



Real Federación Española de Golf
C/ Arroyo del Monte, 5
28035 Madrid
T +34 91 376 91 30 F +34 91 556 32 90

GREEN SECTION RFEG

Asunto

SITUACIÓN SISTEMA DE RIEGO CNG

Septiembre, 2015

Presentes: D. Julián Zulueta, Director Departamento Infraestructuras RFEG
D. David Gómez Agüera, Director Green Section
D. Luis M. Casado, Técnico Green Section
D^a. Elena Cadenas, Becaria Green Section RFEG

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	Pag 3
1.1. Plan hidrológico 2015-2021.....	Pag.3
1.2. Suministro agua regenerada Canal Isabel II	Pag. 3
2. ANTECEDENTES.....	Pag 3-5
3. SOLUCIÓN RECOMENDADA	Pag. 5-7
4. EJECUCIÓN	Pag. 7-10
5. PRESUPUESTO.....	Pag 10-11
6. MOTIVOS QUE JUSTIFICAN LA REFORMA DEL SISTEMA DE RIEGO.....	Pag. 11-12
7. CONCLUSIONES	Pag. 12

INFORME SITUACIÓN SISTEMA DE RIEGO

CENTRO NACIONAL DE GOLF

SEPTIEMBRE 2015

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe pretende analizar y evaluar la situación actual del CNG con respecto al recurso más importante y necesario del que dispone: El agua de Riego.

Durante este año han surgido una serie de factores que afectan a la gestión del sistema de riego de forma importante. Principalmente encontramos los siguientes:

1. Plan Hidrológico 2015-2021. La Confederación Hidrográfica del Tago, en la cual se ubica el CNG, ha desarrollado su Plan Hidrológico para los próximos años en el que establece con respecto a la dotación de agua de riego para todos los campos de golf de su cuenca una cantidad de agua de 6.000 m³/ha/año independientemente de su origen. Esta dotación representa una disminución de un 33,3% del agua disponible para riego con respecto a la media de las necesidades anuales en el CNG (9.000 m³/ha/año). La superficie de riego actual es de 42,66 ha (se ha tramitado ante Confederación la petición de ampliación de la superficie real de riego a 49,52 ha) por lo que las cantidades anuales de agua necesarias y las suministradas son las siguientes:

Agua Real Necesaria: 49,52 ha x 9.000 m³/ha/año = 445.680 m³/año.

Agua Suministrada Confederación: 286.000 m³/año.

Déficit Concesión: 159.680 m³/año.

2. Suministro agua regenerada Canal Isabel II. Desde el pasado 28 de Mayo ha comenzado el suministro de agua regenerada procedente del Canal de Isabel II. La normativa obliga al uso de esta agua para el riego del campo de golf. El coste de esta agua es de 0,45 €/m³ por lo que se debe tener en cuenta este factor a la hora de realizar la gestión de agua al suponer un coste muy importante. Toda reducción del agua empleada y/o un mejor empleo de la misma permite un ajuste económico de esta partida.

2. ANTECEDENTES.

El sistema de riego en el CNG se realizó considerando que debía regar de pared a pared, es decir, toda la superficie debía ser regada. Esta premisa fue considerada ya que los taludes tras el movimiento de tierra debían ser contenidos mediante el establecimiento de superficie cespitosa. Por lo que el riego se distribuyó de una forma poco habitual, generando una serie de problemas muy importantes como pueden ser los siguientes:

1. **No existe una distribución de cada uno de los hoyos independiente del resto**, es decir, no se ha realizado la distribución en un eje central de calle y a partir de este eje central realizar la distribución del resto de aspersores. Por este motivo no existe una triangulación adecuada y la zona central de la calle no se riega de forma optimizada

al no poder sectorizar adecuadamente cada uno de los hoyos.



Imagen 1. Zona del campo sin un eje de calle.

2. **Zonas de tee no se encuentran sectorizadas**, existiendo aspersores que riegan zonas de rough que presentan otras necesidades hídricas diferentes.



Imágenes 2, 3 y 4. Zona hoyo 10 en el que se riega con aspersores del tee del hoyo 10. Ambas zonas presentan características diferentes que hacen que sus necesidades y formas de regar sean completamente diferentes. Se prioriza en los tees, dejando la zona de rough del hoyo 18 con una presentación deficiente.

3. **La distribución entre aspersores no es uniforme**, existiendo zonas del campo que tienen una distancia mayor de lo estipulado (18 metros) y otras zonas con distancia

mayor de estos 18 metros.

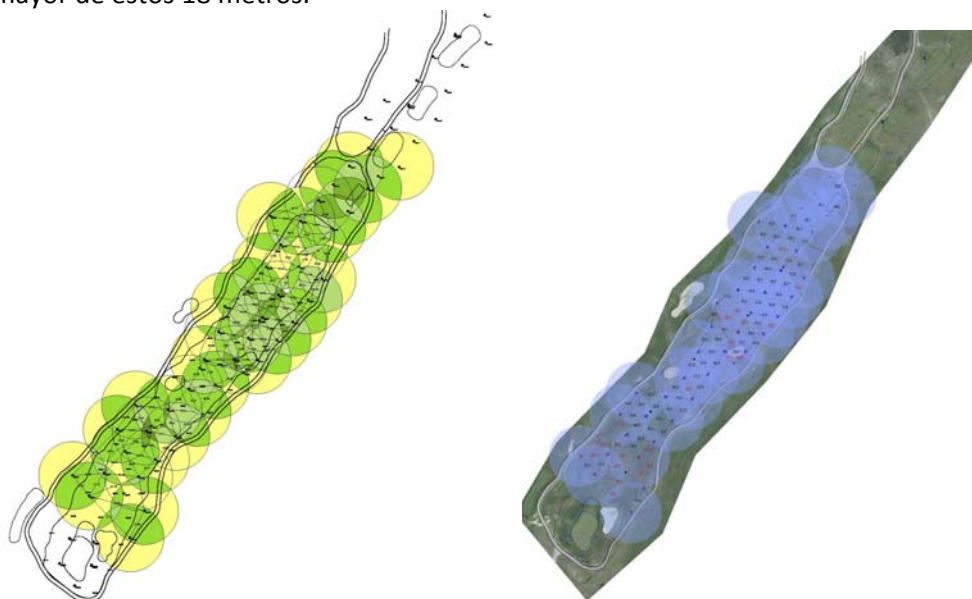


Imagen 5. Zona con banderas de colores para ver distancias entre aspersores o plano con esas distancias.

4. Otros...

Estas deficiencias en el sistema de riego producen una serie de consecuencias negativas para el campo, su mantenimiento y jugabilidad. El objetivo de alcanzar cierta uniformidad es prácticamente imposible y el presentar el campo con un nivel de firmeza adecuado siempre ha supuesto un reto para el equipo de mantenimiento.

Unido a estos aspectos, durante los últimos años la calidad de agua de riego deficiente ha provocado zonas con pérdida de estructura de suelo provocando una pérdida de densidad importante que influía en la jugabilidad y presentación del recorrido.

3. SOLUCIÓN RECOMENDADA.

Tras consultar a diferentes expertos (SURTEC, Pablo Muñoz) en la materia y basado en la experiencia de los Departamentos de Infraestructuras y Green section de la RFEG, concluimos que la situación ideal es realizar un rediseño del riego actual, solución seguida por otros campos, como Javier Martínez, Head Greenkeeper de RCPH.



Imagen 6. Ejemplo de sostenibilidad a partir de la definición exclusiva de áreas importantes del trazado. En la imagen se puede observar como la instalación de riego solo se centra en los tees y calles.

Esta remodelación se basa en las siguientes premisas:

1. El riego en **tees** se localizará **exclusivamente en la plataforma**.
2. El riego se localizará en la calle y parte del rough.
3. Riego en **zona de antegreen** con aspersor giro completo en las zonas próximas al eje central y aspersor de tipo sectorial alrededor.
4. **Riego localizado alrededor** de los **bunkers**.

4. EJECUCIÓN.

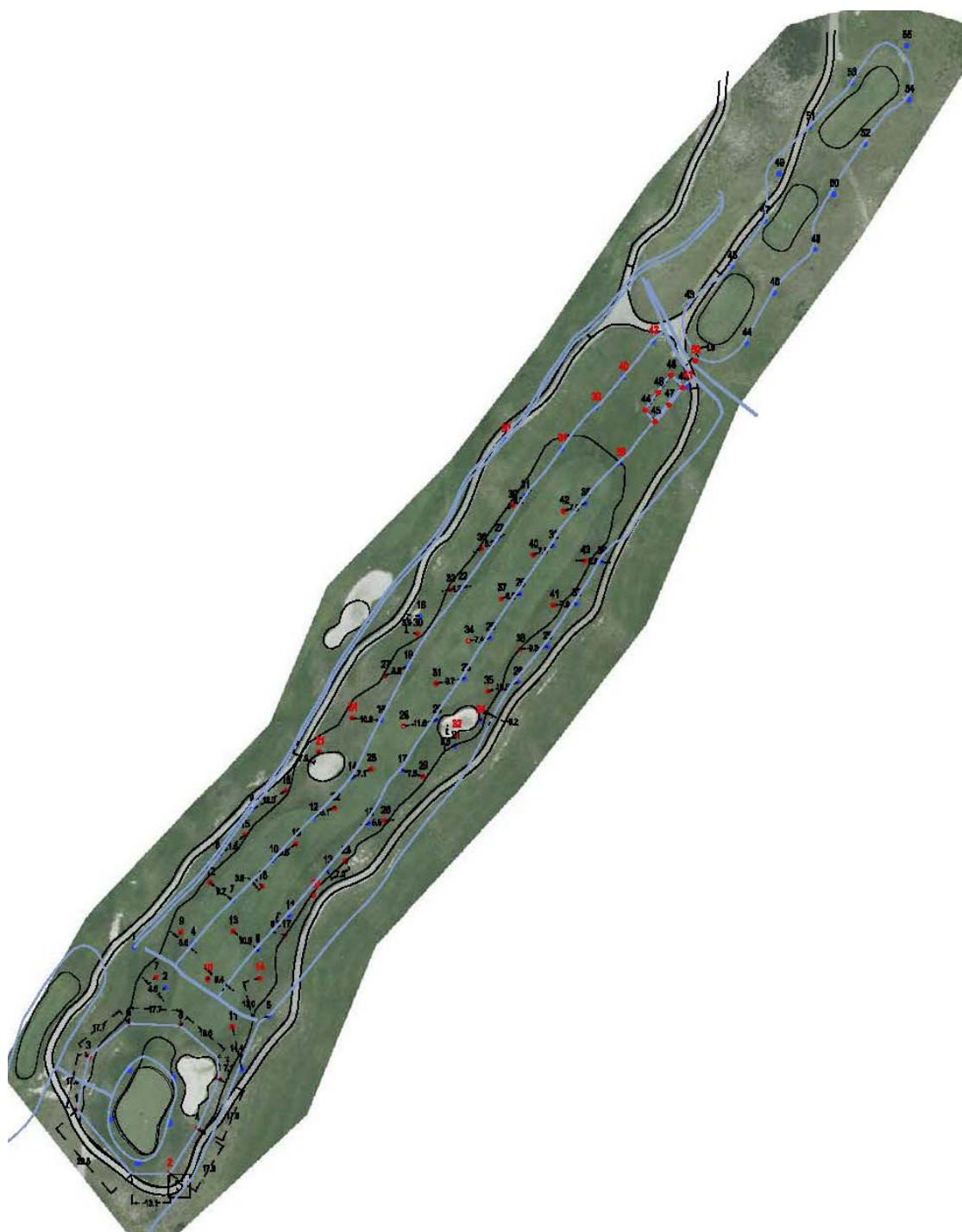
Para analizar este punto se ha realizado un análisis del hoyo 4 del recorrido, donde se ha establecido el eje central de la calle en colaboración con Nacho Gervás, Director Deportivo RFEG y posteriormente se situaron los aspersores sectoriales a partir de esta línea central. A continuación se puede observar los cambios realizados con respecto a la situación inicial.



Imagen 7. Situación inicial hoyo 4.



Imagen 8. Situación final de los aspersores.



***Imagen 6.** Superposición de los dos planos donde se puede observar los movimientos necesarios para alcanzar la nueva situación.*

Esta transformación supone una serie de acciones y materiales que se presentan en la siguiente tabla:

<i>Aspersores proyectados</i>	<i>Aspersores actuales/Solución aportada</i>	<i>Distancia</i>	<i>Tipo de conexión</i>
1	Tubería Ø 63 mm	11,0	Zona antegreen (Tipo 2)
2	Tubería Ø 63 mm	8,2	Zona antegreen (Tipo 2)
3	Tubería Ø 63 mm	13,6	Zona antegreen (Tipo 2)
4	Tubería Ø 63 mm	10,7	Zona antegreen (Tipo 2)
5	Tubería Ø 63 mm	12,0	Zona antegreen (Tipo 2)
6	3	8,7	Zona antegreen (Tipo 2)
8	Tubería Ø 40 mm	14,8	Zona antegreen (Tipo 2)
7	2	4,6	Tipo 1
9	4	5,5	Tipo 1
10	Tubería Ø 63 mm	6,4	Tipo 2
11	Tubería Ø90 mm	5,0	Tipo 1
12	7	9,7	Tipo 1
13	8	10,5	Tipo 1
14	5	13,0	Tipo 1
15	6	11,6	Tipo 1
16	Tubería Ø 63 mm	3,8	Tipo 2
17	11	6,5	Tipo 1
18	9	13,0	Tipo 1
19	10	9,6	Tipo 1
20	Tubería Ø 63 mm	2,3	Tipo 2
21	Tubería Ø 63 mm	7,9	Tipo 2
22	12	8,1	Tipo 1
23	13	6,7	Tipo 1
24	16	10,0	Tipo 1
25	14	7,1	Tipo 1
26	15	5,5	Tipo 1
27	19	8,5	Tipo 1
28	20	11,6	Tipo 1
29	17	7,5	Tipo 1
30	18	5,9	Tipo 1
31	23	9,7	Tipo 1
32	21	3,6	Tipo 1
33	22	4,2	Tipo 1
34	25	7,4	Tipo 1
35	26	10,5	Tipo 1
36	27	6,2	Tipo 1
37	28	6,5	Tipo 1
38	29	9,3	Tipo 1
39	31	5,2	Tipo 1
40	32	7,5	Tipo 1
41	33	7,9	Tipo 1
42	35	7,8	Tipo 1
43	36	5,8	Tipo 1

44	45	5,2	Anillo Tee
45	47	7,4	Anillo Tee
46	48	7,2	Anillo Tee
47	49	7,3	Anillo Tee
48	49	5,8	Anillo Tee
Anillo-Tubería	Tubería Ø90 mm	5,0	Anillo Tee
50	Tubería Ø90 mm	1,9	Tipo 2

5. PRESUPUESTO.

En la tabla que sigue se incluyen las diferentes partidas que se tienen en cuenta para la ejecución del proyecto.

No se ha incluido partida de “mano de obra” puesto que se llevará a cabo por personal de mantenimiento del CNG; en cuanto a la “realización de zanjas”, dicha partida incluirá el alquiler de la maquinaria (zanjadora) y un peón. En cuanto al subapartado “aspersores y turbinas” (*Turbina 751, Aspersor 751 y Aspersor Eagle 351*) dentro de material, se han fijado los precios a la tarifa ajustada de Rainbird®. El cableado ha sido consultado a varios proveedores y se establece el precio ofertado más barato.

En caso de acometer el proyecto, se haría necesario negociar el precio final de los materiales.

CONEXIÓN TIPO 1			
	Unidades/Longitud	Precio Unitario	Precio total
<i>Terminal macho</i>	32	4,86	156
<i>Collarín</i>	32	28,85	923
<i>Tubería Ø40 mm</i>	254,1	1,74	442
<i>Cableado</i>	254,1	1,27	323
<i>Turbina 751</i>	24	64,13	1539
			3.383
ZONA ANTEGREEN (TIPO 2)			
<i>Tubería Ø40 mm</i>	79	1,74	137
<i>Collarín</i>	7	28,85	202
<i>Cableado</i>	127,4	1,27	162
<i>Aspersor 751</i>	7	180	1260
			1.761
ANILLO 2 (TEE)			
<i>Arqueta</i>	1	35,38	35,38
<i>Electroválvula</i>	1	115	115
<i>Terminal válvula esfera rosca hembra</i>	1	52,2	52,2
<i>Tubería Ø63 mm</i>	38	3,75	142,5
<i>Cableado</i>	38	1,27	48,26
<i>Aspersor Eagle 351</i>	6	95	570
			963
CONEXIÓN TIPO 2			

Collarín	6	28,85	173
Tubería Ø40 mm	27,3	1,74	48
Cableado	27,3	1,27	35
Turbina 751	3	64,13	192
Aspersor 751	1	180	180
			628
RENOVACIÓN TEES			
Turbina 751	13	64,13	834
Aspersor 751	1	180	180
			1014
Zanja	447	2,5	1118
			1.118
Total			7.105
Contingencias (20%)			1.421
TOTAL (Total + contingencias)			8.526

6. MOTIVOS QUE JUSTIFICAN LA REFORMA DEL SISTEMA DE RIEGO.

El principal objetivo de este proyecto, no es otro que, **mejorar el estado del campo mediante la búsqueda de uniformidad y eficiencia del sistema de riego**; este objetivo se puede focalizar en 2 vertientes:

1º. *Mejora de las condiciones del campo. (Vamos a regar mejor).*

Evitando que se repitan condiciones como las surgidas este verano y que repercuten negativamente en la visión que tiene el jugador del campo, y por ende en la venta de greenfees.

Para lograr este objetivo será necesario mejorar la eficacia del actual sistema de riego, aportando el agua donde realmente se necesita; lo que pasa por rediseñar el actual sistema de riego.

2º. *Ahorro del consumo de agua. (Vamos a regar más barato).*

Se deben cumplir las siguientes premisas:

- Se cumplan los acuerdos firmados con el Canal de Isabel II.
- En caso de poder recoger todo el agua percolada en el campo (hoyos 1,2,3,4,5,6,7 y 8), y asumiendo una media pluviométrica de 350 mm (~ l/m²).

COSTE DE LA REFORMA.

Asumiendo uniformidad en cuanto a coste en los diferentes hoyos, el coste total para el campo ascendería a:

$$C_{18 \text{ hoyos}} = 154.800 \text{ €}$$

Las reformas proyectadas, incluyen el cambio de aspersores de giro completo a sectorial, pudiendo asumir un ahorro en consumo de agua:

- *Aspersores eliminados:* 6
- *Aspersores sectoriales:* 36 ~ 18 (Se asume que consumirían aproximadamente la mitad que un aspersor de giro completo)

Por tanto:

<i>Aspersores actuales</i>	<i>Aspersores Reforma</i>	<i>Ahorro (%)</i>
55	31	18

Como el consumo actual del CNG es de **286.000 m³/año**, y el precio de agua regenerada asciende a **0.45 €/m³**, el gasto anual de seguir con la instalación actual ascendería a:

$$P_{\text{instalación actual}} = 128.700 \text{ €/año}$$

Las reformas proyectadas supondrían por su lado y a pesar de la incertidumbre del “subapartado b” de la segunda premisa, un ahorro próximo al 18 %, por tanto:

$$\text{Ahorro} = 128.700 \times 18\% = 23.200 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro} = 23.200 \text{ €}$$

Este ahorro nos permitiría amortizar la nueva instalación en aproximadamente **7 años**.

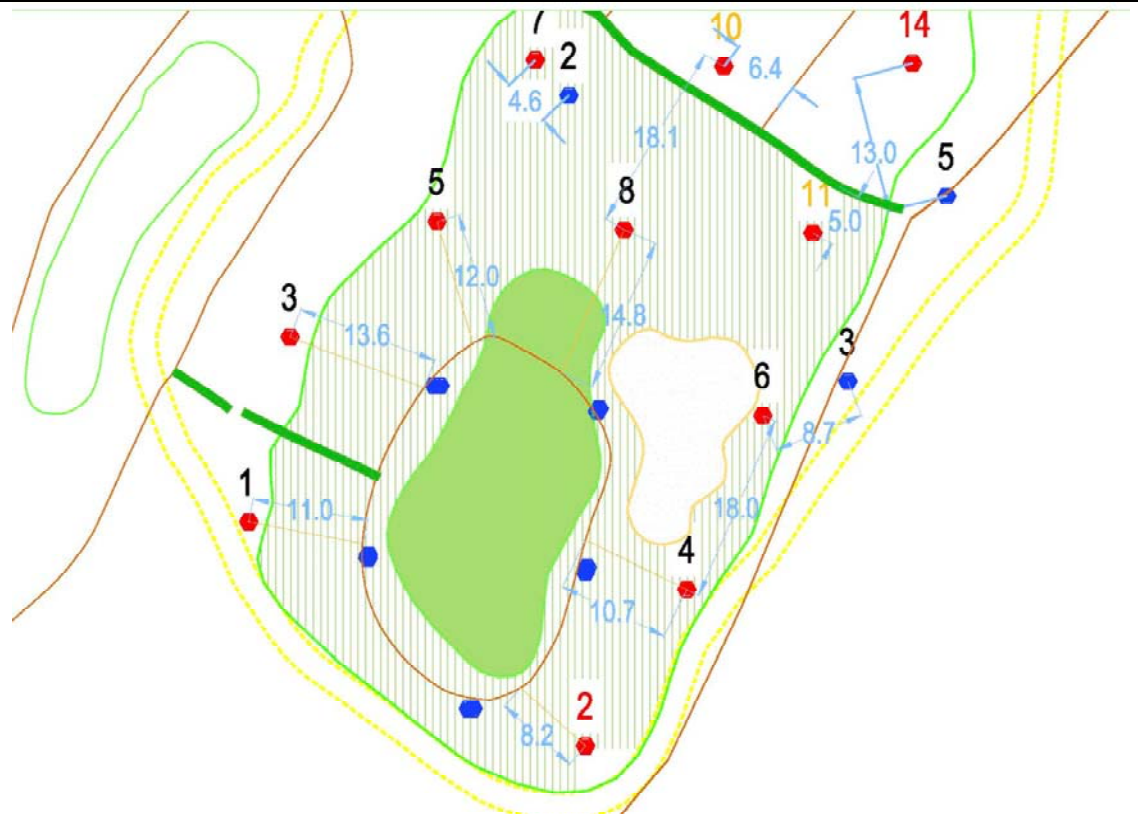
$$[154.800 \text{ €/año}] / [23.200 \text{ €/año}] \sim 7 \text{ años}$$

7. CONCLUSIONES.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
- NUEVA IMAGEN DEL GOLF ESPAÑOL , SEREMOS PIONEROS EN CAMPOS PUBLICOS.	- ALTO COSTE DE LA INVERSION.
- BUSQUEDA DE LA SOLUCION A UN PROBLEMA, DE REGAR 450.000 m³ /año A 286.000 m³ /año.	- EL PROCESO DE CAMBIO CON EL CAMPO ABIERTO NO ES FACIL.
- CAMPO REGADO UNIFORMEMENTE , AUMENTO DE LA FIRMEZA POR LO TANTO DE LA JUGABILIDAD.	- INCERTIDUMBRE EN LA ACEPTACION DEL JUGADOR.
- MEJOR GASTO EN LUZ, MAQUINARIA, ETC.	- ZONAS SIN RIEGO, NO VA A SER UNIFORMES, POSIBLE ESCORRENTIAS.
- USO MÁS EFICAZ Y EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO.	- RESTRICCIÓN DE PASO PARA BUGGIES EXCLUSIVAMENTE A CAMINOS CUANDO LLUEVA.

FICHA TÉCNICA Nº 1

Solución constructiva: Anillo de antegreen

**Ejecución**

Se opta por realizar un anillo, uniendo los aspersores mediante tubería de $\varnothing 64$ mm, dicho anillo se conecta a su vez con una tubería de $\varnothing 90$ mm. Los elementos de que consta esta solución constructiva serían:

- Tubería $\varnothing 40$ mm
- Cableado
- Aspersores completos

PIEZA	Unidades/Longitud	Precio Unitario	Precio total
Tubería $\varnothing 40$ mm	79	1,74	137
Collarín	7	28,85	202
Cableado	127,4	1,27	162
Aspersor 751	7	180	1260
			1.761
Zanja (alquiler máquina + operario)	127.4	2,5	318.5
TOTAL			2.080

FICHA TÉCNICA Nº 2**CONEXIÓN TIPO 1: *Aspersores con conexión a una ya existente en la tubería***

Dentro de la instalación y distribución de aspersores de calle, se encuentran 2 circunstancias que obligan a desarrollar soluciones constructivas particulares para cada una de estas circunstancias:

- a. **Aspersores proyectados con aspersores actuales próximos.** En este caso se desarrollará la solución constructiva "**Conexión tipo 1**".
- b. **Aspersores proyectados sin posibilidad de conexión tipo 1.** Será necesario hacer una conexión directamente a la tubería (Ø 63 mm). "**Conexión tipo 2**"

Los aspersores afectados por este tipo de conexión serán:

<i>Aspersores proyectados</i>	<i>Aspersores actuales</i>	<i>Distancia</i>
7	2	4,6
9	4	5,5
12	7	9,7
13	8	10,5
14	5	13,0
15	6	11,6
17	11	6,5
18	9	13,0
19	10	9,6
22	12	8,1
23	13	6,7
24	16	10,0
25	14	7,1
26	15	5,5
27	19	8,5
28	20	11,6
29	17	7,5
30	18	5,9
31	23	9,7
32	21	3,6
33	22	4,2
34	25	7,4
35	26	10,5
36	27	6,2
37	28	6,5
38	29	9,3
39	31	5,2
40	32	7,5
41	33	7,9
42	35	7,8
43	36	5,8

Ejecución

Se aprovecha la conexión existente de los aspersores actuales, añadiendo tubería de Ø40 mm hasta la nueva posición de los aspersores:

- Tubería Ø40 mm
- Collarín metálico
- Terminal rosca macho
- Cableado
- Turbina sectorial

Esquema instalación:



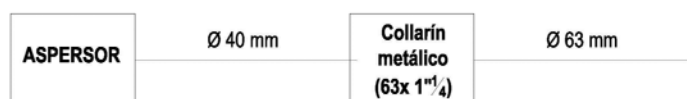
PIEZAS	Unidades/Longitud	Precio Unitario	Precio total
<i>Terminal macho</i>	32	4,86	156
<i>Collarín</i>	32	28,85	923
<i>Tubería Ø40 mm</i>	254,1	1,74	442
<i>Cableado</i>	254,1	1,27	323
<i>Turbina 751</i>	24	64,13	1539
			3.383
Zanja (alquiler máquina + operario)	254.1	2,5	635
TOTAL			4.018

FICHA TÉCNICA Nº 3**CONEXIÓN TIPO 2: *Aspersores sin conexión a una ya existente en la tubería***

Dentro de la instalación y distribución de aspersores de calle, se encuentran 2 circunstancias que obligan a desarrollar soluciones constructivas particulares para cada una de estas circunstancias:

- Aspersores proyectados con aspersores actuales próximos.** En este caso se desarrollará la solución constructiva "**Conexión tipo 1**".
- Aspersores proyectados sin posibilidad de conexión tipo 1.** Será necesario hacer una conexión directamente a la tubería (Ø 63 mm)." **Conexión tipo 2**"

Los aspersores afectados por este tipo de conexión serán:



Aspersores proyectados	Solución adoptada	Distancia
10	Tubería Ø 40 mm	6,4
11	Tubería Ø 40 mm	5,0
16	Tubería Ø 40 mm	3,8
20	Tubería Ø 40 mm	2,3
21	Tubería Ø 40 mm	7,9
50	Tubería Ø 40 mm	1,9

Ejecución

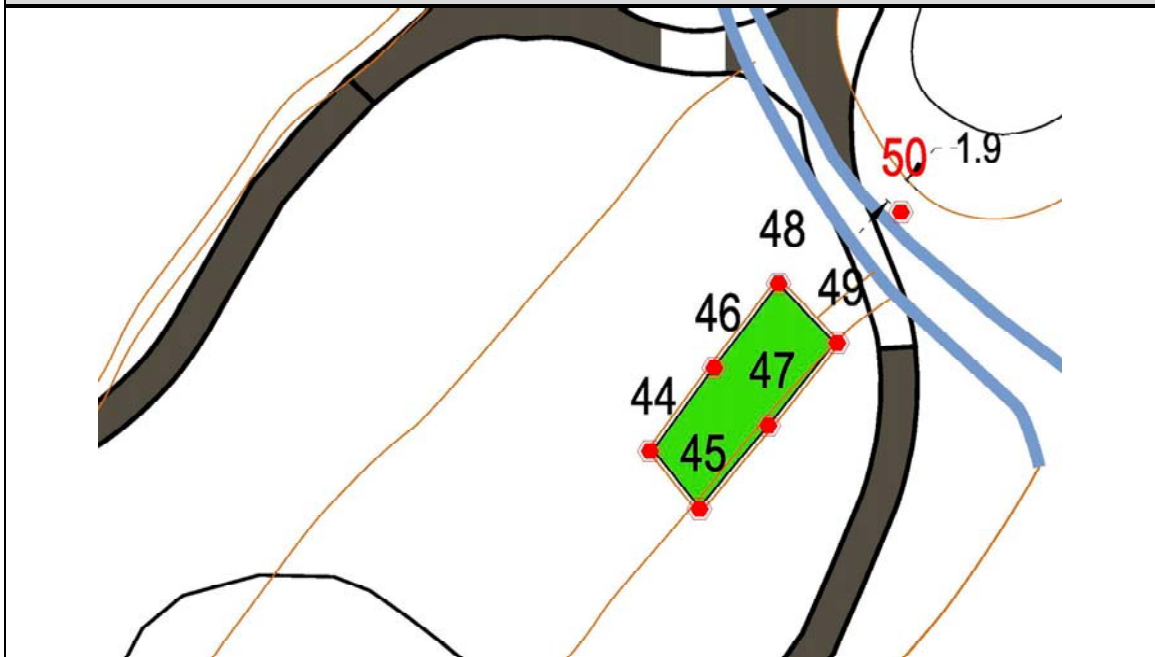
Se realizará una conexión directa a la tubería de Ø63 mm

- Tubería Ø40 mm
- Collarín metálico
- Cableado
- Turbina sectorial

PIEZAS	Unidades/Longitud	Precio Unitario	Precio total
Collarín	6	28,85	173
Tubería Ø40 mm	27,3	1,74	48
Cableado	27,3	1,27	35
Turbina 751	3	64,13	192
Aspersor 751	1	180	180
			628
Zanja (alquiler máquina + operario)	27,3	2,5	68
TOTAL			696

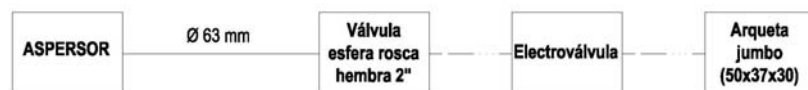
FICHA TÉCNICA Nº 4

Solución constructiva: Anillo de TEE ADELANTADO

**Ejecución**

Se opta por realizar un anillo, uniendo los aspersores mediante tubería de $\varnothing 64$ mm, dicho anillo se conecta a su vez con una tubería de $\varnothing 90$ mm. Los elementos de que consta esta solución constructiva serían:

- Tubería $\varnothing 63$ mm
- Arqueta
- Electroválvula
- Cableado
- Turbina sectorial (44-49)

Esquema instalación:

PIEZA	Unidades/Longitud	Precio Unitario	Precio total
Arqueta	1	35,38	35,38
Electroválvula	1	115	115
Terminal válvula esfera rosca hembra	1	52,2	52,2
Tubería $\varnothing 63$ mm	38	3,75	142,5
Cableado	38	1,27	48,26
Aspersor Eagle 351	6	95	570
			963
Zanja (alquiler máquina + operario)	38	2.5	95
TOTAL			1.060

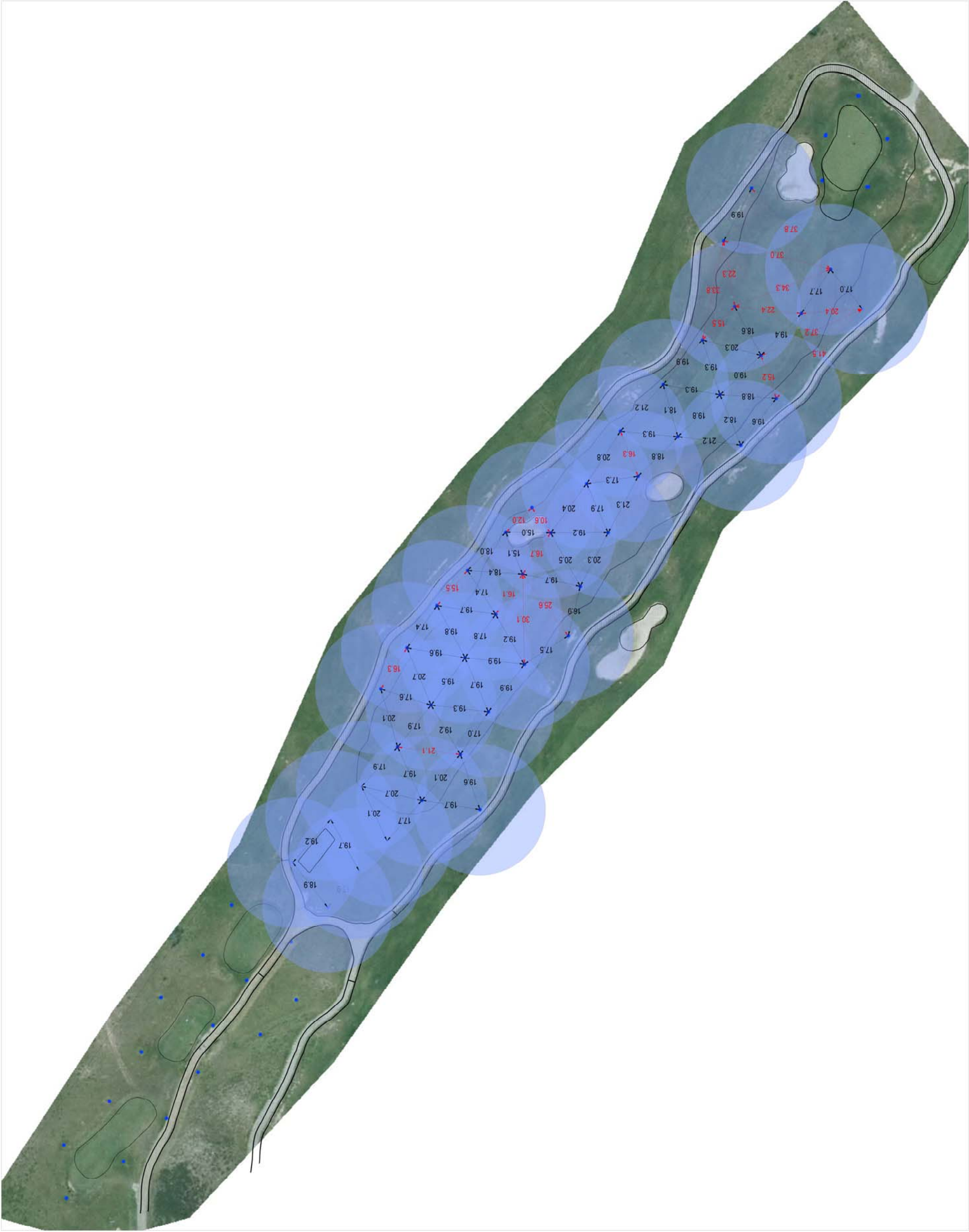


PLANO 1

ACTUAL TRIANGULACIÓN DE ASPERSORES. ALCANCE. PROBLEMÁTICA

Leyenda

Zonas con mala cobertura de riego, ya sea por déficit o por exceso asociado a una distancia incorrecta de separación entre aspersores





PLANO 2

SITUACIÓN ACTUAL





PLANO 3

SITUACIÓN PREVISTA





PLANO 4

MOVIMIENTO PREVISTOS

