y acondicionamiento de suelo respectivamente, son muy bajos y los efectos ambientales desfavorables que estos puedan generar, tal como erosión superficial, contaminación de cuerpos de agua con nitratos, percolación de nitratos y salinización de suelo, se ven minimizados sustantivamente al considerar su aplicación en una superficie de 5,4 ha para liquido, la cual está considerada en el presente proyecto
- El sistema de manejo Efluentes se ha desarrollado incorporando el concepto de sustentabilidad ambiental, considerando la extracción de la biomasa vegetal generada, producto de la aplicación del efluente como riego. En el caso de las herbáceas, estas serán cortadas cada temporada.
- El presente plan de manejo de efluentes será actualizado anualmente con base en los análisis anuales que se realizarán de suelo y de efluente tratado, el cual será presentado al SAG para su revisión y aprobación correspondiente y luego informado a la SMA.