

**UNIVERSITAT JAUME I**

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals**



**UNIVERSITAT  
JAUME I**

**ENGINYERIA AGROALIMENTÀRIA  
I DEL MEDI RURAL**

# **DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT**

Estudiant/a: Alfonso Castro Soteras

Tutor/a: Leonor Hernández

Convocatòria: Novembre 2020

## Agradecimientos

A mi mujer e hijos: Diana, Claudio y Yago, por su inmensa paciencia y cariño conmigo; a Amancio Sánchez, Presidente del Club de Golf Costa de Azahar, por aprobar desinteresadamente la realización de este estudio; a Manolo Monzonis, Director deportivo del Costa de Azahar, por su entusiasmo y cercanía; a Leonor Hernández, tutora del TFG, por su profesionalidad y empatía en la dirección de este trabajo; a Maria Jesús, profesora de Topografía de la UJI, por su implicación y confianza durante el proyecto vertical; a Raquel Plumed, por su dedicación en solucionar mis dudas; a Jordi, greenkeeper del Costa de Azahar, por toda la información y facilidades dadas para hacer este estudio; a Javier Iglesias, Tesorero del Costa de Azahar durante las prácticas, por su familiaridad, apoyo y valiosa orientación durante el TFG y por último, pero no menos importante, a Oscar Archiles, por su gran amistad y buenos consejos profesionales.



Foto 1: Instante del campeonato de España de pitch and putt 2018 en Deva Golf

## ÍNDICE

### MEMORIA

1	Descripción del proyecto	<u>1</u>
2	Justificación del proyecto	<u>1</u>
3	Objetivos	<u>2</u>
4	Descripción de la obra	<u>3</u>
5	Información previa	
5.1	Antecedentes	<u>5</u>
5.2	Normativa	<u>6</u>
4.3	Ficha-resumen del proyecto	<u>8</u>
4.4	Estudio del entorno e impacto ambiental	<u>9</u>
4.5	Análisis del contexto interno y externo	<u>14</u>
6	Situación inicial	
5.1	Planimetría de las instalaciones existentes	<u>15</u>
5.2	Instalaciones de riego disponibles	<u>15</u>
7	Diseño del campo de pitch and putt: greens, bunkers y calles	<u>17</u>
8	Requisitos de construcción de greens: drenajes y substrato	<u>20</u>
9	Diseño hidráulico	<u>22</u>
10	Paisajismo: jardinería y mobiliario del campo	<u>28</u>
11	Planificación de las obras y control de la ejecución	<u>30</u>
12	Mantenimiento del campo	<u>33</u>
13	Viabilidad económica del proyecto	<u>36</u>
14	Conclusiones	<u>37</u>
15	Bibliografía	<u>41</u>

## ANEXOS

### ANEXOS INFORMATIVOS

#### A1 - ¿QUÉ ES UN PITCH AND PUTT? PG.47

Los elementos del campo  
Partes interesadas  
Definiciones de términos de golf

#### A2 - CAMPOS DE PITCH AND PUTT EN ESPAÑA Y LICENCIAS PG.55

#### A3 - EL CAMPO DE GOLF COSTA DE AZAHAR PG.66

Recorrido fotográfico por la propuesta de hoyos de pitch and putt  
Cuidados del campo de golf  
Efecto de las lluvias  
Noticias de prensa

#### A4 – TOPOGRAFÍA PG.80

Procedimiento utilizado para la realización de la planimetría y posterior representación  
Mediciones de greens efectuadas usando google earth pro

### ANEXOS DEL CONTRATO DE OBRA

#### A5 -ESTUDIO DEL ENTORNO AMBIENTAL

##### E IMPACTO DEL PROYECTO PG.84

*Entorno ambiental:* geología, flora, fauna, climatología, hidrología, calidad del aire, nivel sonoro, protección a la biodiversidad)  
Acciones del proyecto que interaccionan con el medio ambiente: fase de construcción, fase de explotación y fase de abandono.  
Principales impactos ambientales  
Principales alternativas y sus potenciales impactos  
Matriz de identificación de impactos  
Medidas correctoras o compensatorias  
Programa de vigilancia ambiental  
Diagnóstico del medio ambiente afectado



**A6 - CRITERIOS DE DISEÑO DEL CAMPO** PG.117

Consideraciones previas

Desarrollo de los criterios de diseño

Criterios para el diseño de greens y bunkers

Criterios para la construcción del campo de pitch and putt

**A7 - DISEÑO HIDRÁULICO** PG.137

Instalación hidráulica existente

Calculo de las necesidades hidricas promedio y comparación de consumos de agua con otros campos de golf

Calculo de las necesidades de riego totales en máxima demanda

Marco de riego, elección de aspersores, arquetas, disposición en cabecera y tiempo de riego

Estimación con EPANET de la pérdida de carga y diámetro de tubería

Uso del agua depurada y calidad del agua

Diseño eléctrico, programador y sistema de comunicaciones

**A8 - DRENAJE DE GREENS Y BUNKERS** PG.190**A9 – JARDINERÍA** PG.200

Fichas técnicas de especies arbustivas

Mobiliario del campo de pitch and putt

**A10 - MANTENIMIENTO DEL GREEN** PG.208

Ficha técnica de *Agrostis stolonifera*

Abonado

Siega

Pinchado y recebado de greens

Escarificado

Optimización del riego

Enfermedades

Programa de mantenimiento

**A11 – ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO** PG.228

Introducción

Hipótesis para el cálculo de la viabilidad económica

Cálculo del VAN y el TIR

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** PG.234

**DIAGRAMA DE GANTT DE PLANIFICACIÓN DE LA OBRA** PG.280

## **PLANOS**

S-1 Ubicación

S-2 Situación del área de actuación

H1 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H2 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H3 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H4 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H7 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H8 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

H9 Diseño de los hoyos del campo de pitch and putt

A1 Arbolado existente y eje de las calles

R1 Instalación de riego existente

R2 Diseño de nueva instalación de riego

R3 Diseño de greens y bunkers

P1 Paisajismo del campo de pitch and putt

## **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

Contrato de obra

Prescripciones técnicas de las unidades de obra

## **PRESUPUESTO**

Introducción

Presupuesto detallado de gastos de construcción

Resumen general de presupuestos

## 1 Descripción del proyecto

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) pretende el *diseño de un campo de pitch and putt de 9 hoyos* integrado en las instalaciones actuales del campo de golf Costa de Azahar en Castellón.

Un campo de pitch and putt es un campo pequeño de golf donde los hoyos tienen entre 40 y 120 metros de longitud.

Los contenidos del TFG comprenden la elaboración de una planimetría previa, diseño de los greens de pitch and putt y su drenaje, diseño hidráulico de la instalación de riego, jardinería, control de la ejecución de las obras de construcción y tareas de mantenimiento posterior del campo.

Previamente al TFG se ha llevado a cabo un proyecto vertical elaborado en la asignatura de Topografía que incluyó parte de la planimetría del presente estudio.

## 2 Justificación del proyecto

*El pitch and putt es un juego de golf cada vez más de moda* debido a algunas peculiaridades respecto del golf tradicional tales como menor tiempo de juego para completar una vuelta y ser un estímulo excepcional para la práctica del juego corto. Para consultar las definiciones aplicables y entender los elementos del campo de pitch and putt y las partes interesadas involucradas, ver el anexo A1.

El pitch and putt constituye un comité dentro de la *Real Federación Española de Golf* (RFEG). El juego se practica con su propio reglamento aprobado por RFEG el 16 de octubre de 2001. Este deporte se considera como una especialidad de golf en la que cualquier hoyo puede realizarse por un jugador experimentado en 3 golpes (uno desde la salida al green, otro para aproximarse a la bandera y un tercero para embocar la bola).

En el artículo 4 b del Reglamento de Pitch and Putt se indican las *condiciones que debe tener el campo*:

Tendrá una longitud que quedará comprendida entre un mínimo de 720 metros y un máximo de 2.160 metros. Se estima que un campo de 18 hoyos, excluido el campo de prácticas, no debe tener una superficie inferior a 5 hectáreas. Los hoyos tendrán una longitud entre 40 y 120 metros. Se recomienda que el recorrido del campo sea de 18 hoyos.

En nuestro caso, a pesar de la falta de espacio, el proyecto aspira al diseño completo de un campo de 9 hoyos. El proyecto pretende diseñar un campo que pudiera estar homologado por la RFEG (2 vueltas de 9 hoyos equivalen a 18 hoyos). Ello permitiría la celebración de competiciones oficiales y sería valedero a efectos de subir o bajar el hándicap del jugador de golf.

Por consiguiente, el proyecto es interesante porque el disponer de un campo de pitch and putt conseguiría mejorar el juego de los usuarios del club (especialmente de los juveniles) y permitiría al club ofrecer más versatilidad de recorridos a socios y jugadores visitantes.

Actualmente hay 122 campos de pitch and putt en España, 8 de ellos en la Comunitat Valenciana y ninguno cerca de la ciudad de Castellón. En el anexo A2 se presenta la relación de campos de pitch and putt en España, junto con fotografías y esquemas de algunos campos. Asimismo, al objeto de sopesar la importancia y evolución de la práctica del golf en España, el anexo A2 incluye la evolución anual de licencias.

Los campos más cercanos a Castellón son el de *Sant Jordi* en Vinaròs (80 Km) y el de *Escorpión* en Bétera (70 Km). Por consiguiente, se deduce la oportunidad del presente proyecto ya que Castellón, a pesar de su trayectoria en la práctica del golf, no dispone de un campo de pitch and putt en las proximidades (Ver plano de ubicación S1).

En concreto, el *Club de Golf Costa de Azahar*, es el club más antiguo de la Comunitat Valenciana. Con innumerables éxitos de la Escuela de Competición, tal como se indica el 7/05/2018 en *El Periódico Mediterraneo*, el club castellonense es uno de los clubs de España más laureados en la base y ha formado a numerosas promesas del golf y varios campeones de España. En anexo A3 se presentan algunas noticias de prensa relacionadas.

El TFG parte de la demanda de un espacio de prácticas para la Escuela de Golf, que permita simultáneamente dotar de hoyos más cortos donde los pequeños deportistas que se inician en la práctica del golf puedan perfeccionar su juego, además de crear un espacio donde puedan competir. Todas estas características las reúne un campo de pitch and putt, al tratarse de un juego de golf de hoyos cortos reconocido por la Federación de Golf.

Para familiarizarse con el campo de golf Costa de Azahar puede consultarse el anexo A3 donde se incluye un reportaje fotográfico propio de los lugares donde se propone construir hoyos de pitch and putt, fotografías de trabajos llevados a cabo en el campo de golf y fotografías del estado del campo tras lluvias intensas. El área de actuación dentro del campo de golf Costa de Azahar, se presenta en el plano S2.

### 3 Objetivos del TFG

Los objetivos descritos a continuación pretenden ser una síntesis de las intenciones principales del estudio que se desarrollan en los capítulos correspondientes del TFG.

#### **Objetivo principal**

- Realizar el diseño técnico completo de un campo de pitch and putt de 9 hoyos en las actuales instalaciones del Club Costa de Azahar de Castellón, de manera que el proyecto cumpla con los criterios de homologación oficial.

#### **Objetivos específicos**

- Disponer de datos iniciales suficientes (topografía, instalaciones de riego existentes, dimensiones representativas de campos de pitch and putt, etc.) para el diseño posterior de 9 hoyos de pitch and putt.
- Estudiar el entorno, normativa aplicable e impactos ambientales del proyecto simulando la información a presentar ante la administración pública.

- Realizar el diseño hidráulico del campo de pitch and putt aprovechando la red existente en el campo de golf, de forma que se cubran las necesidades hídricas del campo de pitch and putt con la inversión óptima.
- Plantear los drenajes y substratos necesarios en la construcción de greens y bunkers
- Proponer la jardinería y mobiliario necesaria para una adecuada seguridad, funcionalidad y mejora del aspecto paisajístico del campo.
- Describir el mantenimiento posterior que debería tener el campo de pitch and putt para cumplir con un estado de conservación óptimo.
- Elaborar planos técnicos a escala que hagan posible la ejecución de obras de remodelación del campo en base al presente proyecto.
- Incluir un presupuesto detallado del proyecto, teniendo en cuenta el mantenimiento posterior del campo de pitch and putt
- Desarrollar las prescripciones técnicas particulares a tener en cuenta en la construcción del campo, las cuales servirían de base para la redacción del contrato con la empresa constructora.
- Facilitar al Club de Golf Costa de Azahar, una vez finalizado el TFG, información técnica precisa acerca de la viabilidad de un campo de pitch and putt, en aras a una futura remodelación del campo.

#### **4 Descripción de la obra**

La obra se resume en la construcción de un campo de pitch and putt, para lo que se precisa instalar un sistema de riego por aspersión para greens, así como la jardinería y mobiliario correspondiente. El proyecto incluye una red de seguridad.

##### *Construcción de instalación de agua de riego*

Para la construcción del campo de pitch and putt, se deben realizar replanteos como fase previa a los trabajos de excavación.

Como sistema de riego para los nuevos greens diseñados, se emplean tuberías de polietileno PE100 de diámetro entre 75 y 32 mm. Se deben realizar 2 acometidas a la red, la cual está aproximadamente a 6 atm de presión. La instalación de canalizaciones hasta los aspersores cubre tanto la tubería de conducción de agua como los cables de cobre que conectan cada aspersor con el programador modular. Para ello, se deben abrir zanjas lineales donde se enterrarán las tuberías de riego y cableado. La mayor profundidad de las zanjas es de unos 60 cm y el ancho es de unos 50 cm. También se deben instalar arquetas de registro de polipropileno.

Se diseñan 2 sectores de riego, en cuya cabecera hay un filtro de anillas, válvula de corte y válvula reductora de presión. En cuanto a los accesorios de la red de riego, está prevista la utilización de codos, Tes y conos de reducción.



*Construcción de greens y tees de salida:*

Se trata de reemplazar la superficie vegetal del área de actuación por otro tipo de superficie acondicionada para el juego (superficie de césped en greens y de arena en bunkers). La cubierta vegetal arrancada se reutiliza en el proyecto.

Al efecto de valorar la extensión de la actuación, los greens de pitch and putt pueden tener, orientativamente, unas dimensiones promedio de 15 m de largo por 10 m de ancho. La superficie de bunkers anexos a los greens es sensiblemente inferior. La actuación supondría la creación de 7 nuevos greens.

Se debe realizar una compactación previa y nivelación de la sub-base para estabilizar el suelo de los greens.

La construcción de greens incluye, en algunos hoyos, una red de drenaje con PE corrugado, perforado, 10 cm de diámetro nominal. Las zanjas de drenaje son de 20 cm de profundidad por 15 cm de ancho.

La mezcla radicular de los greens requiere de un substrato específico con arena gruesa y materia orgánica de unos 30 cm. de espesor.

La construcción de greens son actuaciones puntuales (7 greens de 10x15m aprox.) frente a la extensión de 2,5 Ha que representa la totalidad del campo de pitch and putt. A tener en cuenta que a veces se protege algún green con un pequeño montículo de tierra. Estas actuaciones suponen una elevación de cotas entre 1 y 2 metros en lugares muy concretos. No se plantean modificaciones del relieve en las calles del campo de pitch and putt.

No se prevé la existencia de residuos de tierras, ya que por su pequeña cantidad pueden ser aprovechados en el campo (por ejemplo, en el campo de prácticas).

Los tees de salida de los hoyos lo constituyen una alfombra de césped artificial de 1,5 x 1,5 m sobre losa de hormigón. Se plantean 8 tees de salida de nueva construcción.

*Instalación de red de seguridad*

Este apartado supone la instalación de una red deportiva de polipropileno que sirva de protección frente a bolas de golf disparadas desde el driving range. La altura de la red es de 12 m, instalada sobre apoyo metálico, el cual está cimentado sobre hormigón según normativa LG14. La instalación de estos casi 500m<sup>2</sup> adicionales de red de seguridad será efectuado por empresa especializada.

*Jardinería e instalación de mobiliario de golf*

Este apartado será llevado a cabo por el servicio de jardinería del campo de golf, no por la empresa contratista.

Siembra y plantación de especies vegetales: Se lleva a cabo la plantación de *Agrostis stolonifera* (especie cespitosa) en greens. Esta especie es la misma que la ya existente en el campo de golf.

Además, se plantea la creación de una barrera vegetal de unos 30 metros de ancho en el linde norte del campo, junto a la valla perimetral.

También se incorporan nuevas zonas ajardinadas con especies autóctonas. Aunque se trata de áreas pequeñas en superficie.

La jardinería sirve en el proyecto para encauzar el tránsito de personas. En cuanto a los elementos artificiales, se trata de elementos tales como papeleras y carteles indicativos del hoyo, los cuales se plantean en madera o similar.

## 5 Información previa

### 5.1 Antecedentes

El Club de Golf Costa de Azahar, diseñado por D. Ángel Pérez de Leza, es el primer campo de golf de la Comunidad Valenciana, siendo inaugurado en el año 1960 con el objetivo de potenciar el turismo en la zona.

El campo está ubicado en una pinada histórica, la cual pertenece a la ciudad de Castellón desde 1365, año en el que Enrique de Trastámara vendió esta propiedad. Se trata de un campo de titularidad municipal desde sus inicios, y actualmente se rige por un contrato de colaboración entre el Ayuntamiento y el *Club de Golf Costa de Azahar*, el cual data de 1982. En virtud de dicho contrato, el Club tiene derecho al uso de los terrenos a cambio de mantener en perfecto estado las instalaciones y el Pinar.

Debido a la demanda popular en el Grao de Castellón para disponer un parque público, el alcalde socialista Antonio Tirado aprobó la conversión de parte del campo en área verde donde se pudiera hacer picnic, quedándose el Pinar con la distribución actual: 60% campo de golf y 40% de parque público.

Por consiguiente, se efectúa el diseño del nuevo proyecto de instalación de riego para calles, greens y tees del campo de golf en junio de 1996.

En Enero de 2009 se redacta por el Ayuntamiento de Castellón el proyecto de instalación de infraestructura para la reutilización de agua desde la EDAR de Castellón hasta el Pinar.

El 7 de abril de 2016 se iniciaron las obras de remodelación del putting green, dotando al club de un área de prácticas mejorada.

Actualmente, el campo de golf cuenta con 9 hoyos, (2 pares 5, 5 pares 4 y 2 pares 3) sumando un recorrido total de 5.658 metros (desde estacas amarillas). Además, las instalaciones cuentan con 4 pistas de tenis y tres de pádel.

Según El periódico Mediterráneo (7/05/2018), <<el Club de Golf Costa de Azahar han salido grandes golfistas, que tras un exitoso palmarés en la base han dado el paso al profesionalismo. Algunos, como Carlos García es ahora también entrenador, aunque sigue compitiendo. También han despuntado los hermanos García del Mora, Jordi y Lluís, Salva Payá y Rafa Culla, entre otros. Entre las féminas, destacan Vanessa Vignali, Natalia Escuriola y María Palacios, por citar a algunas>>

Actualmente, se puede afirmar objetivamente que el *Club de Golf Costa de Azahar* es el que dispone de las canteras mejor preparadas de España. En efecto, pocos clubs nacionales aportan año tras año tantos jugadores al campeonato de España Infantil, Alevín y Benjamín. La preparación de los niños y niñas se lleva a cabo por jugadores profesionales y los éxitos son innegables.

El palmarés logrado en los últimos años por algunos jugadores en representación del Club Costa de Azahar es impresionante: destaca Josele Ballester (campeón Sub 16 en 2019), pero otros muchos jugadores y jugadoras castellonenses han logrado en los últimos años ser campeones o subcampeones de España de golf y/o pitch and putt: Isabel Mas, Juan Miró, Ángela Gómez, etc.

Por último, señalar que el greenkeeper actual inició su gestión del campo a mediados año 2018 y que el proyecto más reciente abordado por el campo es la instalación de satélites de comunicación para automatización del riego.

## 5.2 Normativa

### Ordenación del Territorio

*Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana*

Con esta normativa se pretende simplificar los trámites mediante una tramitación ambiental y urbanística unificada, reduciendo el número de disposiciones legislativas específicas.

El proyecto de pitch and putt no supone ninguna incidencia sobre los usos del suelo, ya que implica una actuación mínima dentro de un campo de golf existente (no es una ampliación), por lo que no se vería afectado por dicha legislación.

Reseñar sin embargo que esta ley deroga a la *Ley 9/2006, de 5 de diciembre, reguladora de campos de golf en la Comunidad Valenciana*.

No obstante, a pesar de su derogación, se considera útil la información contenida en el capítulo 3 Condiciones del diseño y el título II de dicha Ley 9/2006 como una referencia para el diseño del campo de pitch and putt.

En concreto, la Ley 9/2006 (derogada) trata de aspectos de los campos de golf tales como la adaptación al terreno, hidrología, criterios de integración de elementos, conservación y protección de la fauna, selección y conservación de especies vegetales, sensibilización ambiental, técnicas de riego, gestión de recursos hídricos, gestión de residuos, eficiencia energética, utilización de fertilizantes y fitosanitarios, etc.

### Ruido

*Ley 7/2002 de protección contra la contaminación acústica; Decreto 266/2004 del Consell de la Generalitat; Ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica*

Lo más relevante en relación al ruido es el artículo 23 de la ordenanza que indica que las terrazas al aire libre no podrán superar el nivel de emisión máximo de 80 dB (A). Ello implica al Club de Golf en cuanto a la gestión de la cafetería – restaurante, si bien el proyecto de pitch and putt no influye en este aspecto ambiental.

### Prevención de incendios

El pinar, como campo de golf urbano, no está afectado directamente por la legislación forestal. Además, el hecho de estar sembrado el campo de césped verde para la práctica de golf, llevarse un mantenimiento diario por personal de jardinería y riegos diarios, se minimiza el riesgo de incendio.

No obstante, según recuerda el Plan de Usos del Pinar del Grao del Ayuntamiento de Castellón, la normativa aplicable en materia de prevención de incendios es la siguiente:

- No se puede hacer fuego fuera de las zonas habilitadas
- No se pueden tirar colillas, cerillas ni ningún material combustible
- No se pueden hacer servir artefactos o material explosivo como petardos

- Se deben verter los desperdicios en los contenedores correspondientes
- En caso de incendio se deben seguir las indicaciones del personal con atribuciones de vigilancia y extinción

**Uso de aguas depuradas para riego**

En cuanto a la normativa de uso de aguas depuradas, aplica *el RD 1620/2007, por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas*. Según la Guía de aplicación del RD 1620/2007 editada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, el riego por aspersión puede suponer la aerosolización del agua, por lo que deben cumplirse determinadas normas para evitar el contacto de las personas con el agua. En concreto, hacer el riego de noche o cuando las instalaciones estén cerradas al público, que las plantas tengan tiempo de secarse antes de que los usuarios entren en contacto con el área regada, usar aspersores que permanezcan tapados a nivel del suelo cuando no estén en servicio, no proyectar aerosol sobre fuentes de agua, respetar distancias de seguridad con el público y, por último, no alcanzar de forma permanente a <<vías de comunicación asfaltadas o áreas habitadas, estableciendo si es preciso, obstáculos o pantallas que limiten la propagación>>.

Las analíticas de agua depurada obligatorias por normativa incluyen el control de nemátodos, E.coli, legionella, SS y turbidez.

**Residuos**

*Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados*

*Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunitat Valenciana*

*R.D 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado*

*R.D 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*

El proyecto se vería afectado directamente por la legislación de residuos en la fase de construcción, donde se debería de disponer de contrato de tratamiento para la gestión de residuos y dichos residuos deberían ser enviados a gestor autorizado por la empresa contratista. Durante el funcionamiento posterior del campo de pitch and putt, la gestión de residuos se haría conforme a lo establecido para el campo grande de golf.

**Vertido**

*R.D.L. 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de aguas*

*Ordenanza municipal reguladora de vertidos líquidos residuales del Ayuntamiento de Castellón de la Plana*

El vertido de aguas aplica a los servicios (baños, vestuarios, etc.) conectados a alcantarillado municipal, por lo que no afecta directamente al pitch and putt.

**Impacto Ambiental** (ver apartado 4.3)

**Prevención de Riesgos Laborales** (ver normativa Estudio Seguridad y Salud)

### 4.3 Análisis-resumen del proyecto de campo de pitch and putt

- Proyecto de diseño de campo público de 9 hoyos de pitch and putt
- Superficie del campo de pitch and putt: > 2,5 Ha
- Calificación del suelo: compatible.
- Topografía: ortofoto del catastro y mediciones sobre el terreno con Estación Total
- Servidumbres: senderos para la práctica de atletismo o senderismo, indicados en catastro
- Exposición al público: No se precisa de Estudio de Impacto Ambiental
- Impactos ambientales principales: consumo de agua
- Prevención de Riesgos Laborales: Según el R.D. 1627/1997, el promotor debe encargar la redacción de un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD si la duración estimada del Proyecto es superior a 30 días, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores. Puesto que la planificación de la obra es a 6 meses, el Proyecto incluye dicho Estudio de Seguridad y Salud conforme a la normativa.
- Precauciones del proyecto: Diseño que evite cualquier riesgo de impacto de bolas de golf en viviendas colindantes.
- Factores naturales: cercanía al mar, relieve plano, clima mediterráneo de precipitaciones irregulares. Por tanto, el mayor riesgo natural es el de encharcamiento por falta de drenaje.
- Dotación de servicios e infraestructuras: el Club Costa de Azahar dispone de servicios de agua de red, alcantarillado público, luz, teléfono, internet. Acceso pavimentado y aparcamiento para socios de 49 plazas.
- Edificios: más de 1.600 m<sup>2</sup> construidos albergan la casa-club (recepción, cuarto de palos, vestuarios, salón social de socios, gimnasio, oficinas de administración). Además, 450 m<sup>2</sup> aprox. para almacén de maquinaria agrícola y útiles de jardinería, así como oficina del green-keeper.
- Servicios de restauración: cafetería y restaurante, con posibilidad de adaptación para eventos (entrega de premios, etc.)
- Instalaciones deportivas: 4 pistas de tenis y 3 pistas de pádel
- Organización deportiva: El Costa de Azahar es el primer club de golf inaugurado en la Comunidad Valenciana, con larga tradición en la práctica del golf. Con amplio reconocimiento como escuela de golf para menores, es el segundo club de España más laureado en el campeonato infantil interclubs.
- Necesidades a cubrir por el proyecto: práctica del golf en campo de pitch and putt como alternativa a los jugadores más pequeños que no pueden recorrer fácilmente las distancias del campo grande, mejorando sobremano el rendimiento de su aprendizaje del golf. A esto hay que añadir la ausencia de campos de pitch and putt en los alrededores (los más cercanos se encuentran en Vinarós y Bétera)



#### 4.4 Estudio del entorno e impacto ambiental

Este capítulo del proyecto está desarrollado y ampliado en el anexo A5.

El punto de partida más relevante es que no se precisa la realización de Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto ni por la superficie afectada, ni por la envergadura de la obra hidráulica ni por tratarse de un campo de golf, ya que según Anexo I apartado 1.k) del D. 162/1990 se obliga a la realización de EIA a <<Proyectos de transformaciones a campos de golf de terrenos seminaturales, naturales o incultos.>> y el anexo II de la Ley 21/2013 obliga a <<cualquier Proyecto que suponga un cambio de uso del suelo en una superficie igual o superior a 50 Ha>>.

Sin pretender elaborar un EIA debido a que no aplica su realización e introduce una complejidad innecesaria en el presente trabajo, sí que se considera necesario estudiar los aspectos medioambientales del proyecto teniendo en cuenta lo indicado en la normativa (*Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental*).

Para ello se describen a continuación, teniendo como referencia la legislación citada, los siguientes aspectos:

- Entorno ambiental
- Acciones del proyecto que interaccionan con el medio ambiente
- Principales impactos ambientales
- Principales alternativas y sus potenciales impactos
- Matriz de identificación de impactos
- Medidas correctoras o compensatorias
- Programa de vigilancia ambiental
- Diagnóstico del medio ambiente afectado

##### Entorno ambiental

###### *Geología*

En la hoja 641 del Instituto Geológico y Minero de España se encuentra la cartografía geológica de Castellón de la Plana y alrededores.

Tal como se indica en la memoria asociada a dicho mapa del IGME, los afloramientos del cuaternario son los más abundantes en Castellón. En su mayoría, los sedimentos cuaternarios son de origen continental.

En cuanto a la extensión de los mantos aluviales encostrados, <<descienden en suave pendiente desde la cota de 100 m hasta la de 30-20 m (línea Castelló-Almassora-Vila-real)>>. Y en lo que respecta a su composición, <<están formados por un conglomerado de cantos redondeados de caliza y arenisca con matriz arcillosa y cemento calcáreo>> [...] <<Su potencia visible es de 20 m.>>

El origen de estos mantos aluviales, según dicha memoria del IGME, debe relacionarse con la época de los Pluviales, que en el mediterráneo coincide con los

períodos glaciares caracterizados por largas y fuertes precipitaciones de gran duración e intensidad. El encostramiento se formó en períodos interpluviales por ascenso capilar de agua con bicarbonato cálcico.

Situados encima de dichos mantos, <<hay mantos de arroyada de tipo laminar, de forma que ocultan el contacto entre éstos y los depósitos de pie de monte>>.

Cabe destacar que en el mapa del IGME se han distinguido 5 niveles de terrazas fluviales. La mayor parte de ellas son de tipo erosivo.

En cuanto a los depósitos mixtos continentales – marinos, destacar 2 abanicos aluviales deltaicos que corresponden con las desembocaduras de los ríos Seco y Mijares. Resaltar por su influencia en la superficie donde se desarrolla el proyecto, la presencia de dunas litorales al norte del río Mijares originadas recientemente en términos geológicos por la acción de la <<selección eólica y una acumulación en zonas próximas>>.

### *Flora*

El Pinar del Grao, donde se encuentra el área de actuación puede considerarse como un pulmón verde de Castellón. Destacan especialmente por su valor ecológico los pinos centenarios.

Tal como indica el Ayuntamiento de Castellón en la web de Castellón turismo, la distribución de especies de flora en el Pinar es la siguiente:

- Pinus halepensis (Pinos carrascos): 1.957 ud.
- Pinus pinea (Pinos piñoreros): 500 ud.
- Pistacea lentiscus (Lentiscos): 170 ud.
- Teucrium fruticans (Olivilla): 160 ud.
- Phyllirea angustifolia (Aladierno): 160 ud.
- Populus nigra (Chopo negro): 4 ud.
- Cupressus (Ciprés): 1 ud.

Como otros datos significativos referidos al pinar del Grao se pueden destacar:

- Superficie total: 121.295 m<sup>2</sup>
- Superficie ajardinada: 111.835 m<sup>2</sup>
- Césped: 28.452 m<sup>2</sup>
- Arbustos: 490 m<sup>2</sup>

### *Fauna*

Como indicaba el Periódico Mediterraneo en su edición digital de 4/12/2018, lo más destacado en cuanto a la fauna en el pinar del Grao de Castellón es <<la presencia de ardillas o aves migratorias, que acuden a este lugar por ser su temperatura la ideal para poder nidificar o hibernar>> En cuanto a las aves concretas que se pueden encontrar en el pinar, cita a <<palomas, abubillas, jilgueros, mochuelos o autillos>>

Como entorno natural más cercano al Pinar se puede citar la playa del Serradal, que recibió en 2016 la calificación de microreserva de flora por sus dunas, y de reserva de fauna por ser el hábitat donde planta los nidos la especie del chorlitejo patinegro.

En cuanto al entorno que rodea la capital de la Plana, las principales especies de fauna se encuentran asociadas a la desembocadura del Riu Millars, clasificada como Zona de Especial Protección para las Aves. Estas especies se describen en el Plan rector de uso y gestión del paisaje protegido de la desembocadura del río Millars.

### *Climatología*

El clima de la zona del proyecto es clima mediterráneo semiárido, con inviernos suaves y veranos calurosos. El sol irradia casi todos los días del año y las temperaturas medias varían en promedio entre los 11,5º en invierno y los 24º en verano. Destacar la elevada humedad relativa en época estival, así como brisas marinas que suavizan las temperaturas. El número de días del año con temperaturas iguales o inferiores a 0ºC es muy bajo. La distribución de precipitaciones es irregular, como corresponde al clima típico mediterráneo.

### *Agua (hidrología)*

Según Ignacio Morell, Catedrático de Hidrogeología de la Universitat Jaume I de Castelló, en la <<1ª Jornada Técnica sobre gestión de recursos hídricos: Las aguas subterráneas de Castellón>>, explica que las aguas subterráneas son la principal contribución a los recursos hídricos del sistema de explotación Mijares - Plana de Castellón con 196 hm<sup>3</sup>/año, representando en 2010 el 61,9% de los recursos.

Además, en la cuenca baja del Río Mijares (donde queda encuadrado el municipio de Castellón) se da la problemática de la intrusión marina.

### *Calidad del aire*

Tras analizar los datos de 6 meses en la estación de control de la contaminación del Grao de Castellón y publicados en la web del Ayuntamiento de Castelló de la Plana, se concluye que la gran mayoría de los días se pueden clasificar como de buena calidad del aire.

### *Nivel sonoro*

Las principales afecciones con respecto al nivel de ruido provienen de la Avenida Ferrandis Salvador y son debidas al tráfico.

Según indica el Estudio Acústico del Plan General Estructural de Castellón de la Plana de Diciembre 2016, el nivel promedio de ruido en el Distrito 9 (al que corresponde el proyecto) es de 58,8 dB(A) de día y 49,7 db(A) de noche, siendo el distrito con menor exposición al ruido de toda la ciudad de Castelló de la Plana. Este rango de contaminación acústica se considera aceptable.

### *Protección de la Biodiversidad*

Tras consultar el visor de cartografía del Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana, se evidencia que el proyecto no está dentro de ninguna de las zonas de protección de la biodiversidad (Programas LIFE, Planes de Recuperación, Reservas de Fauna, Microreservas, Zonas de protección de avifauna por líneas eléctricas).

### ***Acciones del proyecto que interaccionan con el medio ambiente***

Fase de construcción

*Sustitución de la cubierta vegetal:* se trata de reemplazar la superficie vegetal del área de actuación por otro tipo de superficie acondicionada para el juego

*Construcción de greens, drenaje y substrato radicular:* el drenaje es imprescindible en los greens para que se mantenga un césped de buena calidad. El drenaje de greens debe hacerse allí donde sea necesario elevando la base del terreno, evitando en lo posible afectar a las raíces de los pinos. Se modifica la textura y compactación del suelo en el área de construcción de greens. No se prevé la existencia de residuos de tierras, ya que pueden ser aprovechadas.

*Instalación del sistema de riego:* El diseño de las zanjas se efectúa priorizando la elección de un trazado donde no existaafección a las raíces de los pinos antes que la reducción de la longitud del recorrido de las zanjas. Podrían generarse residuos del recorte de tuberías y embalajes.

*Siembra y plantación de especies vegetales:* Se lleva a cabo la plantación de *Agrostis stolonífera* (especie cespitosa) en greens. Esta especie es la misma que la ya existente en el campo grande.

También se incorporan nuevas zonas ajardinadas con especies autóctonas y una pequeña barrera vegetal de unos 30 m de largo.

*Trazado de caminos e introducción de elementos artificiales:* creación de alguna rampa para salvar pequeños desniveles. Papeleras y carteles indicativos del hoyo, los cuales estarán hechos de materiales que eviten contrastes visuales.

Fase de explotación

*Consumo de agua depurada para el riego:* Dado que existe más oferta que demanda para el aprovechamiento del agua de la depuradora de Castellón, se considera que no se está privando de recursos a otros potenciales consumidores de agua. Además, los nutrientes del agua son aprovechados por el césped en lugar de suponer un vertido al mar del efluente de la depuradora, además de implicar un ahorro de abono.

*Siega de césped:* se provoca generación de ruido ambiente y emisiones de combustión durante el corte del césped. Los residuos de la siega se esparcen en verde por el campo de golf.

*Pinchado y recebado de greens:* Se produce el impacto asociado al consumo de un recurso (áridos), generación de ruido y emisiones de combustión.

*Aplicación de fitosanitarios:* Se plantea el uso de fitosanitarios con el mismo programa que para los greens el campo grande. Algunos de los impactos ambientales asociados al uso de fitosanitarios son la contaminación por percolación de las aguas subterráneas, la contaminación del aire por la volatilización del plaguicida en el entorno cercano, laafección al equilibrio de microorganismos del suelo, la modificación de la capacidad de resistencia del patógeno, efectos sobre la salud de otros animales.

*Incremento de presencia humana:* El campo está ubicado en zona urbana. Se mejora el aprovechamiento del emplazamiento para actividades deportivas. En el área de actuación existen ardillas que podrían ver aumentado su stress.

Fase de abandono

*Cierre de las instalaciones:* generación de residuos y molestias.

**Matriz de identificación de impactos**

Como resultado del análisis de los impactos en función de los criterios expuestos en el anexo A5, se elabora una MATRIZ DE MAGNITUD en donde se recogen las posibles afecciones producidas en cada parámetro ambiental por las distintas acciones del Proyecto:

		Población	Salud humana	Fibra	Fauna	Biodiversidad	Geodiversidad	Suelo	Subsuelo	Aire	Nivel sonoro	Agua	Medio marino	Clima	Cambio climático	Paisaje	Bienes materiales	Patrimonio cultural	Sector secundario / terciario	Aceptación social
<b>ACCIONES DEL PROYECTO</b>																				
<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	1	Sustitución de la cubierta vegetal																		
	2	Construcción de greens																		
	3	Instalación del sistema de riego																		
	4	Siembra y plantación de especies vegetales																		
	5	Trazado de caminos e introducción de elementos artificiales																		
<b>FASE DE EXPLOTACION</b>	6	Consumo de agua depurada para el riego																		
	7	Siega de césped																		
	8	Pinchado y recebado de greens																		
	9	Aplicación de fitosanitarios																		
	10	Incremento de presencia humana																		
<b>FASE DE ABAN-DONO</b>	11	Cierre de las instalaciones																		

Figura 01. Matriz de Impacto Ambiental. Anexo A5.

Las conclusiones de la evaluación de la magnitud son que los aspectos que más afectan al proyecto son el consumo de agua para el riego, la afección sobre el paisaje de la construcción de greens y la aplicación de fitosanitarios.

*Medidas correctoras o compensatorias*

Se han descrito medidas correctoras tomando como referencia las propuestas de Dávila, 2004 en la publicación denominada Integración ambiental de los campos de golf. A continuación se destacan algunas de las medidas correctoras propuestas: buenas practicas del manejo de maquinaria y movimiento de tierras en obra, uso de agua depurada en riego, medidas de control del riego, buenas practicas de utilización de fitosanitarios, plantación de especies autóctonas en jardinería, etc.

*Programa de vigilancia ambiental*

En la fase de construcción, la Dirección Facultativa debería asegurarse de aspectos tales como la vigilancia de las zanjas para que no afecten a los pinos, la reutilización de la cubierta vegetal, la protección del paisaje, etc.

*Diagnóstico del medio ambiente afectado*

Destacar como aspecto ambiental más relevante el consumo de agua para el riego, que es compensado con el hecho de que se lleve a cabo con agua depurada.

Asimismo, se considera que la estética de la construcción de greens debe estar integrada en el paisaje de modo que contribuya a la mejora de la belleza del lugar.



#### 4.5 Análisis del contexto interno y externo

A continuación se presenta el DAFO del proyecto desde la perspectiva del campo de golf (instalaciones).

##### *Debilidades*

Falta de espacio para ampliar el campo

No es posible diseñar un pitch and putt de 9 hoyos sin compartir el campo grande

Encharcamiento del campo y zona de prácticas en episodios de lluvias torrenciales

##### *Fortalezas*

Fácil acceso

Ser el primer campo de golf de la Comunidad Valenciana

Precios populares de uso del campo de golf

Alta afluencia de usuarios (que serían beneficiarios del campo de pitch and putt)

Número significativo de socios del Club

Entorno saludable, con menor contaminación de la asociada a un entorno urbano

Estar ubicado cerca de la playa y cerca de núcleos de población

Valor histórico (cultural y natural) del Pinar del Grao

Servicios en las cercanías (hoteles, restaurantes, supermercado, farmacia, etc.)

Buenas infraestructuras (parada de autobuses, carretera de acceso, carril bici...)

Alta dotación de instalaciones (luz, agua, telefonía, internet, alcantarillado...)

Campo iluminado que permite hacer uso del campo de prácticas en invierno

Clima benigno que permite la práctica del golf con asiduidad

Condiciones económicas accesibles para ser socio

Íntima vocación de extender la práctica del golf a toda la población interesada

Valoración positiva del juego de pitch and putt por parte de los jugadores de golf

##### *Amenazas*

Revisión de la concesión municipal

Al ser un campo municipal, siempre es susceptible de uso político

Publicaciones de prensa que puedan valorar negativamente el uso como campo de golf frente al uso como merendero y lugar de esparcimiento por parte de los vecinos.

Plagas o enfermedades que puedan dañar la vegetación existente y los greens

Inundaciones o temporales de viento que dañen el campo de pitch and putt

##### *Oportunidades*

Rentabilidad del campo de pitch and putt

Aumento de la oferta de ocio para la población de Castellón

No hay campos de pitch and putt en Castellón o poblaciones próximas

Balance positivo de afecciones medioambientales del proyecto

Fuerte sentimiento afectivo de la población hacia la conservación del Pinar

Sensibilidad de la administración en las cuestiones que afectan al Pinar

Actuaciones de jardinería con especies autóctonas que potencien la recuperación de la biodiversidad y realcen la belleza del entorno.

## 5 Situación inicial

### 5.1 Planimetría de las instalaciones existentes

La planimetría se ha efectuado conforme indica el anexo A4 en las siguientes etapas:

#### 1) Elaboración de croquis de las áreas susceptibles de aprovechamiento

En esta fase se identificaron sobre el terreno las superficies que por sus dimensiones puedan servir de espacio utilizable para el campo de pitch and putt.

Los criterios seguidos para elegir estas zonas son su proximidad a la recepción e instalaciones sociales del club, así como la cercanía entre las zonas elegidas.

#### 2) Toma de lecturas en campo

Se ha utilizado como instrumento de medida la Estación Total Topcon GTS-213. Según el manual, la precisión del instrumento puede llegar a  $\pm 3\text{mm}$  y la configuración del equipo permite medir distancias de hasta 1185 metros.

El equipo para la realización del trabajo de topografía fue prestado por el Area de Expressió Gràfica Arquitectònica del Departament d'Enginyeria de Sistemes Industrials i Disseny de la Universitat Jaume I. La elección del instrumento se debe a su capacidad para la lectura precisa de puntos alejados. Las lecturas se efectuaron mediante prisma.

El procedimiento de realización de la planimetría fue mediante radiación.

En campo se midieron las coordenadas de los árboles, el perímetro del tronco mediante un flexómetro y los obstáculos artificiales que sirven de referencia para solapar las lecturas de campo con la ortofoto del catastro.

#### 3) Elaboración de planos

Las lecturas de coordenadas relativas de la Estación Total se representaron en Autocad 2017.

Se obtuvo la ortofoto del campo de golf de la Oficina del Catastro Virtual, el cual esta georreferenciado y con escala gráfica. Se escaló dicha imagen en Autocad y la posición relativa de los árboles se solapó con dicha ortofoto del catastro asignando la misma orientación a las medidas de campo que a la ortofoto.

Esta etapa permite diseñar sobre el plano un primer boceto de las posibles líneas de tiro de los hoyos de pitch and putt.

### 5.2 Instalaciones de riego disponibles

Según lo descrito en el anexo A7, apartado "instalaciones de riego disponibles" y plano R1, en el campo de golf actual existen 2 circuitos de agua: circuito de agua de red para greens y circuito de agua depurada para el resto del campo. Ambos circuitos se explican a continuación:

#### *Circuito de agua de red*

El agua de red para greens entra en el campo de golf con tuberías de 90 cm de diámetro a un caudal de 50 m<sup>3</sup>/hora y una presión de 6 atm.

Dicha tubería de entrada suministra a un anillo interior de 75 cm de diámetro que recorre todo el campo de golf.

Para el riego de los greens, del anillo salen ramales de 50 cm de diámetro los cuales llevan el agua hasta el circuito circular de los aspersores que rodean el green.

#### *Circuito de agua depurada*

El suministro de agua depurada proviene de la EDAR de Castellón y tiene una dotación para el campo de golf de 6000 m<sup>3</sup>/Ha-año y caudal medio diario de 417,13 m<sup>3</sup>/día. Se instaló por el ayuntamiento una Estación de bombeo para impulsar un caudal para riego del campo de golf de 53,98 m<sup>3</sup>/h. La infraestructura está calculada para garantizar una presión mínima en los aspersores de 40 m.c.a.

Las condiciones reales de trabajo del circuito son de una presión de 6 atm. en un anillo interior que recorre todo el campo de golf con tubería de 110 cm de diámetro. El anillo principal del campo grande suministra agua a tuberías de 63 cm de diámetro que llegan hasta los pequeños circuitos circulares que rodean cada uno de los tees, y también a los ramales de aspersor que riegan el césped de la calle de los hoyos de golf mediante tuberías de 50 cm de diámetro.

#### *Aspersores*

El riego del campo grande se efectúa con aspersores de las siguientes características técnicas resumidas:



Alcance: De 17,1 m a 24,1 m  
Caudal: De 3,70 a 9,95 m<sup>3</sup>/h  
Sector: Círculo completo (360°)

Figura 02. Aspersores. Fuente: **Rain Bird**. *El riego automático de espacios verdes*.  
Un circuito eléctrico conecta cada aspersor al programador.

#### *Control del riego*

La instalación existente en el campo de golf permite el riego mediante electroválvulas cuyo funcionamiento depende de un sistema de control remoto denominado Lynx Central Control comercializado por TORO. Desde un teléfono móvil se activan las electroválvulas que abren el paso desde el anillo de riego del campo a los ramales deseados.

Todos los ramales disponen de su electroválvula del fabricante Rain Bird, serie PEB, modelo 200-PEB. Las arquetas son rectangulares, en general, del modelo VBA 02676.



Figura 03. Electroválvula. Fuente: **Rain Bird**. *El riego automático de espacios verdes*.

Cada uno de los aspersores lleva su propia válvula incorporada, lo que permite regar controlando uno a uno todos los aspersores.

El riego se efectúa mediante sectores de riego en base a una programación de riego realizada por el greenkeeper del campo de golf en hoja Excel y cuyas fórmulas permiten modificar los tiempos de riego planificados para cada aspersor con tan solo variar la necesidad de agua global del campo (porcentaje respecto de la máxima necesidad hídrica). La programación se transmite a satélites distribuidos por el campo. Desde dichos satélites también puede actuarse manualmente sobre el programador y activar el riego de aquellas zonas que visualmente se considere que necesitan mayor riego. Se dispone de un equipo de 4 jardineros que cuidan el campo diariamente.

## **6 Diseño del campo de pitch and putt: greens, bunkers y calles**

Este capítulo del proyecto está desarrollado en el anexo A6 y planos R3, H1, H2, H3, H4, H7, H8, H9.

El objetivo del diseño es lograr, con el espacio disponible, al menos 9 hoyos de entre 40 y 120 metros cada uno y cuya longitud total supere los 360 metros, disponiendo para ello de una superficie no inferior a 2,5 hectáreas

Para el diseño de los hoyos se ha consultado a profesionales del Club de Golf Costa de Azahar, greenkeeper del campo y expertos en jardinería y riego de campos de golf. La colaboración con los profesionales del campo de golf en el diseño de las calles se ha centrado principalmente en el nivel de dificultad de los hoyos y la seguridad (posible trayectoria de la bola en un tiro erróneo).

En lo que se refiere al diseño, el mayor esfuerzo en soluciones de ingeniería viene dado por las siguientes limitaciones del campo de golf:

- La principal restricción es la falta de espacio: se deben aprovechar espacios inutilizados a veces estrechos, de poca longitud o con obstáculos de árboles
- Los tees de salida deben estar siempre de espaldas a las viviendas colindantes para impedir que bolas mal jugadas lleguen a dichas viviendas
- Los espacios aprovechables están dispersos en varios sitios en los márgenes del campo grande, lo que requiere de máxima optimización de las rutas entre hoyos

El trazado de greens y bunkers se ha llevado a cabo teniendo en cuenta los CRITERIOS DE DISEÑO que se resumen a continuación:

### *Proporcionalidad*

La superficie del green se ha calculado midiendo la ortofoto de 2 campos catalanes de pitch and putt: El Vendrell y El Portal del Roc. De los 36 hoyos medidos (se considera un número representativo de hoyos), se ha obtenido una longitud de largo y ancho siendo éstas las medidas de referencia utilizadas en el diseño

### *Estrategia*

Colocar obstáculos no para penalizar sino para hacer pensar al jugador y crear un reto. Así pues, los obstáculos son siempre visibles desde el tee de salida.

Se utilizan distintas pendientes de greens para que el jugador elija su estrategia.

No se han introducido obstáculos artificiales.

### *Variedad*

La singularidad se ha buscado a través de la variación de formas de los greens, profundidad y geometría de bunkers, introducción de pequeñas colinas, construcción de algunos greens elevados y mediante la jardinería del entorno.

El diseño permite practicar el uso de distintos tipos de hierros: unos para alcanzar hasta 120 metros y otros para hoyos de menos de 75 metros.

Se han diseñado greens con formas muy diversas: ovaladas, circular, arriñonada, de media luna, en forma de ocho, etc.

Las pendientes de los greens se han variado también de un hoyo a otro: pendientes a atrás a delante, izquierda- derecha, derecha-izquierda, doble pendiente, en acordeón, green plano elevado.

Todas las calles están provistas de una dificultad característica (distintas pendientes de greens, tipos de bunker, presencia de árboles cercanos al vuelo de la bola, etc.).

Diseño de un green rodeado de pequeños montículos, lo cual es un elemento que rompe con la monotonía.

### *Estética*

Utilización de madera como material: postes con cuerdas, letreros, etc.

En diseño de jardinería se han preferido ejemplares aislados y setos no rectilíneos para evitar en lo posible alineaciones que den sensación de artificialidad.

La armonía como principio básico en especies arbustivas junto al green.

### *Economía*

El excedente de excavación de la construcción de bunkers se empleará en hacer greens elevados y pequeñas colinas detrás del green al objeto de que no se produzcan residuos de tierras.

Dimensionado hidráulico óptimo para evitar sobrecostes de tuberías y accesorios.

No se justifica diseñar estanques o encharcamientos de agua (economía, proliferación de insectos, agua como recurso medioambiental escaso).

Plantación del mismo tipo de césped que en campo grande para facilitar el mantenimiento.



*Uso del campo / Comodidad del jugador*

Ubicar el campo de pitch and putt lo más cercano posible a la casa club y con las distancias más cortas posible entre un hoyo y el siguiente.

Ninguna calle de nuevo diseño está orientada directamente a poniente para evitar deslumbramientos por el sol.

Se ha diseñado una salida elevada en algunos hoyos mediante muy pequeñas lomas bajo el tee de salida, cuya única finalidad es dar confianza y visibilidad al jugador.

No se han diseñado arbustos para penalizar el juego. Se evitan en lo posible tiros de salida hacia zonas con mayor posibilidad de pérdida de bolas (áreas boscosas, etc.). Los elementos de jardinería afectan a la seguridad y delimitación de áreas y no tienen el propósito de incomodar el juego.

La distancia entre los ejes centrales de las calles más próximas es suficiente.

No se han diseñado hoyos heroicos, a excepción de un green isla en un hoyo para dotar de aliciente al juego.

Normalmente, el eje más largo del green está en la dirección del golpe de aproximación. Se ha tenido en cuenta este criterio, especialmente en los hoyos más largos.

La pendiente del green en el eje de aproximación, siempre es de atrás hacia adelante o plana (nunca hacia atrás).

*Mantenimiento*

Se facilita en lo posible el mantenimiento posterior del campo: tuberías de PE de uniones electrosoldadas, pendientes de acceso a greens accesible para máquina de corte, sectores independientes para el campo de pitch and putt con sus válvulas de corte, aspersores provistos de electroválvulas para control individualizado del riego, especies de jardinería rústicas y de muy bajo mantenimiento.

Se ha evitado en lo posible el diseño de greens bajo la copa de los árboles para evitar la caída de hojas sobre greens, que luego haya que limpiar.

Diseño de greens elevados en zonas del campo donde hay más probabilidad de encharcamiento por lluvias intensas.

No se han diseñado más de un bunker por hoyo para facilitar el mantenimiento.

*Seguridad*

Trazado de caminos lo más alejados posible de la trayectoria de bolas equivocadas.

En un punto concreto, barrera vegetal para impedir que bolas equivocadas salgan fuera del perímetro del campo. Arbustos colocados estratégicamente para impedir que las bolas salgan a zonas más comprometidas.

Tees de salida ubicados siempre adelantados a troncos de árboles cercanos y de espaldas a las viviendas colindantes al campo.

### *Medio ambiente*

Uso de agua depurada para el riego

No se plantea el derribo de ningún árbol

Selección de especies arbustivas autóctonas en jardinería

Se ha tenido en cuenta la afección a raíces de los pinos para evitar la interacción entre raíces y excavaciones

En base a dichos criterios se han obtenido los siguientes **resultados del diseño**:

Plano en Autocad de la distribución de los hoyos, mostrando la ubicación de tees de salida, calles, greens y bunkers. (Ver plano R3)

Plano en Autocad, acotado, de cada uno de los nuevos 7 greens diseñados con representación de la planta, alzado y perfil (Ver planos H1, H2, H3, H4, H7, H8, H9).

Además, se ha efectuado una fotografía por hoyo tomada de espaldas al tee y frente a la bandera. Ver anexo 3 para visualizar gráficamente el hoyo.

### **Conclusiones del diseño**

1.- No es factible un diseño de 9 hoyos de campo homologado de pitch and putt sin hacer uso del final del hoyo 8 y el hoyo 9 del campo grande.

2.- Puesto que se precisa compartir el campo grande, procedería valorar algunas alternativas:

- Uso del campo de pitch and putt únicamente en horarios restringidos (torneos, etc.)
- Iluminación de la zona de pitch and putt para hacer el recorrido en horas sin luz solar dentro del horario de apertura del campo grande.
- Construcción únicamente de algunos de los hoyos que no interfieren en el campo grande y hacer uso de los mismos como parte de una zona de prácticas

## **7 Requisitos de construcción de greens: drenajes y substrato**

Este capítulo del proyecto está desarrollado en el anexo A8 y planos H1, H2, H3, H4, H7, H8, H9.

Dada su extensa implantación en campos de golf y prestigio en cuanto a la rigurosidad de la información aportada, las recomendaciones USGA (*United States Golf Association*) para la construcción de greens de golf han sido utilizadas como base en el presente proyecto.

Para el drenaje de greens se han utilizado dos soluciones:

- Hoyos 2, 3 y 8 para los que se diseñan greens elevados al objeto de tener el máximo cuidado con los pinos circundantes: base mínima de 300 mm de arena directamente sobre el suelo.
- Construcción de greens según recomendaciones USGA para el resto de hoyos diseñados, lo que implica:
  1. Sub-base adecuadamente compactada. Cavidad de 90 grados.
  2. Zanjas de drenaje de 15 cm ancho x 20 cm profundidad, dentro de las cuales se coloca tubería de drenaje de PE corrugado perforado de 10 cm de diámetro.  
Separación entre desagües laterales: 3 m aprox.  
Longitud de los desagües: hasta perímetro putting green  
Profundidad capa de grava bajo tubería drenaje: 3 cm
  3. Relleno con grava de la zanja además de 10 cm de altura adicional de grava abarcando ahora toda la cavidad del green. La pendiente de la subrasante debe ajustarse a la pendiente general del green o bien tener al menos un 1% en greens planos.
  4. Por último, rellenar con 30 cm de arena la parte superior del green como sustrato de cultivo del césped.



Figura 04. Perfil del green y drenaje. Fuente: USGA recommendations for a method of putting green construction

En cuanto a la arena de la mezcla de enraizamiento, deberá cumplir unas especificaciones de calidad que de forma resumida serán:

- Greens elevados: 85-90% de partículas entre 0.1 – 1 mm de diámetro
- Resto de greens: al menos 60% de partículas entre 0,25 – 1 mm y restricciones según distribución granulométrica de modo que se asegure una porosidad entre 33 – 55% y un coeficiente de uniformidad dado.

La composición físico-química de la mezcla radicular deberá ajustarse a lo especificado en las normas USGA. Es decir, la mezcla de enraizamiento deberá cumplir con una determinada granulometría, intervalo de porosidad total, porosidad de aire, porosidad capilar, capacidad de infiltración y % materia orgánica.

El árido utilizado para el drenaje debe de cumplir las especificaciones de las normas USGA en cuanto al factor de permeabilidad, factor de uniformidad y factor de puenteo. Es decir, su composición granulométrica debe ser adecuada y no tener exceso de sulfatos. Esto es importante para la estabilidad a largo plazo del green. Para más información acerca del drenaje de greens, ver anexo [A8](#).

## 8 Diseño hidráulico

Este capítulo del proyecto está desarrollado en el anexo A7 y planos R1 y R2.

### *Introducción*

En el presente capítulo se trata de proponer un diseño eficiente para los sistemas de riego, es decir, con el menor consumo de agua y costes de materiales, según el siguiente desarrollo:

- 1.- Hay que calcular las necesidades hídricas de la especie cespitosa de los greens teniendo en cuenta la evapotranspiración, coeficiente de cultivo, etc. para de este modo saber cuánto caudal máximo de agua se va a necesitar.
- 2.- Hay que determinar el tipo de aspersor y tiempo de riego necesario. Para ello se elige un marco de riego óptimo y aspersores con el alcance adecuado en función de las dimensiones de los greens.
- 3.- Hay que hacer un planteamiento para la cabecera de riego. El objetivo es evitar que impurezas puedan obturar los cabezales de riego mediante filtros, hacer llegar la presión adecuada a los aspersores mediante válvulas reductoras de presión y facilitar el mantenimiento gracias a válvulas manuales de corte.
- 4.- Se discuten los parámetros físico-químicos del agua depurada a utilizar, así como los aspectos ambientales relacionados, para justificar la idoneidad de la reutilización de agua y el ahorro de abono que ello supone.
- 5.- Hay que estimar el recorrido idóneo que deberá tener la red de riego, el diámetro de tubería óptimo y la pérdida de carga que soportan dichas tuberías. El planteamiento es hacer 2 sectores de riego para optimizar el recorrido de las tuberías hasta la acometida, lo cual pudo hacerse gracias a los planos a escala de la red de riego existente (Ver plano R1). En lo que respecta al cálculo del diámetro de tubería y pérdida de carga, se ha utilizado el programa EPANET.
- 6.- Puesto que cada aspersor tiene su propia electroválvula para un control individualizado del riego, se debe dimensionar la sección del cable eléctrico para evitar pérdidas de tensión inaceptables.
- 7.- Elección del programador, teniendo en cuenta las estaciones de conexión necesarias. Además, se plantea una ubicación de la torre del programador que permita aprovechar el cable de comunicaciones enterrado existente en el campo de golf.
- 8.- Se dibuja el plano del diseño hidráulico resultante (ver plano R2 y R3)

### *Cálculo de las necesidades de riego*

La variedad de césped existente en los greens del campo de golf es *Agrostis stolonifera*. Se decide llevar a cabo el riego con agua depurada por razones medioambientales y económicas.

Teniendo en cuenta dicho dato de partida, se calculan las necesidades de riego *máximas* de la siguiente manera:

1. Se estima la evapotranspiración del césped ( $ET_c = E_{To} \cdot K_c$ ) tomando como referencia los datos de  $E_{To}$  del mes de julio proporcionados por el *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias* y el  $K_c$  (coeficiente de cultivo) obtenido de la bibliografía (Soria, 2005).

2. Se considera  $E_{Tc} = NR_n$  (necesidades de riego netas) ya que se utilizan como hipótesis de cálculo que la capa freática no afecta a las raíces del césped, no hay variación de humedad entre 2 riegos consecutivos y puede despreciarse la precipitación efectiva porque los episodios de lluvias estivales son irregulares y poco frecuentes.
3. Se calcula la eficiencia de riego como  $E_a = FL * CU$ . La fracción de lavado (FL) se obtiene en base al  $C_{Ee,max}$  según tablas de FAO y el valor de conductividad del agua proveniente de analíticas de la depuradora. El coeficiente de uniformidad (CU) se estima a partir de la bibliografía (Soria, 2005).
4. Se estiman las necesidades de riego totales como  $NR_t = NR_n / E_a = 25.665 \text{ m}^3/\text{Ha}$

#### *Elección de los aspersores*

En cuanto al diseño de los aspersores, se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

1. Sabiendo que el ancho de los greens está entre 7,5 y 9,5 m, y dando una distancia de seguridad al borde del green de 3 m (lo cual permite el riego del antegreen), la separación entre ramales se fija en 15,5 m.
2. Se elige un marco de riego rectangular, de distancia entre aspersores  $0.4D$  y distancia entre ramales  $0.75D$ , siendo  $D$  = Diámetro de riego. Se desprecia el efecto del viento.
3. En el catálogo de aspersores Rain Bird se elige un aspersor de alcance mayor de 10m. En este caso se trata de aspersores modelo Eagle de la serie 550, los cuales trabajan en condiciones óptimas a 4,1 bar. Los aspersores seleccionados pertenecen al catálogo de productos de golf de Rain Bird, por lo que llevan incorporada su propia válvula y están diseñados específicamente para campos de golf. Por consiguiente, no se precisa calcular el índice de grosor de gota IG.
4. Se confirma que la precipitación de los aspersores es menor que la permeabilidad del suelo y no hay pérdidas por escorrentía mediante la expresión:  $\text{Pluviometría (P)} < V_f$  (velocidad de infiltración) \*  $C_p$  (coeficiente de pendiente). Puesto que la máxima pendiente en greens es del 20% ( $C_p = 0.4$ ) y el sustrato es arena gruesa ( $V_f = 25\text{-}200 \text{ mm/h}$ ), se deduce que con el aspersor seleccionado no hay escorrentía.

#### *Cálculo del tiempo de riego*

Indudablemente, la necesidad hídrica de la planta y por tanto el tiempo de riego dependerá de la evapotranspiración del césped en las condiciones existentes el día del año que se esté regando.

A continuación se estima el tiempo de riego en época de máxima demanda:

$$t = NR_t / P = (2.566,52 \text{ mm/año} / 365) * 12,7 \text{ mm/h} = 0.55 \text{ h} = 33 \text{ min}$$

**Tiempo de riego diario máximo = 33 min**

Una discusión y justificación de los cálculos hidráulicos, así como un desarrollo completo de los mismos, puede verse en el anexo [A7](#).

En resumen, la solución adoptada en el proyecto, al igual que en el campo grande, es la utilización de aspersores con válvula incorporada, lo que permite variar el

tiempo de riego de cada aspersor en función del grado de insolación y estado del césped, es decir, aspersores controlados individualmente.

#### *Instalación de cabecera*

Para obtener una presión de riego adecuada que no dañe al aspersor seleccionado, se plantea una válvula reductora de presión a la salida del anillo de agua depurada que transforma la presión de 6 atm en 4,4 atm. Es decir, se proponen un total de 2 válvulas, una para cada una de las 2 derivaciones del anillo que alimentan los 2 circuitos de riego de pitch and putt.

Asimismo, para evitar daños por partículas en el aspersor, en cabecera de cada acometida se propone la instalación de 1 filtro de anillas.

Una válvula manual permitirá cortar el flujo de agua en caso de necesitarse alguna intervención de mantenimiento.

#### *Uso del agua depurada*

El presente proyecto plantea utilizar el suministro de *agua depurada como única fuente de agua*. Desde el punto de vista de la legislación el uso de agua reutilizada en campos de golf es obligatorio en la Comunidad de Madrid, obligatorio con excepciones justificadas en Andalucía y recomendable en la Comunitat Valenciana. El uso de agua residual en el proyecto presenta una serie de ventajas: aprovechamiento del nitrógeno evitando así el uso de abono nitrogenado, el contenido en nutrientes (NPK y algunos microelementos) es suficiente en muchas épocas del año, coste más barato que el agua potable, suministro continuo de agua puesto que la EDAR de Castellón trabaja todos los días, mínimos riesgos para la salud debido a que se riega de noche, la especie utilizada (*Agrostis stolonífera*) tiene alta tolerancia a la salinidad y, por supuesto, el beneficio ambiental que supone no verter directamente al medio ambiente aguas con contenido en nutrientes.

A continuación se discuten los principales parámetros del agua de riego depurada en base a las siguientes analíticas de agua facilitadas por la empresa suministradora:  
**pH:** aguas de pH prácticamente neutro por lo que son de pH idóneo para el riego.  
**Dureza (Ca + Mg):** aguas de alta dureza. Esto puede provocar obstrucciones en el sistema de riego.

**Conductividad:** Salinidad alta frente al rango deseado (2-3,5 dS/m frente a los <1.2 dS/m recomendados). Puesto que la tolerancia a la salinidad de *Agrostis stolonífera* es alta comparada con otras especies cespitosas (8-16 dS/m), se considera que la salinidad es asumible ya que según Ramirez-Suárez (2016), las cespitosas tolerantes a la salinidad son capaces de crecer y completar su ciclo de vida sin disminuir significativamente su rendimiento.

**Riesgo de sodicidad (SAR):** la analítica indica que SAR = 4.1 y puesto que el valor obtenido es < 6, puede utilizarse sin riesgo de que influya en la estructura del terreno.

**Cloruros:** El valor obtenido es de 325 ppm y 570 ppm frente al <100 recomendado. No obstante, en la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó matiza que <<no es particularmente tóxico a las cespitosas aunque niveles superiores a 355 ppm puede provocar problemas de toxicidad en árboles y arbustos>>

El exceso de cloruros puede suponer quemaduras en las puntas de las hojas que avanza por los bordes de las mismas.

**Boro:** elemento tóxico a concentraciones bajas, en aguas depuradas proviene de jabones y detergentes. Según la guía técnica de Semillas Fitó, <<su concentración varía normalmente de 0.5 a 1 ppm. Los céspedes lo toleran mejor que otras plantas, sobre todo si se eliminan los restos de siega.>>.

**Nitrógeno:** Valor adecuado de nitratos (aprox. 30 mg/l) que permite el aprovechamiento por el césped del nitrógeno como nutriente, aparte de no contribuir a la contaminación de las aguas subterráneas.

**Bicarbonatos:** Sin que los 324 mg/l de la analítica alcancen los 518 mg/l que según Carrazón (2007) suponen una restricción severa, el valor de bicarbonatos es alto.

Además, el agua depurada a utilizar cumple con los requisitos de calidad del RD 1620/2007 ya que tanto los parámetros microbiológicos como los sólidos en suspensión están dentro de lo exigido por la legislación.

*Diseño de tuberías*

Para el cálculo del diseño de tuberías se utilizó el software EPANET.

Para llegar a la solución óptima, se realizaron reiteradas iteraciones hasta que el diámetro de tubería llegó a ser el mínimo posible con una pérdida de carga asumible.

En cuanto a las pérdidas debidas a codos y uniones en T, el cálculo de pérdidas localizadas se ha efectuado por el método del coeficiente mayorante:

$$h_L = C_m \cdot h_{\text{continuas}} \text{ siendo } C_m = 1,2.$$

A continuación se presentan los esquemas dibujados en EPANET para los 2 sectores de riego diseñados:

**SECTOR 1**

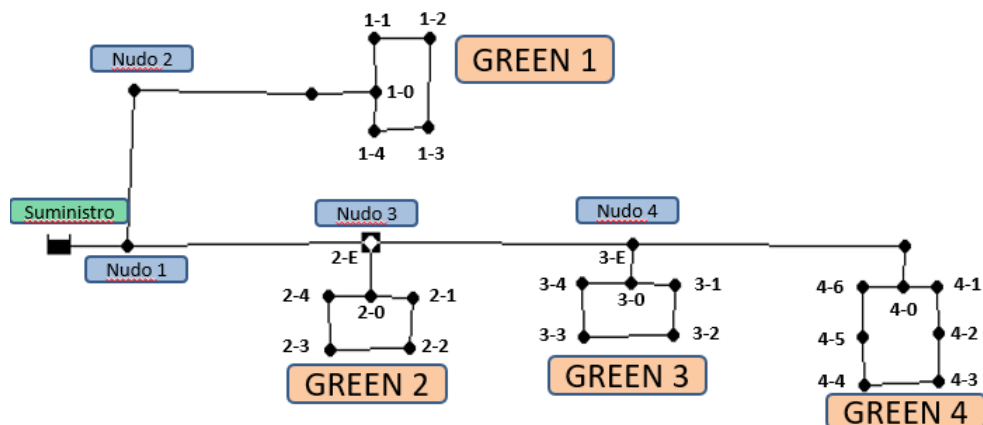


Figura 05. Esquema hidráulico del sector de riego 1

Un resumen de los resultados obtenidos por EPANET para el SECTOR 1 se presenta a continuación, siendo la primera fila de la tabla la solución elegida de diámetros de tubería:



<b>GREEN 1, 2, 3 y 4</b> DIAMETROS DE TUBERIA (mm)	Presión max (m)	Presión min (m)	Velocidad max (m/s)	Perd. u. max (m/Km)
$\varnothing$ 75: sum. a nudo 1, nudo 1 a 4 $\varnothing$ 63: nudo 4 a 5 $\varnothing$ 50: nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 $\varnothing$ 32: anillo de riego de greens	<b>46</b>	<b>42,82</b>	<b>1,83</b>	<b>46,35</b>
$\varnothing$ 75: sum. A nudo 1, nudo 1 a 4 $\varnothing$ 63: nudo 4 a 5 $\varnothing$ 50: nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 $\varnothing$ 25: anillo de riego de greens	46	39,28	1,83	319,09
$\varnothing$ 50: sum. A nudo 1, nudo 1 a 4, nudo 4 a 5, nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 $\varnothing$ 32: anillo de riego de greens	46	36,01	4,13	289,15

Tabla 01. Resultados del cálculo con EPANET de diámetros óptimos de tubería del sector de riego 1

En cuanto a las pérdidas localizadas:  $h_L = 1,2 \times (46 - 42,82) = 3,82$  m

Por consiguiente, se deduce que las presión mínima en el nudo crítico en vez de ser 42.82mca, considerando las pérdidas localizadas y filtro de anillas, será de  $46 - 3,82 - 1 = 41,18$  mca

La solución elegida se considera óptima porque resulta una pérdida de carga asumible entre la cabecera y el nudo crítico. En efecto, si en base al resultado de EPANET consideramos el aspersor que tiene mayor presión (44.72 mca) y lo comparamos con el de menor presión (42.82 mca), se ve que esta diferencia de presión es aceptable para conseguir una buena uniformidad en el riego.

En cuanto a las pérdidas unitarias, las mayores pérdidas se dan entre nudos de la tubería más corta (5m) y en las primeras tuberías de los anillos de los greens. Sin embargo, esto supone pérdidas de presión asumibles, teniendo en cuenta además que no se requiere bombeo, sino que la presión de suministro es superior a la necesaria para el riego.

En lo que se refiere a los anillos de los greens, la tubería de  $\varnothing$  32 da unas pérdidas de carga aceptables, por lo que no se precisa tubería de diámetro superior. Sin embargo, el diámetro comercial inferior de tubería de  $\varnothing$  25, da unas pérdidas unitarias elevadas en algunas tuberías (319 m/km).

En lo que respecta a las tuberías principales, se observa que el  $\varnothing$  50 da unas pérdidas unitarias elevadas de hasta 289 m/km.

**SECTOR 2**

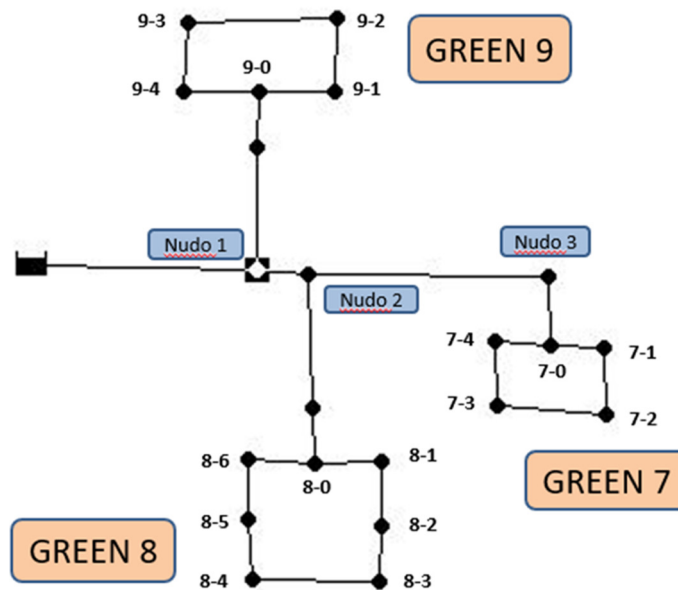


Figura 06. Esquema hidráulico del sector de riego 2

Un resumen de los resultados obtenidos por EPANET para el SECTOR 2 se presenta a continuación, siendo la primera fila la solución elegida:

<b>GREEN 7, 8 y 9</b> DIAMETROS DE TUBERIA (mm)	Presión max (m)	Presión min (m)	Velocidad max (m/s)	Perd. max (m/Km)
Ø 75: sum. A nudo 1 Ø 63: nudo 1 a 2 Ø 32: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	42,26	1,44	46,35
Ø 75: sum. A nudo 1 Ø 63: nudo 1 a 2 Ø 25: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	38,72	1,83	319,10
Ø 32: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	37,37	3,21	181,68

Tabla 02. Resultados del cálculo con EPANET de diámetros óptimos de tubería del sector de riego 2

En cuanto a las pérdidas localizadas:  $h_L = 1,2 \times (46-42,26) = 4,49$  m

Por consiguiente, se deduce que la presión mínima en el nudo crítico en vez de ser 42.26mca, considerando las pérdidas localizadas y el filtro de anillas, será de  $46-4,49 - 1 = 40.51$  mca

La solución elegida se considera óptima porque resulta una pérdida de carga asumible entre la cabecera y el nudo crítico. En efecto, si en base al resultado de EPANET consideramos el aspersor que tiene mayor presión (44.65 mca) y lo comparamos con el de menor presión (42.26 mca), se ve que esta diferencia de presión es aceptable para conseguir una buena uniformidad en el riego.

En cuanto a las pérdidas unitarias, las mayores pérdidas se dan en las primeras tuberías de los anillos de los greens. Sin embargo, esto supone pérdidas de presión asumibles.

En lo que se refiere a los anillos de los greens, la tubería de Ø 32 da unas pérdidas de carga aceptables, por lo que no se precisa tubería de diámetro superior. Sin embargo, el diámetro comercial inferior de tubería de Ø 25, da unas pérdidas unitarias elevadas en algunas tuberías (319 m/km).

En lo que respecta a las tuberías principales, se observa que el Ø 50 da unas pérdidas unitarias elevadas de hasta 182 m/km.

#### *Diseño del tamaño del cable eléctrico*

Según la Información técnica del fabricante (**Rain Bird. Información técnica Catálogo de productos de golf**. pp. 232 'Tamaño del cable'), la Resistencia del cable eléctrico se calcula aplicando la fórmula:

$R = 1000 \cdot AVL / 2L \cdot I$ , siendo:

R: Resistencia máxima permitida del cable en ohmios por 1000m.

AVL: Pérdida de tensión permitida. Se calcula restando el voltaje de funcionamiento mínimo de la válvula al voltaje a la salida del programador

L: longitud del cable en metros

I: corriente de irrupción.

Donde tenemos:

AVL = 24V – 20V = 4 (según especificaciones técnicas del fabricante)

I: 0,37A

L: Distancia máxima de válvula de riego a la cabecera se estima en 150 m.

Por consiguiente, sustituyendo:

$R = 1000 \cdot 4 / 2 (150) \cdot 0,37 = 36$  ohmios / 1000 metros.

Con este dato se debe ir a la tabla de Resistencia del cable de cobre, que según el fabricante es:

Tamaño del cable (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a 20°C (ohmios / 1000m)
0,5	38,4
1	18,7
1,5	13,6
2,5	7,4

Tabla 03. Resistencia del cable en función de su sección. Fuente: Rain Bird. Información técnica Catálogo de productos de golf. pp. 232 'Tamaño del cable'

Puesto que la resistencia del cable no puede ser superior a 36 ohmios por 1000m, el cable de menor sección podría ser de 1 mm<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que 1,5 mm<sup>2</sup> es un tamaño más común y su precio está incluido en la tarifa de Rain Bird, se calcula el presupuesto con tamaño de cable 1,5mm<sup>2</sup>.

### *Programador y sistema de comunicaciones*

Para cada sector de riego se elige un Programador modular ESP-LXME de 8 estaciones de Rain Bird (Modelo: I8LXMEEU) dotado de 2 módulos de ampliación de 12 estaciones (Modelo: ESP LX M SM12).

En el caso del sector 1, existen 18 aspersores. Por consiguiente, se necesitan 36 estaciones (una por cada cable eléctrico del aspersor más otras 18 conexiones para el cable común).

El programador y sus módulos de ampliación cubren  $12 + 12 + 8 = 32$  estaciones. Para las 4 estaciones que faltan (green del 1 del campo de pitch and putt, por ejemplo), podría usarse el programador existente junto al green del 9 del campo grande, ya que tras consultar al greenkeeper, se confirma que sobran estaciones de conexión.

Hay que tener en cuenta que la ubicación de la torre del programador está diseñada cerca de la existente junto al green del 9, y que de dicha torre parte cable de comunicaciones enterrado, por lo que se podría aprovechar dicha red para que el greenkeeper tuviera un control del campo de pitch and putt a distancia utilizando un terminal como, por ejemplo, su propio teléfono móvil.

En el caso del sector 2, existen 14 aspersores, por lo que se necesitan 28 estaciones. Así pues, las 32 estaciones del programador y sus módulos de ampliación cubren las necesidades de conexión eléctrica.

Se han elegido dichos modelos de programador tras consultar al responsable técnico comercial de Rain Bird, confirmando que se trata de una elección adecuada para el campo de pitch and putt.

## **9 Paisajismo: Jardinería y mobiliario del campo**

Este capítulo del proyecto está desarrollado en el anexo A9, así como en el plano P1.

La jardinería del proyecto cubre dos elementos principales: la construcción de greens y la decoración del entorno mediante especies arbustivas.

En lo que respecta a la siembra de especies cespitosas en los greens, se ha elegido *Agrostis stolonifera*, ya que es la misma especie empleada en el campo grande. Ello permitirá facilitar el mantenimiento y, por otro lado, dada la experiencia del personal fijo del campo (4 empleados de jardinería aparte del greenkeeper), la siembra se podría realizar con personal propio.

En lo que concierne a las especies arbustivas, la web de Castellón turismo del Ayuntamiento de Castellón y el Plan de usos del Pinar del Grao del Ayuntamiento de Castellón de la Plana (2018), destaca como arbustos autóctonos del pinar del Grao las siguientes 3 especies:

- *Pistacea lentiscus* (Lentisco)
- *Teucrium fruticans* (Olivilla)
- *Phyllirea angustifolia* (Falso aladierno)

Se ha elaborado una ficha técnica para cada una de estas especies que puede verse en el anexo [A9](#).

Es importante resaltar que la función de la jardinería en el proyecto de campo de pitch and putt es la de delimitar áreas (contención de bolas equivocadas, etc.), realzar la estética del campo y contribuir a la restauración medioambiental de la flora autóctona.

Así pues, la jardinería del proyecto plantea la plantación de *Phyllirea angustifolia* como ejemplares más o menos aislados debido a su facilidad de reproducción por esquejes (que pueden ser obtenidos de plantas madre existentes en el campo de golf) y tolerancia a la poda y el recorte.

En cuanto a los setos, se ha seleccionado la especie *Teucrium fruticans* debido a que es una especie resistente muy utilizada en jardinería en setos bajos. Para mejorar el aspecto visual de la actuación, se propone la utilización de mulching de corteza de pino.

En resumen, se plantea utilizar las mismas especies que las ya presentes en el campo y que por consiguiente están bien adaptadas al terreno, evitando el impacto ambiental del uso de flora alóctona. Lo que se pretende es, por un lado, realzar la belleza del lugar con flora autóctona y, por otro, contribuir a la seguridad del campo haciendo que los setos hagan de barrera de contención que evite que salgan bolas rodando fuera de los límites del hoyo, con el consiguiente estorbo para jugadores de hoyos contiguos.

Como actuación específica de jardinería, merece especial atención la plantación de una barrera vegetal de 25-30 m de largo de *Cupressus sempervirens* en el hoyo 1 junto a la valla que linda a la C/del golf. La finalidad de la barrera es evitar que bolas con el vuelo desviado (slice) puedan alcanzar la vía pública. Para ello, se propone utilizar *Cupressus sempervirens* ya que es una especie apta para dicha finalidad, que puede alcanzar la altura suficiente y que solo a 100 m, junto a las pistas de pádel, existe una hilera de dichos árboles rodeando el muro de la edificación existente.

También se deberán hacer algunas tareas de aclareo de árboles en el hoyo 3 y el hoyo 8 del campo de pitch and putt con la finalidad de facilitar el vuelo de la bola y evitar que caigan hojas de pino al green y facilitando así el mantenimiento del campo.

Se dibujan en plano [P1](#) los ejemplares cuya plantación se propone en el proyecto de campo de pitch and putt.

Por otro lado, el campo de pitch and putt precisa de mobiliario imprescindible para el juego. En el proyecto se han previsto las siguientes necesidades:

- 2 papeleras
- 30 m lineales de postes de madera de 1 m de altura con cuerda (para delimitar áreas)
- 9 señales de información del tee con poste de madera y letrero informativo del nº y hándicap del hoyo

- 6 señales “Next tee” (que orientar la dirección a seguir para alcanzar el siguiente tee)
- 8 alfombras de golf de 1,5x1,5 m
- Set de 9 banderas de hoyo
- 7 rastrillos para bunkers
- 1 lavabolas, colocado sobre poste
- 12 estacas de color rojo para marcar límites del campo

Mención aparte merece la instalación de una red de seguridad. En efecto, el campo de prácticas del campo de golf Costa de Azahar linda con los últimos hoyos del proyecto de pitch and putt. Si bien existe actualmente una red de seguridad, se considera que su altura no es suficiente para proteger a los jugadores. Por consiguiente, se hace necesario la instalación de una red de casi 500 m<sup>2</sup> adicionales, con sus correspondientes cimentaciones de hormigón y apoyos metálicos de 12 m de altura.

El enfoque dado al proyecto es el de integración paisajística, por lo que no serán visibles elementos de hormigón (pavimentos, etc.). Se emplearán señalizaciones de madera, vallado de estacas de madera con cuerdas (a semejanza de lo existente actualmente en el campo de golf), etc. En resumen, se pretende la máxima integración posible con el entorno.

## 10 Planificación de obras y control de ejecución

El control de la ejecución de la obra se detalla en el [Pliego de Prescripciones Técnicas](#) para cada unidad de obra, estableciéndose las condiciones técnicas y de calidad que deberán regir la construcción de un campo de Pitch and Putt en las instalaciones del *Club de Golf Costa de Azahar* de Castellón.

En dicho Pliego de Prescripciones Técnicas se define la documentación que figurará en el Contrato de obra y la delimitación de funciones de las partes interesadas: promotor, proyectista, contratista y Dirección Facultativa.

Dadas las dimensiones del Proyecto, se considera que la Dirección Facultativa puede asumir la Dirección de Obra, Vigilancia Ambiental y Coordinación de Seguridad y Salud. Su titulación deberá ser de Ingeniero Agrónomo o similar, habilitado en Seguridad y Salud, y le corresponderá emitir las certificaciones de obra. Se tratará de un profesional con experiencia, independiente del contratista y nombrado por el promotor.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas se abordan, entre otros, los siguientes aspectos:

- Apertura del centro de trabajo (previo al inicio de obras).
- Elaboración del Plan de Obras por el Contratista.
- Procedimiento para solicitar aclaraciones al Proyecto y reclamaciones por desacuerdo con las órdenes de la Dirección Facultativa.
- Acta de comprobación del replanteo (en plazo de 1 mes desde el contrato).
- Procedimiento para la aprobación de modificaciones al Proyecto y regulación contractual de la ejecución de unidades de obra no previstas.

- Plazos de Ejecución: 6 meses. Se prevé indemnización del 5% del presupuesto por cada 30 días de retraso.
- Consecuencias en caso de observarse negligencia, desobediencia o incumplimiento del Plan de Seguridad y Salud
- Obligación del cumplimiento de la normativa en materia de legislación laboral, legislación del sectorial de la construcción, prevención de riesgos laborales, medio ambiente, Ordenanzas Municipales, y cualquier otra legislación que le sea de aplicación directa.
- Establecimiento de una Política de Responsabilidad Social por parte del contratista.
- El suministro de agua y energía eléctrica serán a costa del contratista. También los costes para subsanar defectos en la ejecución de la obra.
- Liquidación mensual por parte del CONTRATANTE de las certificaciones emitidas por la Dirección Facultativa. El pago no podrá considerarse como aceptación o recepción de las obras.
- Acta de recepción de obra con indicación de las personas con autoridad que intervienen, fecha del certificado final de obra de la Dirección facultativa, importe final de la obra, si la recepción final es con o sin reservas (especificando de manera clara las deficiencias y el plazo en el que deben ser subsanadas) y garantías del constructor.

En los que respecta a las unidades de obra, a continuación se resumen los principales controles de la ejecución:

- *Movimiento de tierras*  
Se suspenderán los trabajos en cada caso de imprevistos (terreno inundado, raíces de árboles, restos arqueológicos, etc.) y se avisará a Dirección Facultativa  
No se desechará a vertedero ningún material excavado  
La planeidad del fondo de la zanja podrá ser de  $\pm 2$  cm/3 m, los niveles de  $\pm 5$  cm y la anchura de la zanja de  $\pm 10$  cm  
Los niveles de la rasante final tras el relleno de la zanja serán de  $\pm 2$  cm y con un grado de compactación similar en relación a los suelos adyacentes.  
Se evitará la emisión de polvo, ruido y operaciones de mantenimiento que puedan producir derrames de aceite al suelo.
- *Drenaje*  
Subrasante lisa y bien compactada, sin terrones grandes ni bolsas de aire. Debe adaptarse a la pendiente de la superficie del green  
La composición granulométrica de la grava cumplirá las condiciones de las normas USGA. Por tanto, se comprobarán los certificados del proveedor.  
Las partículas de arena para el bunker deben estar limpias y tener entre 0.25 y 1 mm.  
Se inspeccionarán los tubos de drenaje. Se desecharán los deteriorados y se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño. Se debe proteger el extremo de la tubería para evitar su obstrucción.  
Los tubos estarán alineados y a la rasante prevista. Tendrán la pendiente definida en normas USGA con tolerancias: Pendiente:  $\pm 0,50\%$ ; Rasantes:  $\pm 5$  cm  
Se comprobará que el drenaje acabado funciona correctamente.
- *Redes de riego*



Se define una separación mínima entre generatrices más próximas de la red de riego para evitar la posibilidad de interferencia con canalizaciones en servicio. Las acometidas se llevarán a cabo, más o menos aproximadamente, en los puntos indicados en los planos. El enganche será a la red de agua depurada. A la llegada a la obra se inspeccionarán los tubos de PEBD, rechazándose aquellos que presenten golpes, roturas u otros defectos inaceptables. Se verificará que en el interior de la tubería no existen elementos extraños. Se dejará al menos un espacio libre de 20 centímetros a cada lado de la tubería. La rasante de la zanja será uniforme y sin irregularidades superiores a 2 centímetros. No se colocarán más de 60 metros de tubería sin proceder al relleno de la zanja. Los tubos colocados quedarán a la rasante prevista y rectos. Las uniones de los tubos de polietileno se harán mediante electrosoldado. Se realizará prueba de estanqueidad de las tuberías. Las conexiones de los tubos se efectuarán a las cotas indicadas de forma que los extremos de los conductos coincidan con las arquetas. Filtro y válvulas quedarán alineados a la red, con uniones estancas y de forma que se permita el mantenimiento posterior. No será válido modificar la disposición de los aspersores de forma que empeore el porcentaje de solapamiento y coeficientes de uniformidad. La pérdida de presión entre aspersores extremos no deberá superar el 10%. Se comprobará el correcto funcionamiento de las opciones de serie del programador. Se verificará el control individualizado de todos los aspersores. Se revisará la ficha técnica de los cables comprobando que se ajusta a las especificaciones del Proyecto.

- *Jardinería*

Se comprobará el cumplimiento de las normas USGA de la capa de enraizamiento de los greens mediante la revisión del certificado del proveedor en cuanto a la composición físico-química y granulometría del sustrato. Se inspeccionarán todos los ejemplares recepcionados de vivero con los siguientes criterios: adecuada posición y número de ramas/raíces, sin ramas ni raíces aplastadas ni rotas, sin heridas en la corteza. Color sano del follaje, sin hojas y yemas rotas o quitadas. Sin evidencias de plagas, enfermedades o deshidratación. Relación adecuada entre la altura total y el diámetro del cuello de la raíz. La plantación se realizará en las épocas del año más adecuadas. El terreno estará adecuadamente mullido, con una compactación del suelo adecuada que favorezca el enraizamiento. Se vigilará el riego y la aparición de plagas. Se acreditará la calidad de la semilla de *Agrostis stolonifera* mediante documentación técnica. Se verificará el logro de una zona continua de césped en los greens, sin claros, sin desarrollo de malas hierbas y sin síntomas de ataque por plagas o enfermedades. Se contratarán medios de elevación homologados para el aclareo de árboles. En cuanto al mobiliario, se comprobarán las unidades colocadas, su posición respecto al Proyecto, el cumplimiento de especificaciones del fabricante y la ausencia de defectos en los materiales.

En lo que se refiere específicamente a la red de seguridad, deberá estar debidamente sujeta, sin que pueda desprenderse parte de la red fijada al mástil.

- *Control de calidad*

Los especificados en cada unidad de obra y además:

El hormigón de los cimientos de la red de seguridad será de la calidad especificada por el proveedor especialista en la instalación de la red deportiva, lo cual se comprobará mediante 2 probetas.

Se comprobará que desde cada estaca roja que delimita los fuera de límites del campo es visible la siguiente y que la superficie contenida por las mismas supera las 2,5 hectáreas.

El control geométrico de la obra asegurará que todos los hoyos tendrán una longitud entre 40 y 120 metros y que la longitud de todos ellos deberá sumar más de 360 metros.

En principio no se prevé la realización de sondeos del terreno, los cuales no serán obligatorios salvo que la Dirección Facultativa determine justificadamente su necesidad.

- *Control Ambiental y de Seguridad y Salud*

Se dispondrá de Estudio de Seguridad y Salud previamente al inicio de las obras, aprobado por la Dirección Facultativa, así como Plan de Seguridad y Salud elaborado por el CONTRATISTA.

Se hará uso de las protecciones colectivas y protecciones individuales que obligue el Plan de Seguridad y Salud.

Se prevé la realización de informe técnico arqueológico e informe ambiental, los cuales deberán observarse para su cumplimiento.

## 11 Mantenimiento del campo

Este capítulo del proyecto está desarrollado en el anexo A10.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que a una variedad de cespitosa utilizada en greens de golf se le pide como características ideales:

- Alta tolerancia al estrés tanto en altas como en bajas temperaturas
- Alta densidad que impida el desarrollo de maleza y otras especies
- Mínima necesidad de fertilizantes y fungicidas para su mantenimiento
- Alta resistencia a las enfermedades
- Mantenimiento del color verde
- Establecimiento rápido, creando superficies tupidas donde se mueve la bola
- Buena tolerancia al desgaste, ya que está sometida al pisoteo por los jugadores
- Alto vigor de crecimiento que permita la reparación de piques
- Capacidad de adaptación a zonas de umbría

La especie utilizada en los greens del Club de Golf Costa de Azahar es *Agrostis stolonífera*, la cual cumple con los requisitos anteriores para el clima mediterráneo.

En el anexo A10 se presenta la ficha técnica de *Agrostis stolonífera* con sus características más sobresalientes, así como los fundamentos de un abonado tradicional de greens de golf.

Al llevarse a cabo el riego con aguas depuradas, se solicitó a la compañía suministradora del agua depurada las analíticas del agua, ofreciendo los siguientes resultados (media de los promedios mensuales de las analíticas efectuadas en julio, agosto y diciembre 2019, enero 2020):

	<b>Nitrógeno (mg/l)</b>	<b>Fósforo (mg/l)</b>
<b>MEDIA</b>	30,77	0,56

Tabla 04. Resultados analíticos del agua depurada de Castellón. Fuente: FACSA

Dichos resultados muestran la aptitud en cuanto a nutrientes del agua depurada para el riego.

## 2. Siega

La guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó resalta que <<la siega constituye la operación más importante para tener un césped en su estado óptimo después de la elección de las especies y variedades cespitosas>> lo cual argumenta con una serie de razones:

- Proporciona la característica fundamental de uniformidad y estética
- Mantiene hojas y tallos a una altura compatible con las necesidades del juego
- Aumentando la frecuencia de corte se consigue mejorar la densidad de la cubierta vegetal
- Una altura inadecuada de corte puede provocar el debilitamiento del césped

En cuanto a la altura de corte, recomienda entre 3-5 mm en greens de golf tanto en invierno como en verano. En antegreens oscila 6 a 15 mm.

Se recomiendan como estrategias de corte las siguientes:

- En verano levantar la altura de siega como defensa contra el stress hídrico y la temperatura, ya que con más profundidad radicular la planta puede absorber más agua.
- La frecuencia de la siega ha de seguir la regla de cortar como máximo 1/3 de la altura de la planta por siega. Durante el crecimiento activo: 3-7 veces por semana.
- Segar con la planta seca excepto cuando la planta ha crecido demasiado en épocas lluviosas.

El tipo de segadora más adecuada es la helicoidal debido a que proporciona mayor calidad de corte y permite siegas a alturas más bajas.

Como operaciones básicas del manejo de la segadora hay que citar

- Regular la distancia de corte antes de cada siega
- Las cuchillas se deben afilar después de cada corte y también engrasarlas
- Alternar la dirección de siega para evitar deformaciones

La recogida de restos de siega se deberá hacer obligatoriamente en greens de golf por diversas razones, entre ellas, uniformidad necesaria para el juego y evitar aparición de enfermedades por acumulación de materia orgánica.

### 3. Pinchado y recebado de greens

El pinchado se lleva a cabo para que los green estén sanos y perduren en el tiempo. Mediante esta operación se logran una serie de beneficios como son eliminar materia orgánica sobrante, aumentar la porosidad del terreno, mejorar la aireación de las raíces, disminuir la compactación del suelo, mejorar el acceso de los nutrientes al sistema radicular, facilitar la circulación del agua y estimular el rejuvenecimiento de la pradera.

Se recomienda realizar el pinchado varias veces al año con incisiones de 2-3 cm como máximo.

### 4. Escarificado

Debido a la acumulación de restos de plantas, poco a poco se va formando en la superficie del green el fieltro (capa difícil de penetrar bajo el césped superficial), el cual entorpece el crecimiento de las raíces y no deja penetrar al agua. Para limpiar el suelo del fieltro, se rasga superficialmente con un escarificador (rodillo con varillas verticales).

### 5. Riego

La estimación del diaria riego será llevada a cabo por el greenkeeper del campo en base a los valores de ETo diaria y su experiencia en la observación del estado del césped. Para mejorar el control del riego, se recomienda la instalación de una estación meteorológica.

Para más información, consultar el anexo A7.

### 6. Enfermedades

La magnitud de la enfermedad de la planta depende de tres factores que constituyen el llamado triángulo de las enfermedades.

- Medio ambiente: humedad relativa, temperatura, luz, viento, presencia de vectores de transmisión.
- Patógeno: virulencia, abundancia, latencia
- Hospedante: susceptibilidad, uniformidad genética, edad, separación entre plantas

En el caso del campo de golf, las especies cespitosas están próximas unas de otras formando un césped tupido, sin posibilidad de rotación del cultivo. El riego es frecuente y la humedad relativa del clima mediterráneo puede ser alta. En resumen, las condiciones ambientales y del hospedante pueden ser bastante favorables al establecimiento de la enfermedad si está presente el patógeno. Así pues, se hacen necesarias medidas de control mediante fungicidas para prevenir la aparición de enfermedades.

En concreto, las enfermedades que han afectado en los últimos años al campo de golf han sido las siguientes:

*Rhizoctonia solani* (Mancha parda)

*Sclerotinia homoeocarpa* (Mancha del dólar)

*Fusarium culmorum*

Por consiguiente, al objeto de orientar hacia las prácticas culturales más adecuadas, se ha elaborado una ficha para cada uno de estos hongos con la siguiente información:

Imágenes del césped enfermo y placa de petri con micelio

Clasificación (filo, clase, orden)

Especies afectadas (según bibliografía)

Condiciones que favorecen la enfermedad

Sintomatología

Características y ciclo de vida

Identificación

Tratamiento

Dichas fichas pueden consultarse en el anexo A10.

En cuanto al Plan de mantenimiento de los greens, se propone hacer uso del plan elaborado y recomendado por la Real Federación Española de Golf, el cual se presenta en el anexo A10.

## 12 Viabilidad económica del proyecto

Este capítulo del estudio está desarrollado en el anexo A11. A continuación se presenta un resumen del mismo.

Se ha llevado a cabo un trabajo de investigación en bases de datos de ingeniería para cálculos de precios, se ha consultado telefónicamente con los técnicos comerciales de empresas comercializadoras, se ha preguntado al greenkeeper del campo de golf y se ha efectuado una búsqueda en internet de proveedores y precios de productos. Como resultado de dicha investigación, se ha elaborado el presupuesto el cual incluye las mediciones y precios unitarios para cada una de las unidades de obra, obteniéndose un coste inicial debido a las obras de construcción de 59.408 €.

El estudio de la viabilidad del proyecto tiene por objeto evaluar si dicha inversión en la construcción del campo tiene un valor capital positivo.

Se han efectuado diversas hipótesis para calcular la viabilidad del Proyecto, las cuales se resumen a continuación:

- El campo de pitch and putt se podría utilizar durante 2 horas diarias durante 300 días / año con una ocupación media para socios del 50% y un greenfee de 1 €. Para no socios se estima una ocupación del 2% y greenfee de 15 €.
- Período de vida útil de 10 años.
- Subvención de 6.000 € de la Federación Valenciana de Golf.
- Tipo de interés fijo del 4,04% según tipo máximo publicado por ICO.

- Incremento de 1,27% anual del gasto según variación IPC en últimos 10 años.
- Aumento en utilización del campo del 0,2%.
- No se precisa contratación de jardineros, ya que no aumenta la superficie.
- Gasto en agua, fitosanitarios, etc., aprox. 15% proporcional al campo grande.

Los criterios de evaluación de inversiones que se han calculado han sido el Valor Actual Neto (VAN), que es el valor actualizado de los rendimientos netos esperados de la inversión, y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), que es la ganancia obtenida por cada euro invertido en el Proyecto.

Puesto que  $VAN > 0$ , la inversión será aconsejable. El VAN obtenido es de 8.949 €, por lo que se recupera la inversión. Además, al noveno año el proyecto ya empieza a generar beneficios.

Para el cálculo del TIR se ha utilizado la calculadora de TIR de Calcuvio.com. La rentabilidad obtenida calculando el TIR es del 7,2 %, el cual es superior a la tasa de descuento del 4,04% asumida para el proyecto, por lo que puede aceptarse la inversión. El hecho de que el TIR obtenido sea superior al TAE del préstamo indica que la inversión desde el punto de vista económico es viable, puesto que se recupera con la inversión inicial.

### 13 Conclusiones

Como conclusión global del proyecto se puede afirmar que se han cumplido los objetivos planteados en el apartado 3 de la memoria, si bien queda por saber el grado de aprovechamiento e implantación que el Club de Golf Costa de Azahar quiera sacar del TFG. El proyecto es viable económico, social y ambientalmente.

Dicho lo cual, el autor consideraría debidamente completo el estudio si, además de cumplir con los objetivos iniciales, se hiciera un estudio de ingeniería de la ejecución y costes que supondría la iluminación del campo de pitch and putt con farolas LED.

Las principales conclusiones del proyecto son:

- Por falta de espacio, el diseño de 9 hoyos de pitch and putt debe hacerse compartiendo 2 hoyos del campo grande.
- El análisis DAFO evidenció que las ventajas del proyecto desde el punto de vista de la viabilidad social son indudables, especialmente el hecho de favorecer la práctica del golf a los jugadores más jóvenes.
- El proyecto es compatible desde el punto de vista normativo
- El diseño de los hoyos se ha efectuado teniendo en cuenta como principios básicos la estrategia de juego, estética, variedad, economía, comodidad en el uso del campo, seguridad, facilidad de mantenimiento y respeto al medio ambiente.

- El diseño hidráulico se ha llevado a cabo estimando las necesidades hídricas de los greens. Se han utilizado aspersores diseñados para campos de golf y dispuestos en marco de riego rectangular; consiguiendo de este modo una buena uniformidad de riego y una ratio aceptable de consumo de agua.
- El diseño de tuberías se ha estudiado con EPANET. Se han obtenido diámetros de tuberías que proporcionan una pérdida de carga aceptable. Se considera que la opción óptima es la de 2 sectores de riego donde se coloca en cabecera un filtro de anillas, una válvula manual de corte y una válvula reductora de presión.
- El control del riego se asegura mediante la elección de aspersores de control individualizado, habiéndose justificado la elección del cableado, programador utilizado y ubicación de los satélites. El proyecto es compatible con un control del riego mediante software.
- Se propone seguir las recomendaciones USGA en el diseño de drenajes y en las áreas más inundables se plantea el diseño de greus elevados.
- Respetar el valor ecológico del Pinar del Grao y la utilización de agua depurada para el riego son los principales aspectos ambientales del proyecto.
- En jardinería lo más adecuado es el uso de especies autóctonas, con actuaciones principalmente alrededor de los greens. Los elementos artificiales serán preferiblemente de madera para conseguir la máxima integración paisajística.
- Se precisa ampliar la altura de la valla de seguridad y alguna barrera vegetal para evitar el riesgo de golpes accidentales con pelotas de golf.
- El mantenimiento de los greens de pitch and putt es similar al campo de golf, y deberá incluir las mismas operaciones: siega, pinchado, escarificado y tratamientos fitosanitarios.
- Se requiere de un Estudio de Seguridad y Salud para la obra de construcción conforme al R.D. 1627/1997, el cual incluye los riesgos asociados a los trabajos y uso de maquinaria, las medidas preventivas a adoptar, protecciones colectivas y equipos de protección individual a utilizar.
- La evaluación de la inversión con el VAN y el TIR muestra que el proyecto es bastante viable, puesto que se recupera con creces la inversión inicial.



Con todo lo cual se espera que la presente memoria del proyecto de **Diseño de un campo de pitch and putt** sirva como resumen para definir perfectamente su contenido.

Almassora, a 18 de Octubre de 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long tail extending to the right.

Fdo: Alfonso Castro Soteras

## 14 Bibliografía

**ABC Comunidad Valenciana. Víctor Mut.** *Castellón, la mejor cantera del golf en España.* Actualizado: 03/07/2013. Consultado el 10 de abril de 2020. Disponible en <https://www.abc.es/local-comunidad-valenciana/20130703/abci-castellon-mejor-cantera-golf-201307031008.html>

**Acusttel. Acústica y telecomunicaciones.** *Estudio Acústico del Plan General Estructural de Castellón de la Plana.* 65pp. (2016). Ayuntamiento Castelló de la Plana. Consultado el 12 de marzo de 2020. Disponible en <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com>

**Agrios, George N.** (2005) *Plant pathology* Elsevier academic press 922pp

**Alfredo Martínez; Lee Burpee** (2015) *Enfermedades de céspedes: Guía de referencia rápida.* University of Georgia

**Alfredo Soria Alfonso, Manuel Caro Ayala, Fulgencio Contreras López.** (2005) *Estimación de las necesidades de agua de las gramíneas cespitosas de un campo de golf. Región de Murcia.* Sistema de información Agraria de Murcia (S.I.A.M.) Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (I.M.I.D.A.)

**Armando Ortuño Padilla, Sergio Civera Planelles.** (2013) *El riego en los campos de golf: el caso de la provincia de Alicante (España)* Universidad d'Alacant

**Asociación Española de Gerentes de Golf** *El mantenimiento del campo de golf: visión global del gerente.* Consultado el 8 de enero de 2020. Disponible en: [http://www.aeggolf.org/enlaces/V\\_jornadas\\_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global.pdf](http://www.aeggolf.org/enlaces/V_jornadas_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global.pdf)

**Ávila,R.; Martín, A.; Yruela, M.C.; Plaza, R.; Navas, A. y Fernández, R.** (2004) *Manual de riego de jardines.* Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Conserjería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Ed. Ilustres, S.L. Córdoba.

**Ayuntamiento de Castelló de la Plana.** *Documento de síntesis del Plan Acústico Municipal.* (2007). Disponible en: [http://www.castello.es/web30/pages/generico\\_web10.php?id=cas&cod1=31&cod2=836](http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?id=cas&cod1=31&cod2=836)

**Ayuntamiento de Castelló de la Plana.** *Valores de contaminación atmosférica: Estación del Grao.* Consultado el 3 de enero de 2020. Disponible en: [http://www.castello.es/web30/pages/generico\\_web10.php?cod1=31&cod2=1295](http://www.castello.es/web30/pages/generico_web10.php?cod1=31&cod2=1295)

**Ayuntamiento de Castellón. Concejalía de Turismo.** *Castelló Turismo*. Consultado el 3 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.castellonturismo.com/grao/lugares-de-interes/parque-del-pinar/>

**Ayuntamiento de Castellón** (2009) *Proyecto de instalación de infraestructura para reutilización de agua desde la EDAR de Castellón hasta el parque “El Pinar”*

**Ayuntamiento de Castellón** (2018) *Plan de usos del Pinar del Grao*. Ayuntamiento de Castellón de la Plana. B.O.P. de Castellón de la Plana, 55, de 8 de mayo de 2018.

**Ayuntamiento de León.** *Pliego de condiciones técnicas particulares que han de regir para el contrato de la concesión demanial para la explotación del campo municipal de golf, propiedad del Ayuntamiento de León*. Consultado el 6 de Agosto de 2020. Disponible en: [http://www.aytoleon.es/es/empresa/perfilcontratante/Documentos%20de%20Expedientes/EXPTE%2052-2017%20PLIEGO%20DE%20CONDICIONES%20T%C3%89CNICAS%20PARTICULARES%20\(PCTP\).pdf](http://www.aytoleon.es/es/empresa/perfilcontratante/Documentos%20de%20Expedientes/EXPTE%2052-2017%20PLIEGO%20DE%20CONDICIONES%20T%C3%89CNICAS%20PARTICULARES%20(PCTP).pdf).

**Barrett, James; Vinchesi, Brian; Dobson, Robert; Roche, Paul and Zoldoske, David** (2003) *Golf course irrigation. Environmental Design and Management Practices*. John Wiley 452pp

**Calcuvio.** *Calculadora de VAN y TIR*. Consultado el 18 de septiembre de 2020. Disponible en: <https://www.calcuvio.com/van-tir>

**Carrazón Alocén, Julián.** (2007) *Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org/>

**Club de golf Costa de Azahar** <http://golfcostadeazahar.com/>

**CYPE Ingenieros, S.A.** *Generador de precios de la construcción*. Consultado en agosto 2020. Disponible en: <http://www.generadordeprecios.info>

**Diputació de València.** Octubre 2019. *Pliego de Prescripciones Técnicas para la obra “Renovación jardín Plaça de Baix”*. Consultado el 31/03/2020. Disponible en [https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/PLACE\\_es/Site/area/docAccCmpnt?srv=cmpnt&cmpntname=GetDocumentsById&source=library&DocumentIdParam=0ce4e219-90ad-433d-8bfb-4f6b3b75c39b/](https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/PLACE_es/Site/area/docAccCmpnt?srv=cmpnt&cmpntname=GetDocumentsById&source=library&DocumentIdParam=0ce4e219-90ad-433d-8bfb-4f6b3b75c39b/)

**Direcció General del Canvi Climàtic i Qualitat Ambiental.** *Evaluación de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana. Aglomeración ES1015: Castelló*. (2018). Disponible en [www.agroambient.gva.es](http://www.agroambient.gva.es)

**El Periódico Mediterráneo. R.D.** *El Club de Golf con más historia de la Comunitat*. Actualizado: 7/05/2018. Consultado el 10 de abril de 2020. Disponible en: [https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/deportes/club-golf-mas-historia-comunitat\\_1145329.html](https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/deportes/club-golf-mas-historia-comunitat_1145329.html)

**El Periódico Mediterráneo. Rafael Fabián** *La historia de El pinar del Grau, el pulmón verde de Castellón*. Artículo de 4/12/2018. Consultado el 10 de abril de 2020. Disponible en: [https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/historia-pinar-grau-pulmon-verde-castellon\\_1188669.html](https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/castellon/historia-pinar-grau-pulmon-verde-castellon_1188669.html)

**Fernández de Caleyá Blankemeyer, Julia** (1997) *El diseño de los campos de golf: una aproximación paisajística*. Universidade da Coruña. Servicio de publicaciones. 424pp

**Flora vascular** *Agrostis stolonifera* L. Consultado el 17/04/2020. Disponible en: <https://www.floravascular.com/index.php?spp=Agrostis%20stolonifera>

**Floresyplantas.net. Magazine on line.** (2018). *Lentisco*. Disponible en: <https://www.floresyplantas.net/lentisco/>

**Hawtree** (1983) *The Golf Course. Planning, Design & Construction*. London. New York & F.N. Spon.

**Herbolari Virtual del Mediterrani Occidental.** Àrea de Botànica. Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears *Pistacia Lentiscus* L Consultado el 8 abril de 2020. Disponible en <http://herbarivirtual.uib.es/ca/general/211/especie/pistacia-lentiscus-l->

**Herbolari Virtual del Mediterrani Occidental.** Àrea de Botànica. Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears. *Teucrium Fruticans* L. Consultado el 8 abril de 2020. Disponible en <http://herbarivirtual.uib.es/ca/general/812/especie/teucrium-fruticans-l->

**Infoagro** *Céspedes: especies, instalación y manejo*. Consultado el 14 de Abril de 2020. Disponible en <https://www.infoagro.com/flores/flores/cespedes2.htm>

**Infojardin** *Labiérnaga, Labiérnago blanco, Ladierna. Phillyreaangustifolia*. Consultado el 8 de abril de 2020. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/arbustos/phillyrea-angustifolia-labiernaga-labiernago-blanco.htm>

**Infojardin.** *Teucro, Olivilla, Olivillo, Salvia amarga. Teucrium fruticans*. Consultado el 8 de abril de 2020. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/arbustos/teucrium-fruticans-teucro-olivilla-olivillo.htm>

**Infojardin.** *Lentisco. Pistacia lentiscus*. Consultado el 8 de abril de 2020. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/arbustos/pistacia-lentiscus-lentisco.htm>

**Institut Cartogràfic Valencià. Generalitat Valenciana.** *Visor cartogràfic*. Consultado el 8 de enero de 2020. Disponible en: <https://visor.gva.es/visor>

**Instituto de Crédito Oficial (ICO)** *Líneas ICO* Consultado el 18 de septiembre de 2020. Disponible en: <https://www.ico.es/web/ico/ico-empresas-y-emprendedores/-/lineasICO/view?tab=tipoInteres>

**Instituto Nacional de Estadística** *Cálculo de variaciones del Índice de Precios de Consumo (sistema IPC base 2016)*. Consultado el 18 de septiembre de 2020. Disponible en: <https://www.ine.es/varipc/>

**Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias** <http://riegos.ivia.es/necesidades-de-riego>

**Instituto de Investigación y Formación Agraria y pesquera. Junta de Andalucía.** Manual de Riego para Agricultores. Módulo 3. Riego por aspersión. Consultado el 3 de abril. Disponible en [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego\\_por\\_aspersi%20n.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego_por_aspersi%20n.pdf)

**Itineraris campus de Burjassot. Punt Verd. Universitat de València.** *Phillyrea angustifolia L.* Consultado el 8 de abril de 2020. Disponible en: [https://www.uv.es/itineraris/Itinerario%20Phillyrea\\_Angustifolia.html](https://www.uv.es/itineraris/Itinerario%20Phillyrea_Angustifolia.html)

**James F. Moore.** (2002) *Construyendo un green de la USGA: Consejos para el éxito* United States Golf Association. 28pp

**Martín, Marco.** (2006) *Master en gestión de campos de golf*. Universidad Europea de Madrid.

**Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino.** *Guía para la aplicación del RD 1620/2007, por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas* (2010). 128pp. Consultado el 15 de abril de 2020. Disponible en: [www.miteco.gob.es](http://www.miteco.gob.es)

**Morell, Ignacio.** (2016) *1ª Jornada Técnica sobre gestión de recursos hídricos: aguas subterráneas*. Cátedra FACSA de innovación en el Ciclo Integral del Agua. Universitat Jaume I de Castelló. Disponible en [www.catedradelagua.uji.es](http://www.catedradelagua.uji.es)

**NATURGOLF, S.A.** *Pliego de condiciones técnicas que regirán los trabajos de mantenimiento del Campo de Golf de NATURGOLF en Urturi (Álava)* 16pp. Consultado el 6 de Agosto de 2020. Disponible en: [http://www.izkigolf.eus/wpcontent/uploads/2017/01/Pliego\\_Condiciones\\_Tecnicas.pdf](http://www.izkigolf.eus/wpcontent/uploads/2017/01/Pliego_Condiciones_Tecnicas.pdf)

**PUIGDENGOLAS ROSAS, Salvador; CASTELLANOS ALBA, Juan Carlos.** *Elaboración de estudios de seguridad y salud en obras de construcción*. [en línea]. Burjassot: Institut Valencià de Seguretat i Salut al Treball. (2016).14p. (Apuntes técnicos del Invassat; 16-3).

**Rain Bird.** *Catálogo de productos de golf de 2018.* 84pp. Consultado el 31/03/2020. Disponible en <https://www.rainbird.es>

**Rain Bird.** *Información técnica Catálogo de productos de golf.* pp. 232 'Tamaño del cable'. Publicación del fabricante para difusión entre profesionales instaladores.

**Rain Bird.** *Catálogo de productos para riego de jardines.* 196pp Consultado el 31/03/2020. Disponible en <https://www.rainbird.es>

**Rain Bird.** *El riego automático de espacios verdes.* 148pp Consultado el 31/03/2020. Disponible en <https://www.rainbird.es>

**Ramón Dávila Guerrero, Íñigo M<sup>a</sup> Sobrini Sagaseta de Ilúrdoz (2004)** *Integración ambiental de los Campos de Golf.* PROMOTUR 198pp

**Real Federación Española de Golf.** *Reglamento de pitch and putt.* Consultado el 9/03/2020. Disponible en: <http://www.rfegolf.es/ArticulosDocumento/Comité%20Pitch%20y%20Putt/Comité%20Pitch%20y%20Putt%202010/regpitput04.pdf>

**rioMoros.** *Labiérnago: Phillyrea angustifolia.* Consultado el 8 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.riomoros.com/2014/02/labiernago-phillyrea-angustifolia.html>

**Roy, R.N; Finck, A.; Blair, G.J. and Tandon, H.L.S. (FAO).** *Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management.* (2006) 366pp. Disponible en: <http://www.kno3.org/es/product-features-a-benefits/chloride-sensitivity-in-crops>

**Sandra M<sup>a</sup> Clemente Angulo.** (2014) *Evaluación de modelos agroclimáticos a de cálculos de evapotranspiración para jardinería. Aplicación en el jardín del campus de Vera de la Universitat Politècnica de València.* Trabajo fin de grado en Ingeniería agroalimentaria y del medio rural.

**Semillas Fitó.** Edición V. *Guía técnica de cultivo áreas verdes*

**Servicio de conservación de los espacios verdes y arbolado urbano del municipio de Granada. Zona A. Granada.** (2016) 165pp. *Estudio de Seguridad y Salud de conservación de los espacios verdes y arbolado urbano del municipio de Granada.* Servicio de Jardines de la Concejalía Delegada de Urbanismo, Medio Ambiente, Salud y Consumo del Ayuntamiento de Granada.

**Tom W. Allen, Alfredo Martínez-Espinoza, and Lee L. Burpee** (2016) *Mancha dólar del césped.* Consultado el 14 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/DollarSpotEspanol.aspx>

**Topcon.** *Manuales Estaciones Totales.* Consultado el 17 de mayo de 2019. Disponible en: <http://www.solutopo.com/util/topcon/topcon.html>

**United States Golf Association** *USGA recommendations for a method of Putting Green Construction. 2018 revision.* Consultado el 15 de abril de 2020. Disponible en: <https://archive.lib.msu.edu/tic/usgamisc/monos/2018recommendationsmethodputtinggreen.pdf>

**Universitat Jaume I. Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural.** Aula Virtual AG1012-Geología, edafología y climatología; AG1009-Expresión gráfica; AG1014-Fitotecnia; AG1018-Protección de cultivos; AG1020-Topografía; AG1023-Fundamentos de hidráulica y maquinaria; AG1024-Propagación y saneamiento de material vegetal. Viveros; AG1030-Jardinería, cultivos ornamentales e ingeniería de las áreas verdes; AG1032-Valoración y comercialización; AG1033-Paisajismo y proyectos de restauración ambiental y paisajística; AG1034-Riegos y drenajes; AG1040-Fitopatología.

**Unjardinsostenible.com.** *Teucrium fruticans (Olivilla, Salvia amarga, Teucro, etc.).* Actualizado el 4/04/2017. Disponible en <https://www.unjardinsostenible.com/2017/04/teucrium-fruticans-olivilla-salvia.html>

**Wendy M. Ramirez-Suarez; Luis A. Hernández-Olivera** (2016) *Tolerancia a la salinidad en especies cespitosas.* Consultado el 10 de abril de 2020. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942016000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000400001)



# ¿QUÉ ES UN PITCH AND PUTT?

## ANEXO 1. ¿QUÉ ES UN PITCH AND PUTT?

### LOS ELEMENTOS DEL CAMPO

Independientemente del tamaño y tipo de campo de pitch and putt de que se trate, todos los campos tienen los siguientes elementos comunes:

#### 1. Hoyo

Agujero donde se pretende embocar la bola en el menor número de golpes posible. Está situado sobre el green y su ubicación va cambiando para evitar que se deteriore el césped alrededor de la bandera.

La palabra “hoyo” también se emplea para referirse al recorrido completo entre el tee de salida y el agujero.

#### 2. Green

Superficie regular de césped que rodea el hoyo y que en pitch and putt orientativamente puede estar de media entre 16 metros de largo y 7 metros de ancho. El césped es de crecimiento lateral, cortado entre 3 y 5 mm de altura, y cuyo mantenimiento es tan cuidado que debe formar una capa continua a semejanza de un tapiz.

#### 3. Tee de salida

Superficie lisa de 1,5 x 1,5 metros (normalmente de hormigón recubierta por una alfombra verde), desde donde se efectúa el primer golpe en el hoyo.

#### 4. Calle (Fairway)

Área del hoyo con la hierba segada más corta que hay entre el tee de salida y el green. Constituye la parte central del hoyo y que mide entre 40 y 120 metros, dependiendo de la longitud del hoyo.

#### 5. Rough

Área lateral del hoyo donde la hierba está más alta, lo que supone una dificultad añadida al jugador cuyo golpe haya salido desviado del tee de salida. No hay un valor definido para su anchura o extensión, sino que depende del diseño del campo.

#### 6. Obstáculos

En el hoyo pueden existir obstáculos de origen natural o artificial que proporcionan una dificultad adicional al juego. Los obstáculos (obstrucciones) naturales pueden ser, por ejemplo, un árbol o arbustos en la línea de tiro, una colina o concavidad en el suelo, arroyos, etc. Como obstrucciones artificiales podemos enumerar bocas de riego, aspersores, caminos, acequias, etc. En todos los hoyos de pitch and putt, anexos al green, se suelen diseñar depresiones a las que se aplica una capa de arena, denominadas bunker.

### **7. Fuera de límites**

Espacio señalado como fuera de los márgenes del campo. En el caso de que una bola salga fuera de límites, ello supone una penalidad y la bola no puede jugarse desde el exterior del campo. Por ejemplo, más allá de una valla que delimita el campo de una calle exterior al campo, los límites del campo de prácticas, espacio delimitado correspondiente al club social, etc.

### **8. Campo de prácticas**

Espacio para tirar bolas con los palos (práctica de la distancia de tiro mediante la mejora del swing), practicar la salida de bunker, aprochar o patear.

**PARTES INTERESADAS DEL CLUB DE GOLF COSTA DE AZAHAR****Administración pública**

Al tratarse de un campo municipal, el ayuntamiento de Castellón es propietario de los terrenos y tiene interés en que cualquier actividad se desarrolle conforme a la normativa e intervenir en la aprobación de cualquier proyecto de reforma del campo. La financiación por entidades públicas permite que los jugadores puedan hacer uso de las instalaciones de una forma más asequible, logrando de este modo una mayor promoción del deporte en el municipio.

**Junta Directiva**

Gestiona y dirige el funcionamiento general del campo de golf. Los acuerdos y decisiones de la Junta son de obligado cumplimiento en el campo. Está compuesta por Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero, Presidente del Comité de Competición y Escuelas, Vocal Delegado de Tenis y Padel, entre otros vocales.

**Administración**

Lleva a cabo la gestión administrativa del campo: facturación a socios, control de ingresos, compras de material, cobro del green-fee del campo, alquileres de buggies y carros de golf, gestión del cuarto de palos y máquina de bolas, inscripciones a campeonatos, tienda de material deportivo, etc.

**Socios**

Los socios pagan una cuota inicial y mensualidades que les permiten a cambio disfrutar de precios más económicos para las salidas al campo y prácticas, uso y disfrute de vestuarios y salón social, etc. Tienen el derecho de votar para la elección de la Junta Directiva.

**Profesores**

Profesionales de golf dedicados a la enseñanza del deporte, tanto en cursillos promovidos por el club como mediante clases particulares. Asimismo, asisten a los representantes del club en competiciones deportivas.

**Usuarios**

Cualquier jugador que disponga de hándicap de golf y pague el green-fee puede hacer uso del campo. Asimismo, todos aquellos jugadores de otros clubs que participen en campeonatos celebrados en el Costa de Azahar.

**Tenis y padel**

Actividades deportivas de tenis y padel que tienen lugar en las pistas ubicadas en el interior de las instalaciones del campo.

**Servicio de mantenimiento del campo**

Bajo la supervisión del greenkeeper, se lleva a cabo el control del riego y la jardinería del campo (poda, mantenimiento de greens, corte de césped, abonado y siembra, etc.)

**Cafetería y restaurante**

Concesionario del contrato de explotación de la cafetería y restaurante, quien debe cumplir con las relaciones contractuales adquiridas para la prestación del servicio (horarios, servicio de menús, etc.)

**DEFINICIONES DE TÉRMINOS DE GOLF UTILIZADOS EN EL PRESENTE PROYECTO**

(Adaptación del autor del proyecto basada principalmente en las Reglas de Golf (Enero 2019), al objeto de que el lenguaje sea más comprensible para el público en general no familiarizado con el golf)

**Agua temporal:** charcos o cualquier otra acumulación temporal de agua en el terreno de juego (para distinguirlo de estanques u otros obstáculos de agua introducidos a propósito en el campo)

**Agujero:** perforación de 108 mm de diámetro y más de 101,6 mm de profundidad donde se emboca la bola para terminar de jugar un hoyo.

**Antegreen:** en golf, zona que rodea al green de hierba más alta que la del green, pero más corta que la de la calle.

**Approach:** Golpe corto (de unos pocos metros de distancia) mediante el cual se pretende que la bola entre en el green lo más próxima posible a la bandera.

**Árbitro:** persona designada para decidir cómo aplicar las reglas en un campeonato y resolver todas las dudas que pudieran surgir sobre el juego.

**Area de penalización:** Cualquier cauce de agua ya sea el mar, un lago, un estanque, un río, una zanja, etc. Éstas áreas están delimitadas por estacas y si la bola del jugador cae accidentalmente dentro de ellas, se aplican puntos de penalidad.

**Asta de la Bandera:** banderín colocado en el hoyo para indicar a los jugadores dónde está exactamente el agujero del hoyo.

**Bunker:** área normalmente de arena, que constituye un obstáculo para el juego y que en pitch and putt suele estar anexo al green. El golpe de golf para salir de un bunker tiene su propia técnica.

**Calle (Fairway):** área que une el tee de salida y el green donde el césped está más cortado, permitiendo el golpeo de la bola con la mayor facilidad posible. Es decir, que si nos desplazamos por el eje que une el tee y el green, encontraremos condiciones favorables para el juego. Sin embargo, si la bola ha salido desviada, saldrá de la calle y tendrá la dificultad añadida de tener que golpear desde un terreno de mayor dificultad.

**Campo:** área dentro del perímetro que delimita el campo. El Comité discrimina lo que es una bola que puede jugarse y una bola que ha salido fuera de los límites del campo mediante líneas en el suelo, vallas, estacas, etc.

**Comité:** comisión encargada de fijar el reglamento y las normas de juego en un campeonato

**Condición Anormal del Campo:** agujero hecho por un animal, terreno en reparación por el servicio de jardinería, obstáculo inamovible o charcos. Bajo estas condiciones, el jugador puede levantar la bola y colocarla a una distancia cercana sin que ello suponga puntos de penalidad.

**Chuleta:** Porción de césped y tierra arrancada del suelo por el palo al efectuar un golpe. Es norma de etiqueta para el jugador reponer el césped arrancado, si bien esta circunstancia debe ser tenida en cuenta en el mantenimiento del campo.

**Dropar:** Acción de dejar caer la bola con la mano para reiniciar el juego.

**Embocada:** Bola que se ha conseguido introducir en el hoyo.

**Empotrada:** cuando la bola queda en su propio pique como resultado de un golpe.

**Fuera de límites:** todas las áreas más allá de los límites del campo establecidos por el Comité. Los márgenes del campo deben obligatoriamente de estar señalizados.

**Fuerzas Naturales:** efectos de la naturaleza como el viento, el agua, etc..

**Golpe:** movimiento del palo hacia adelante al objeto de hacer avanzar la bola en dirección al hoyo. A veces, por cuestión de estrategia, el jugador prefiere golpear hacia una zona diferente. Por ejemplo, cuando una bola se sitúa detrás de un árbol.

**Green:** área de césped que rodea el agujero del hoyo y que cumple que es una superficie más preparada para hacer rodar la bola debido al corte del césped a una menor altura. Sus límites se perciben claramente por el jugador.

**Green-fee:** Precio de la salida al campo que se paga al club

**Green-isla:** Green cuyo diseño es de tal modo que está rodeado de arena.

**Greenkeeper:** Máximo responsable del mantenimiento y conservación del campo de golf, tanto a nivel de riego como de jardinería.

**Handicap:** valoración del nivel de juego de un jugador de golf amateur mediante un sistema de cálculo reconocido por la Federación de Golf. El hándicap se utiliza para igualar las posibilidades de victoria en competiciones, de manera que se premia el que mejor mejora su nivel de juego.

**Hoyo:** agujero en el green. El objetivo del juego es embocar en el hoyo con el menor número de golpes posible. También se denomina "hoyo" a todo el conjunto de un recorrido desde el tee de salida al green.

**Hook:** Golpe con la cara del palo cerrada de manera que la bola se desvía hacia la izquierda.

**Marcar:** indicar mediante un pequeño objeto el punto donde una bola está en reposo. Ello permite al jugador, en determinadas condiciones de las reglas, levantar la bola y limpiarla o colocarla mejor en el mismo punto donde reposaba.

**Marshall:** máxima autoridad en el campo. Representa al club y tiene como objetivo que se cumplan las reglas de etiqueta.

**Objeto de Límites:** objetos que definen o identifican los límites del campo, por ejemplo, muros, vallas, estacas y verjas.

**Objeto Integrante:** un objeto artificial definido por el Comité como parte de la dificultad de jugar el campo, dentro del cual no existe la posibilidad de levantar la bola sin puntos de penalización.

**Obstrucción:** cualquier objeto artificial, excepto los objetos integrantes y los objetos de límites, por ejemplo, carreteras, edificios, aspersores, coches, contenedores de basura, rastrillos, etc.

Una obstrucción es movable o inamovable.

**Obstrucción Inamovable:** Cualquier obstrucción que no se puede mover con poco esfuerzo o sin dañar el campo.

**Obstrucción Movable:** una obstrucción que se puede mover con poco esfuerzo y sin dañar el campo.

**Par del hoyo:** Número de golpes que debe dar un jugador al jugar un hoyo para cumplir el hándicap cero y que depende de la distancia entre el tee y el agujero (a mayor distancia, el par aumenta). En pitch and putt tiene siempre un valor de 3. En campo de golf puede ser 3, 4 ó 5.

**Par de campo:** número de golpes que deben darse al final del recorrido del campo para lograr el hándicap cero. En pitch and putt son 54 para 18 hoyos.

**Patear:** Efectuar un golpe con el palo de golf denominado “putter”. Es el tipo de golpe que se efectúa dentro del green.

**Pitching wedge (“Pitch”):** Palo de golf utilizado para golpes cortos y cuya cara del palo tiene 48°.

**Plateau Green:** Green diseñado como una meseta elevada sobre la cota de la calle.

**Putt:** Golpe dado con el putter y que permite rodar la bola en el green con el objetivo de embocarla

**Putter:** Palo de golf de cara plana que se utiliza en el green.

**Putting-green:** Terreno tapizado con hierba fina de crecimiento horizontal y que constituye la superficie que rodea el agujero

**Rough:** Área del campo con la hierba alta y poco cuidada. Supone un mayor nivel de dificultad para efectuar un golpe que la calle.

**Sandwedge:** Palo utilizado para golpear desde el bunker, ya que eleva más la bola que otros palos.

**Score:** Resultado (valoración) de una vuelta de golf

**Slice:** Golpe con efecto hacia la derecha

**Standard scratch score:** Valor que se le da al campo en función del número de golpes en que haya que finalizar el recorrido para obtener hándicap cero.

**Swing:** Giro efectuado con el cuerpo y los brazos que permite en golf ejecutar un golpe

**Tarjeta de Resultados:** el documento que porta cada jugador y donde se anotan los golpes efectuados. Las tarjetas se intercambian al principio del partido y deben ser firmadas tanto por el jugador como por el marcador.

**Tee:** objeto de goma plantado en el suelo que se utiliza para elevar una bola por encima del suelo al jugarla desde la salida. No debe medir más de 4 pulgadas.

**Tee de salida:** Coloquialmente, lugar donde se coloca la bola para dar el primer golpe del recorrido del hoyo.

**Terreno en Reparación:** cualquier parte del campo que el Comité marque como tal. Además, aunque no estén marcados, también se considera terreno en reparación una pila de césped cortado, impedimentos sueltos, hábitat de animales, agujeros hechos por el personal de mantenimiento, etc.

**Zona de Juego Prohibido:** parte del campo en la que el Comité ha prohibido el juego, por ejemplo, para impedir que se dañen árboles jóvenes. Está señalado mediante estacas.



# CAMPOS DE PITCH AND PUTT EN ESPAÑA

## **ANEXO 2. CAMPOS DE PITCH AND PUTT EN ESPAÑA**

### **ANDALUCIA**

MONTE PARAISO GOLF  
ALHAURÍN GOLF  
BENALMÁDENA GOLF  
LA RESINA GOLF & COUNTRY CLUB  
GREENLIFE GOLF  
MAGNA MARBELLA  
CLUB DE GOLF LA SIESTA  
EL SOTO CLUB DE GOLF  
LOS ALMENDROS CLUB DE GOLF  
ARTOLA GOLF  
LA CALA ACADEMY  
GUADALMINA GOLF  
CLUB DE GOLF EL COTO  
EL CAMPANARIO GOLF & COUNTRY HOUSE  
BIL BIL GOLF  
ESCUELA MUNICIPAL DE MIGUEL ANGEL JIMENEZ

### **ARAGON**

\* MARGAS GOLF  
\* LAS RANILLAS

### **ASTURIAS :**

\* ALDAMA PITCH AND PUTT  
\* DEVA GOLF  
\* VILLAVICIOSA GOLF

### **BALEARES**

\* SON QUINT

### **CANARIAS**

\* AMARILLA GOLF  
\* LOS PALOS  
\* LAS PALMERAS GOLF  
\* LA ROSALEDA  
\* ANFITAURO  
\* HESPERIA PLAYA DORADA

### **CANTABRIA :**

PEDREÑA  
RAMON SOTA  
PARAYAS GOLF  
NOJA  
OYAMBRE

**CASTILLA LA MANCHA**

TALAVERA GOLF  
REINO GOLF  
PARADOR ALBACETE  
ESCALONA GOLF

**CASTILLA Y LEON**

\* GOLF VILLA MAJOR -  
\* LA ALMARZA  
\* LOS ANGELES DE SAN RAFAEL -  
\* ALDEAMAYOR GOLF  
\* GOLF VILLATORO  
\* EL MADERAL

**CATALUÑA**

**BARCELONA:**

\*\* CAN CUYAS (SANT FELIU DE LLOBREGAT)



<http://www.quimriera.com/camps>

\*\* SANT CEBRIA(SANT CEBRIÀ DE VALLALTA)  
\*\* EL VALLES (TERRASSA)  
\*\* HCP 1 (SANT ANDREU DE LLAVANERAS)



<https://hcp1.es>

\*\* GOLF MONTJUÏC (BARCELONA)

\*\* MAS GURUMBAU (TARADELL)



<http://www.masgurumbau.com/>

\*\* LA GARRIGA (LA GARRIGA)



<https://golflagarriga.com>

- \*\* OLLER DEL MAS (MANRESA)
- \*\* BADALONA (BADALONA)
- \*\* VALLROMANES (VILANOVA DEL VALLÉS)
- \*\* TEIÀ (TEIÀ)
- \*\* CAN RAFEL (CERVELLO)
- \*\* MONTSENY (GUALBA)
- \*\* TENNIS MORA (SANT ANDREU DE LLAVANERAS)
- \*\* PORTAL DEL ROC (VILANOVA I LA GELTRU)
- \*\* ROC 3 ( SANTA COLOMA DE CERVELLO)
- \*\* SANT CUGAT P&P
- \*\* CAN DRAGO

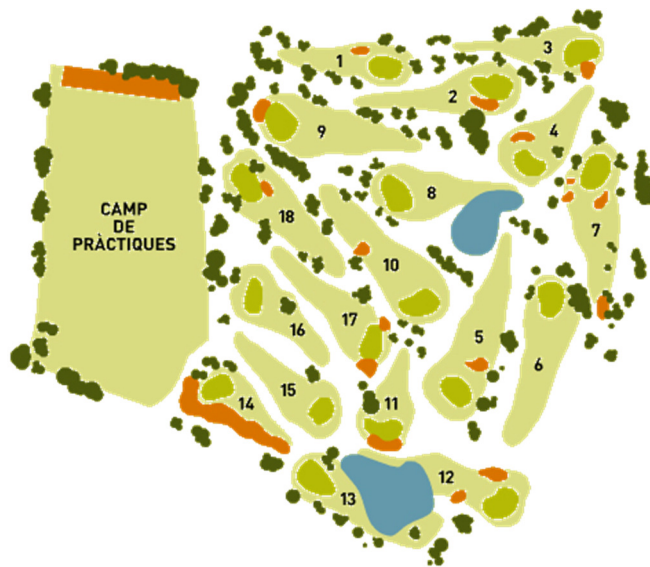
GIRONA:

- \*\* MAS PAGES (SANT ESTEVE DE GUIALBES)
- \*\* CAN PASCUAL (ARBÚCIES)
- \*\* CASTELLO EMPURIES (CASTELLÒ D'EMPURIES)
- \*\* FORNELLS (FORNELLS DE LA SELVA)
- \*\* FRANCIAC (CALDES DE MALAVELLA)
- \*\* GUALTA (GUALTA)
- \*\* MAS NOU (PLATJA D'ARO)
- \*\* PAPALUS (LLORET DE MAR)
- \*\* PERALADA (PERALADA)
- \*\* PLATJA D'ARO (PLATJA D'ARO)

TARRAGONA:

- \*\* SANT JAUME (SANT JAUME DELS DOMENYS)
- \*\* LA FIGUEROLA (VANDELLÓS)

- \*\* LA GRAIERA (EL VENDRELL)
- \*\* EL VENDRELL (EL VENDRELL)



<http://www.quimriera.com/camps>

- \*\* CAMBRILS (CAMBRILS)



<http://pitchandputtcambrils.com/>

- \*\* AMPOLLA (AMPOLLA)
- \*\* BONMONT (MONT-ROIG DEL CAMP)

LLEIDA:

- \*\* SALARDU (SALARDU)
- \*\* GOLF URGELL (BELLPUIG)
- \*\* BONAREA (MASOTERES-GUISSONA)
- \*\* LLEIDA (TORRE-SERONA)

**COMUNIDAD VALENCIANA:**



\* COFRENTES

<http://www.cofrentes.es/golf-pitch-putt/>



\* EQUALITE

<http://va.comunitatvalenciana.com/que-vols-fer/villena/golf/eqelite-golf-villena>



\* ESCORPION

<https://clubescorpion.com/pitch-putt/>



\* PANORAMICA ST.JORDI

<https://pitchandputtsantjordi.com/pitch-putt>





\* MASIA DE LAS ESTRELLAS

<http://www.masiadelasestrellas.com/>



\* EL PLANTIO

<http://www.elplantio.com/golf-par3.php>



\* LAS REJAS BENIDORM

<https://www.camposdegolf.pro/golf-alicante/benidorm/las-rejas-open-club-benidorm.htm>

\* SIERRA CORTINA

<https://www.golfadvisor.com/courses/29523-sierra-cortina-pitch-putt-course>

**GALICIA:**

\* PAZO DA TOUZA

\* GOLPE

\* BARBANZA



- \* EL PILAR-SARRIA
- \* POZO DO LAGO
- \* AS MARIÑAS
- \* MONTEALEGRE
- \* TORRE DE HÉRCULES
- \* VALGA GOLF
- \* RIO CABE

**LA RIOJA**

- \* CAMPO GOLF LOGROÑO.

**MADRID**

- \* ENCINAS DE BOADILLA.
- \* OLIVAR DE LA HINOJOSA
- \* LOMAS BOSQUE
- \* PALACIO DEL NEGRALEJO
- \* LA MORALEJA
- \* RACE
- \* GREEN PADDOCK
- \* LAS REJAS
- \* GOLF PARK
- \* GOLF COLMENAR
- \* CENTRO TÉCNICO DE GOLF

**MURCIA**

- \* GOLF TORREPACHECO
- \* MOSSA GOLF

**NAVARRA**

- \* LIZASO GOLF

**PAIS VASCO:**

- \* MEAZTEGI GOLF
- \* PALACIO URGOITI
- \* GOLF DERIO
- \* BILBAO GOLF
- \* DIMA GOLF
- \* IRELORE
- \* SEMINARIO VITORIA

**Evolución de licencias de golf en España (Amateurs más profesionales)**

(<https://www.rfegolf.es/ArticulosDocumento/LICENCIAS/evolucionlicencias.pdf>)

Año	Federados	Incremento absoluto	Incremento porcentual
1975	10.319	1.274	14.1 %
1976	11.474	1.155	11.2 %
1977	12.964	1.490	13.0 %
1978	14.444	1.480	11.4 %
1979	15.712	1.268	8.8 %
1980	17.403	1.691	10.8 %
1981	19.467	2.064	11.9 %
1982	21.572	2.105	10.8 %
1983	23.838	2.266	10.5 %
1984	25.639	1.801	7.6 %
1985	28.049	2.410	9.4 %
1986	31.096	3.047	10.9 %
1987	35.539	4.443	14.3 %
1988	40.228	4.689	13.2 %
1989	46.178	5.950	14.8 %
1990	52.779	6.601	14.3 %
1991	58.644	5.865	11.1 %
1992	66.016	7.372	12.6 %
1993	73.736	7.720	11.7 %
1994	81.021	7.285	9.9 %
1995	89.737	8.716	10.8 %
1996	98.876	9.139	10.2 %
1997	109.592	10.716	10.8 %
1998	122.681	13.089	11.9 %
1999	137.752	15.071	12.3 %
2000	154.857	17.105	12.4 %
2001	177.409	22.552	14.6 %
2002	199.516	22.107	12.5 %

2003	222.200	22.684	11.4 %
2004	241.618	19.418	8.7 %
2005	258.081	16.463	6.8 %
2006	279.660	21.579	8.4 %
2007	300.047	20.387	7.3 %
2008	318.331	18.284	6.1 %
2009	333.818	15.487	4.9 %
2010	338.588	4.470	1.4 %
2011	333.013	- 5.545	- 1.6 %
2012	326.905	- 6.108	- 1.8 %
2013	315.301	- 11.604	- 3.5 %
2014	296.464	- 18.837	- 6.0 %
2015	285.483	- 10.981	- 3.7 %
2016	277.782	- 7.701	- 2.7 %
2017	273.527	- 4.255	- 1.5 %
2018	272.084	- 1.443	- 0.5 %
2019	271.170	- 914	- 0.3 %

# EL CAMPO DE GOLF COSTA DE AZAHAR

**ANEXO 3. EL CAMPO DE GOLF COSTA DE AZAHAR**

**RECORRIDO FOTOGRÁFICO POR LA PROPUESTA DE HOYOS DE PITCH AND PUTT**



Anexo 3. Imagen 1. **HOYO 1**



Anexo 3. Imagen 2. **HOYO 2**





Anexo 3. Imagen 3. **HOYO 3**



Anexo 3. Imagen 4. **HOYO 4**





Anexo 3. Imagen 5. HOYO 5



Anexo 3. Imagen 6. HOYO 6





Anexo 3. Imagen 7. **HOYO 7**



Anexo 3. Imagen 8. **HOYO 8**





Anexo 3. Imagen 9. HOYO 9

**MANTENIMIENTO DEL CAMPO DE GOLF**



Anexo 3. Imagen 10. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Árbol caído tras episodio de fuertes vientos*



Anexo 3. Imagen 11. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Aplicación de arena en greens.*





Anexo 3. Imagen 12. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Riego del green de prácticas*



Anexo 3. Imagen 13. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Trolley con accesorio para extender la arena*





Anexo 3. Imagen 14. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Trabajos de mantenimiento en árboles*



Anexo 3. Imagen 15. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Aplicación de arena en green de prácticas.*



Anexo 3. Imagen 16. *Fotografía del campo de golf Costa de Azahar: Pinchado de greens.*



## Efecto de las lluvias



Anexo 3. Imagen 17. *Fotografía del hoyo 1 del campo de golf Costa de Azahar tras las lluvias de noviembre de 2018.*



Anexo 3. Imagen 18. *Estado del campo tras lluvias del 21 de enero de 2020*





Anexo 3. Imagen 19. *Fotografía del driving range tras lluvias del 5 de diciembre de 2019*

## Barrera vegetal



Anexo 3. Imagen 20. *Fotografía de barrera vegetal junto a pistas de pádel del Costa de Azahar*

**NOTICIAS DE PRENSA**

**GOLF**

# Las escuelas del Costa de Azahar, a punto

Será el próximo 6 de octubre cuando se pondrán en marcha las clases de iniciación al golf de fin de semana para todos los niños

**REDACCIÓN**  
deportes@epmediterraneo.com  
CASTELLÓN

**T**an solo faltan dos semanas para el inicio de la nueva temporada de la escuela de golf del Club de Golf Costa de Azahar. Será el sábado 6 de octubre cuando se pondrán en marcha las clases de iniciación al golf de fin de semana para niños de cualquier edad.

En el deporte del golf, además de trabajar los fundamentos básicos del movimiento, el equilibrio y la coordinación, su práctica ayuda a los niños en el desarrollo de otros muchos aspectos como son el control de las emociones, la concentración o el afán de superación personal.

Se trata de un deporte muy completo y saludable, y sin duda el Club de Golf Costa de Azahar (instalación deportiva de referencia a nivel nacional, presidida actualmente por Amancio Sánchez) es un lugar ideal para practicarlo, con un entorno ideal, instalaciones al aire libre donde los jóvenes pueden disfrutar en un estupendo ambiente familiar de este club social al alcance de todos.

La escuela del club provincial ha formado y continúa formando a numerosas promesas del golf, varios campeones de España de menores y jugadores con una gran proyección de futuro.

**TRES TIPOS DE ESCUELA** / Las escuelas del Costa de Azahar se dividen en tres bloques: pre-golf (de 4 a 6 años) los sábados a las 11.00 horas; iniciación al golf para niños (a partir de 7 años), tanto sábados

como domingos desde las 10.00 horas (en turnos de una hora, y organizados por edades y niveles, los alumnos pueden elegir un día del fin de semana o los dos); y también van dirigidas a los adultos, con clases tanto entre semana como el fin de semana.

La inscripción continúa abierta y todo aquel que esté interesado en tomar parte en estas escuelas de golf puede informarse en la web [www.golfcostadeazahar.com](http://www.golfcostadeazahar.com), en el correo electrónico [cris@costadeazahar.com](mailto:cris@costadeazahar.com) y en el teléfono 642809759.



► El Costa de Azahar es uno de los clubs más laureados en la base.



► Amancio Sánchez (d), presidente del club, con algunos alumnos.

Anexo 3. Imagen 21. Recorte de prensa sobre Escuelas de Golf en el Club Costa de Azahar



Conta'ns la teua història... [jovest@epmediterraneo.com](mailto:jovest@epmediterraneo.com)

# Triplet del Golf Costa Azahar per al Mundial



▶ Isabel Mas, Juan Miró i Clara Usó es van proclamar campions d'Espanya i es van classificar per al Mundial.

## Isabel Mas, Clara Usó i Juan Miró guanyen el Nacional d'scratch' de les Lligues PGA

MIGUEL MORA  
[jovest@epmediterraneo.com](mailto:jovest@epmediterraneo.com)  
CASTELLÓ

**E**l Club de Golf Costa Azahar va fer història en la gran final nacional de les Lligues PGA que es va disputar el primer cap de setmana de desembre al camp de La Sella Golf a Alacant. Tres jugadors del club es van proclamar campions del torneig en diverses categories, amb la qual cosa tots es classifiquen per a disputar el Mundial d'Irlanda el cap de setmana del 15 i 16 d'abril del proper 2020 a Dublín.

El club castellonenc, de fet, és el que té més representants entre els deu jugadors que s'han classificat com a campions, als que després s'han sumat també els subcampions.

La classificació dels tres jugadors del Club de Golf Costa Azahar té molt de mèrit ja que primer havien d'aconseguir una plaça per a la final autonòmica del Saler, sumant punts en un mínim de quatre tornejos dels

deu que es disputen cada temporada per regions. A continuació calia guanyar la final de la Comunitat Valenciana per accedir al Campionat d'Espanya, el qual per primera volta donava accés al Mundial *Champion of Champions*, on competiran jugadors de categories de base de fins a 24 nacionalitats.

La categoria benjamí és la que més alegries va donar al club castellonenc, ja que Juan Miró Asorey i Clara Usó Jurado es van proclamar campions d'Espanya d'scratch. El primer

va dominar en la categoria masculina per a tancar un any espectacular en el que també ha sigut campió d'Espanya sub-10 de *pitch and putt* i subcampió d'Espanya benjamí, per la qual cosa va ser guardonat recentment durant la Gala de Golf 2019 de la Comunitat Valenciana.

Per la seua banda, Clara també ha brillat enguany amb un primer lloc en la Lliga PGA de València i Castelló, a més d'un segon lloc en el rànquing sub-10 femení autonòmic.

La tercera campiona del Club de Golf Costa Azahar és la jugadora de categoria infantil Isabel Mas Pitarch, que anirà a Irlanda després de guanyar en la seua categoria. Com Juan, també va ser premiada en la gala autonòmica, ja que esta temporada s'ha proclamat campiona d'Espanya infantil i sub-16 de *pitch and putt*.

A banda de la classificació per a disputar el Mundial, els tres joves jugadors aconseguixen el dret al rànquing mundial, la qual cosa els facilitaria la participació en tornejos arreu del món, tot i la seua joventut. Molts al·licients perquè aquests joves continuen esforçant-se per a millorar al Golf Costa Azahar. ■



Els tres joves jugaran el 'Champion of Champions' a Dublín

Anexo 3. Imagen 22. Éxitos deportivos de juveniles del Club Costa de Azahar

# TOPOGRAFIA

## ANEXO 4. TOPOGRAFIA

### PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA LA REALIZACIÓN DE LA PLANIMETRÍA Y SU POSTERIOR REPRESENTACIÓN

El procedimiento de realización de la planimetría fue mediante radiación y las lecturas de coordenadas se efectuaron de la siguiente manera: se estacionó el equipo en el área a medir de forma que fueran visibles el máximo posible de árboles del entorno. Se niveló el aparato observando la burbuja. Se grabó en la Estación Total la altura del instrumento, la altura de prisma y se asignó inicialmente al equipo las coordenadas (0, 0, 0) -posteriormente se asignan las coordenadas de la Estación correspondiente-. Se asigna el ángulo horizontal 0° a la línea entre la coordenada (0,0,0) y un punto claramente reconocible de un obstáculo artificial. Se señala el punto en el suelo mediante gancho de tienda de campaña. Esto permite trabajar con las mismas coordenadas relativas en posteriores jornadas. A continuación se realizaron las mediciones una a una girando el prisma hasta abarcar los 360°, por el método de planimetría conocido como radiación.

Cuando la posición elegida para la Estación Total no permitía ver todos los puntos deseados, se realizó un cambio de Estación. El método empleado es realizar las lecturas pertinentes de forma que el ángulo de la Estación Total mirando E2 desde E1 sea  $200^\circ + \text{ángulo E2 a E1}$ . Para realizar las lecturas desde E2 se introduce en la estación las coordenadas de E2 y así todos los puntos medidos llevan las mismas coordenadas relativas que E1.

Se elaboran croquis que dan información sobre qué árboles interesa medir su ubicación, ya que hay zonas boscosas en las que no tiene sentido localizar la posición de cada árbol, sino lo que interesa son las dimensiones de los claros y los árboles que los delimitan. El croquis servirá para numerar los árboles y confirmar que todos los ejemplares son medidos durante el trabajo de campo.

Los valores obtenidos al medir en campo son las coordenadas relativas (X, Y, Z), porque éste el dato se considera más cómodo para trasladar posteriormente los puntos medidos a un plano Autocad. Posteriormente la representación de los árboles en el plano Autocad se giró para adquirir la orientación del norte geográfico mediante su solapamiento con el mapa del catastro, el cual está georreferenciado.

En campo se mide el perímetro del tronco del árbol con un flexómetro.

Una vez establecido un diseño sobre plano, se medirá sobre el terreno cuáles son las dimensiones de la copa y la altura de inicio de copa.

Se entiende que los únicos árboles en los que interesa éste dato es en todos aquellos que están en el lindero de la calle o dentro de la calle, ya que el resto de árboles no molestan al juego.



Con esta información se verifica la validez del diseño propuesto en cuanto a la obstrucción por árboles, teniendo en cuenta que a veces se puede realizar la poda del mismo para facilitar el juego.

Para realizar las mediciones se propone una metodología utilizando la Estación Total. Se estaciona en un punto al azar de la dirección longitudinal de la calle y enfocando en dirección a dicho árbol de número conocido. Se mide con prisma la distancia reducida. Se pone el ángulo horizontal a cero. Se gira en vertical la lente objetivo hasta encontrar el inicio de la copa y se mide dicho ángulo vertical. Con ello, por trigonometría, se deduce la altura de copa. A continuación se mide el ángulo horizontal del extremo de la parte de la copa que entra en la calle, obteniendo también por trigonometría el radio del "círculo" que forma la copa del árbol.

A continuación se presentan varias fotos del estacionamiento de la estación Total en diversas panorámicas del campo de golf Costa de Azahar.



*Anexo 4. Fotos del posicionamiento de la Estación Total durante las mediciones de campo*

Se han identificado en el campo de golf 3 áreas influenciadas por el diseño de hoyos de pitch and putt:

La primera es el lado norte del campo en la zona colindante con la valla perimetral, las pistas de pádel y el hoyo 9.

La segunda es en el lado noroeste del campo, en la zona colindante con la valla perimetral y el hoyo 8 y donde actualmente hay una zona de prácticas de approach y salida de bunker (obstáculo de arena).

La tercera está también en la parte norte del campo, pero lindando con el driving range (zona de entrenamiento de palos largos), el hoyo 8 y el final del hoyo 5.

Se considera que las 3 áreas se pueden medir de forma independiente y no se precisa de cambio de estación para enlazar entre ellas, ya que esto supondría arrastrar errores de medida.

Las coordenadas del cuaderno de campo se pasan a Autocad siguiendo el criterio de utilizar diversas capas en función del objeto que se representa: naranja para la valla perimetral, marrón para los troncos de árbol, azul para los obstáculos artificiales (llamados así en el reglamento de golf), amarillo para límites del campo, verde para matorrales y setos.

#### MEDICIONES DE GREENS EFECTUADAS USANDO GOOGLE EARTH PRO

Campo: <b>PORTAL DEL ROC</b>				Campo: <b>VENDRELL GOLF</b>			
HOYO	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE	HOYO	LARGO	ANCHO	SUPERFICIE
1	15,5	8,5	131,75	1	19	7	133
2	12	11	132	2	19,5	10	195
3	14,5	10	145	3	14	9,5	133
4	15,5	13,5	209,25	4	14,5	9,5	137,75
5	17,5	10,5	183,75	5	16,5	12,5	206,25
6	14	8	112	6	20	10	200
7	12	8,5	102	7	16,5	10	165
8	12,5	10,5	131,25	8	16	11	176
9	11,5	10	115	9	17,5	7	122,5
10	11	11	121	10	13	9	117
11	13,5	8,5	114,75	11	18	8,5	153
12	13	7,5	97,5	12	16,5	13	214,5
13	12,5	8	100	13	15,5	13	201,5
14	17,5	9	157,5	14	13	11	143
15	13,5	8	108	15	13	8,5	110,5
16	16	10	160	16	12,5	11	137,5
17	13	9	117	17	15	8,5	127,5
18	14	8,5	119	18	16,5	9,5	156,75
MED.	13,83	9,44	130,93	MED.	15,92	9,92	157,21
GLOB	14,87	9,68	144,07				

Anexo 4. Tabla 1. Mediciones de greens con google Earth pro

# ESTUDIO DEL ENTORNO AMBIENTAL E IMPACTO DEL PROYECTO

**ANEXO 5. ESTUDIO DEL ENTORNO AMBIENTAL E IMPACTO DEL PROYECTO**

El Anexo I apartado 1.k) del D. 162/1990 obliga a la realización de EIA a <<Proyectos de transformaciones a campos de golf de terrenos seminaturales, naturales o incultos.>>

Asimismo, el Anexo II de la Ley 21/2013 obliga a llevar a cabo EIA en los siguientes proyectos: <<Grupo 8. F) Instalaciones de conducción de agua a larga distancia con un diámetro de más de 800 mm y una longitud superior a 40 Km.>>

<<Grupo 9.m) Cualquier proyecto que suponga un cambio de uso del suelo en una superficie igual o superior a 50 Ha.>>

En conclusión, no se precisa la realización de Estudio de Impacto Ambiental para el actual proyecto ni por la superficie afectada, ni por la envergadura de la obra hidráulica ni por el hecho de tratarse de un campo de golf, ya que el proyecto se llevaría a cabo en un campo de golf existente donde no hay cambio del planeamiento urbanístico ni se trata de terrenos seminaturales o incultos.

Por otro lado, el contenido mínimo que deben tener una solicitud previa de alcance del proyecto y/o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se describen en:

A nivel nacional, en los artículos 34 y 35 de Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

A nivel autonómico, en los artículos 7 a 13 del Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Sin pretender elaborar un EIA debido a que no aplica su realización e introduce una complejidad innecesaria en el presente trabajo, sí que se considera necesario estudiar los aspectos medioambientales del proyecto teniendo en cuenta lo indicado en la normativa.

Para ello se describen a continuación, teniendo como referencia la legislación citada, los siguientes aspectos:

- Entorno ambiental
- Acciones del proyecto que interaccionan con el medio ambiente
- Principales impactos ambientales
- Principales alternativas y sus potenciales impactos
- Matriz de identificación de impactos
- Medidas correctoras o compensatorias
- Programa de vigilancia ambiental
- Diagnóstico del medio ambiente afectado

## Entorno ambiental

### Geología

En la hoja 641 del Instituto Geológico y Minero de España se encuentra la cartografía geológica de Castellón de la Plana y alrededores.

Tal como se indica en la memoria asociada a dicho mapa del IGME, que se resume a continuación, los afloramientos del cuaternario son los más abundantes en Castellón, si bien en el límite occidental de la hoja (fuera del área delimitada por el Grao de Castellón) aparecen unos pequeños afloramientos del Mesozoico y Cenozoico. En su mayoría, los sedimentos cuaternarios son de origen continental. La memoria señala además que <<son muy escasos los sedimentos típicamente marinos, aunque abundan depósitos de ambiente mixto, marino-continentales.>>.

En cuanto a la extensión de los mantos aluviales encostrados, <<descienden en suave pendiente desde la cota de 100 m hasta la de 30-20 m (línea Castelló-Almassora-Vila-real)>>. Y en lo que respecta a su composición, <<están formados por un conglomerado de cantos redondeados de caliza y arenisca con matriz arcillosa y cemento calcáreo>> [...] <<Su potencia visible es de 20 m.>>

El origen de estos mantos aluviales, según dicha memoria del IGME, debe relacionarse con la época de los Pluviales, que en el mediterráneo coincide con los períodos glaciares caracterizados por largas y fuertes precipitaciones de gran duración e intensidad. El encostramiento se formó en períodos interpluviales por ascenso capilar de agua con bicarbonato cálcico.

Situados encima de dichos mantos, <<hay mantos de arroyada de tipo laminar, de forma que ocultan el contacto entre éstos y los depósitos de pie de monte>>.

Cabe destacar que en el mapa del IGME se han distinguido 5 niveles de terrazas fluviales. La mayor parte de ellas son de tipo erosivo. Las alturas medias son de 25-30, 18-20, 11, 7-5 y 3-2.

En cuanto a los depósitos mixtos continentales – marinos, destacar 2 abanicos aluviales deltaicos que corresponden con las desembocaduras de los ríos Seco y Mijares. Destacar por su influencia en la superficie donde se desarrolla el proyecto, la presencia de dunas litorales al



norte del río Mijares originadas recientemente en términos geológicos por la acción de la <<selección eólica y una acumulación en zonas próximas>>.

La memoria del IGME afirma que ninguno de los depósitos presenta síntomas claros de tectónica reciente

Por último, en cuanto al terciario, los únicos afloramientos existentes en la hoja se encuentran en la esquina NO, relativamente lejos de la zona de actuación, a lo largo del río Mijares, donde dicho río ha excavado suficientemente en la potente cobertera cuaternaria para exponer el terciario en superficie.

## Flora

El Pinar del Grao, donde se encuentra el área de actuación puede considerarse como un pulmón verde de Castellón. Destacan especialmente por su valor ecológico los pinos centenarios.

El árbol más abundante en el área verde del Pinar, como bien dice el nombre del parque, es el pino carrasco.

Tal como indica el Ayuntamiento de Castellón en la web de Castellón turismo, la distribución de especies de flora en el Pinar es la siguiente:

- *Pinus halepensis* (Pinos carrascos): 1.957 ud.
- *Pinus pinea* (Pinos piñoreros): 500 ud.
- *Pistacia lentiscus* (Lentiscos): 170 ud.
- *Teucrium fruticans* (Olivilla): 160 ud.
- *Phyllirea angustifolia* (Aladierno): 160 ud.
- *Populus nigra* (Chopo negro): 4 ud.
- *Cupressus* (Ciprés): 1 ud.

Si nos referimos exclusivamente a la zona pública del pinar del Grao, según *el Plan de usos del Pinar del Grao del Ayuntamiento de Castellón de la Plana (2018)*, el recuento de especies es de 1245 Pinos carrascos, 305 pinos piñoneros y algunas especies arbustivas como lentiscos, aladiernos y coscoja.

En dicho Plan de Usos del Pinar del Grao, se cita además la existencia de <<ciertos tipos de setas como la lepiota brunneoincarnata (venenosa e incluso mortal) y la Agaricus Bisporus (comestible).>>

Como otros datos significativos referidos al pinar del Grao se pueden destacar:

- Superficie total: 121.295 m<sup>2</sup>
- Superficie ajardinada: 111.835 m<sup>2</sup>
- Césped: 28.452 m<sup>2</sup>
- Arbustos: 490 m<sup>2</sup>

## Fauna

Como indicaba el Periódico Mediterraneo en su edición digital de 4/12/2018, lo más destacado en cuanto a la fauna en el pinar del Grao de Castellón es <<la presencia de ardillas **(imagen inferior)** o aves migratorias, que acuden a este lugar por ser su temperatura la ideal para poder nidificar o hibernar>> En cuanto a las especies concretas que se pueden encontrar en el pinar, cita a <<palomas, abubillas, jilgueros, mochuelos o autillos>>



Anexo 5. Imagen 1. Ardilla en Campo de golf Costa de Azahar. Fuente: El Periódico Mediterráneo.

En efecto, el mayor exponente de la fauna existente en el pinar es su gran colonia de ardillas rojas, acostumbradas a convivir con los usuarios del campo de golf Costa de Azahar.

Como entorno natural más cercano al Pinar se puede citar la playa del Serradal, que recibió en 2016 la calificación de microreserva de flora por sus dunas, y de reserva de fauna por ser el hábitat donde planta los nidos la especie del chorlitejo patinegro.

En cuanto al entorno que rodea la capital de la Plana, las principales especies de fauna se encuentran asociadas a la desembocadura del Río Millars, clasificada como Zona de Especial Protección para las Aves.

En el *Plan rector de uso y gestión del paisaje protegido de la desembocadura del río Millars* se indica que:

<<el tramo con mayores concentraciones de aves es la zona de los 5 Km más al E. Eso se debe, básicamente, a la concentración de aves propias de espacios húmedos. Eso es anátidas, limícolas, pollas, ... Y ocurre no sólo en términos totales, sino también para los parciales de invierno y primavera. El motivo de estas concentraciones se debe (a) la presencia más o menos regular de agua proveniente de las depuradoras que acumula muchos sedimentos en los márgenes donde viven multitud de invertebrados acuáticos; (b) a la presencia de unas especies vegetales que permiten refugios ante posibles depredadores; (c) al hecho de tratarse de espacios abiertos que les da también seguridad por el campo ancho de visión.>>

En el citado estudio se enumeran los grupos concretos de aves presentes en la ZEPA:

- Garzas: se han avistado en el Millars individuos de la familia de los Ardeidos. Todas las especies se asocian a ambientes palustres.
- Caradriformes: se encuentran 4 familias: recurviróstridos (Cigüeñuela), carádridos (Avefría, Chorlitejo grande, Chorlitejo chico), escolopácidos (Picuda, Andarríos chico, Andarríos bastardo, Andarríos grande, Archibebe común) y láridos (Gaviotas). Son aves típicas de ambientes húmedos y litorales. Las aves de las 3 primeras familias se alimentan de macroinvertebrados acuáticos estacando el pico en los fangos de los bordes. Los láridos comen peces y pueden predar vertebrados terrestres, carroña y estiércol. Todas estas especies son migradoras.

- Grúiformes y Anseriformes: se han censado patos y especies pertenecientes a la familia de los rálidos (polla de agua, focha, rascones y calamonés). Son especies omnívoras que se aprovechan de gran cantidad de alimentos.
- Paseriformes palustres: Conforman el grupo más numeroso. aves terrestres de tamaño pequeño o medio. Se ha avistado Carricerín real, Buscarla unicolor, Corricer común, Carricero tordal, Escribano palustre, Pájaro moscón, Ruiseñor bastardo, Buitrón, Pechiazul, Lavandera boyera, Bisbita vomún, Triguero, Avión roquero, Terrera marismeña, etc.
- Paseriformes de ribera: aves que se identifican con la ribera del Millars desde el embalse de Vila-real hasta el puente de la autovía Betxí-Borriol. Este grupo incluye especies como Curruca cabecinegra, Mirlo, Careta naranja, Mito, Chochín, Ruiseñor común, Zarcero común, Papamoscas gris, Oropéndola, Golondrina, Petirrojo, Curruca capirotada, Mosquitero común, Tordo, etc.
- Otras aves (ligadas en su mayoría al ambiente de la desembocadura). Zampullín chico, Cormorán grande, falconiformes (4 especies), Columbiformes (4 especies), Coraciformes (3 especies), Torcecuello.

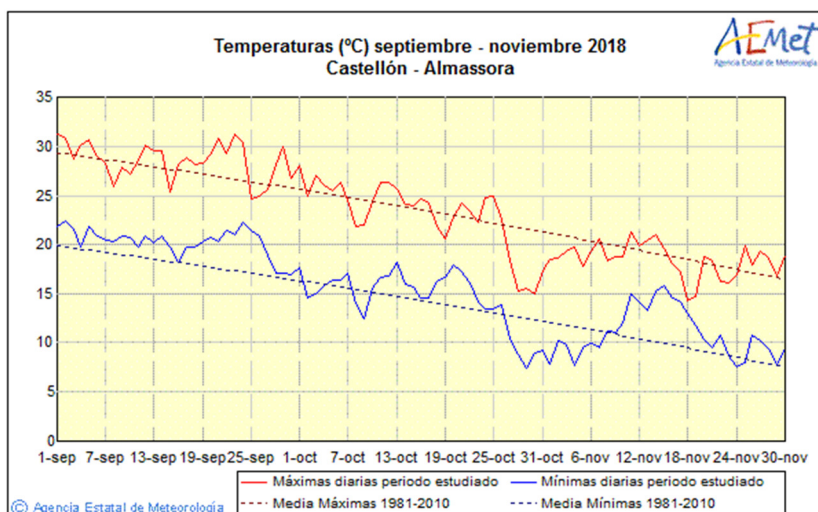
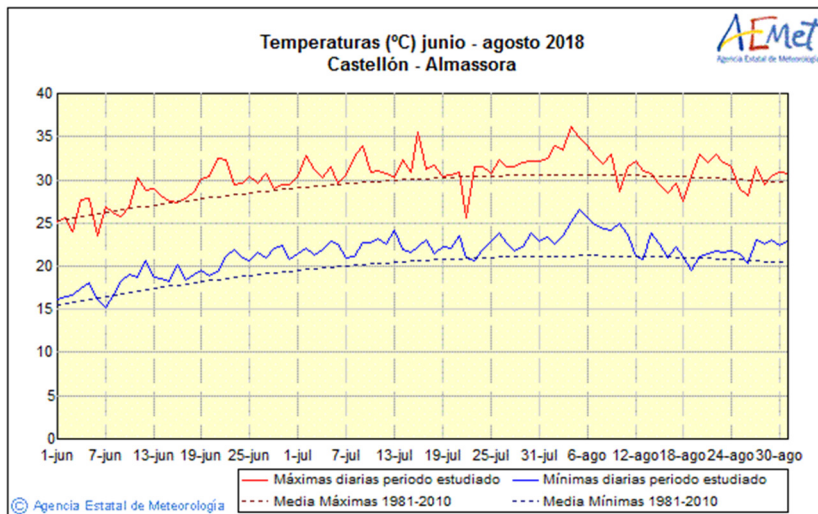
Asimismo, en el estudio se hace mención al resto de la fauna asociada al hábitat del Millars. Se considera que estas especies muy raramente podrían ser avistadas en el área de actuación del proyecto. En concreto son:

- Anfibios: 4 especies (Sapo partero común, Sapo común, Sapo corredor, Rana común)
- Reptiles: se describen 12 especies (Galápago europeo, Galápago leproso, Tortuga de Florida, Salamanchesa común, Salamanchesa rosada, Lagartija colilarga, Lagartija común, Lagarto ocelado, Culebra bastarda, Culebra de escalera, Culebra de collar, Culebra viperina)
- Mamíferos: se describen 20 especies (Erizo común, Erizo moruno, Musaraña común, Musaraña etrusca, Murciélago común, Murciélago de borde claro, Murciélago ratonero grande, Conejo, Liebre, Ratón casero, Ratón moruno, Ratón de campo, Rata parda, Rata negra, Topillo mediterráneo, Ardilla roja, Zorro rojo, Comadreja, Tejón, Gineta).

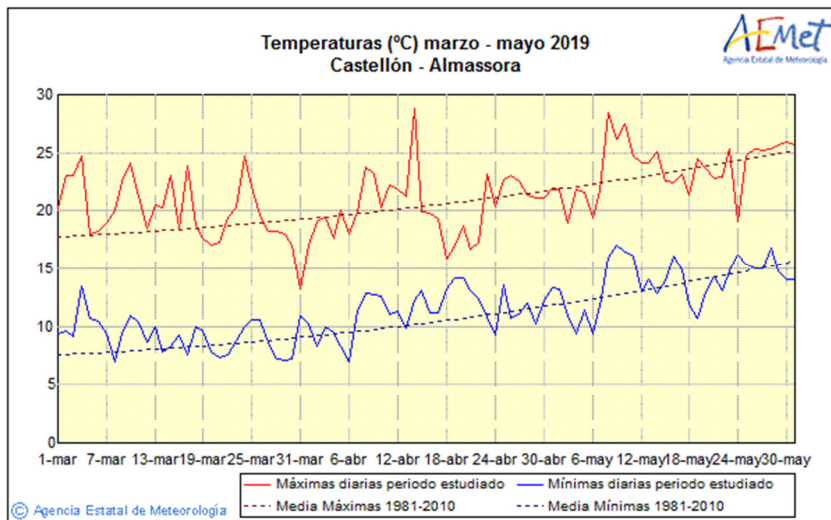
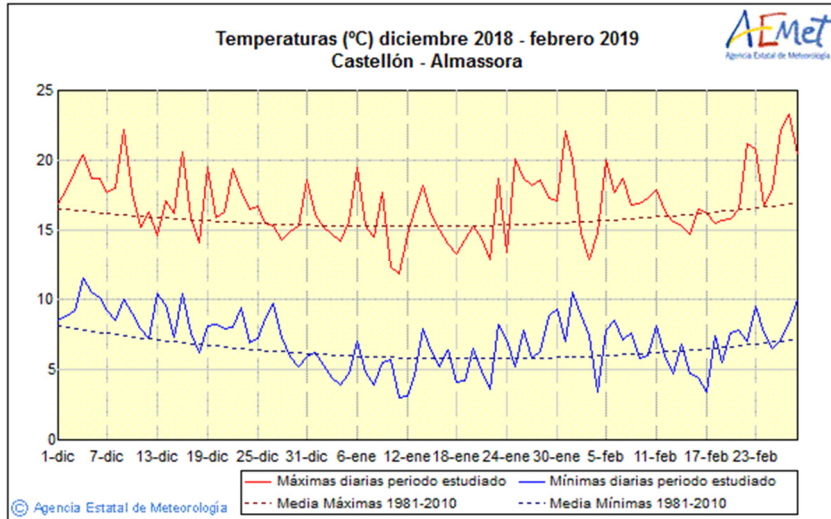
**Climatología**

El clima de la zona del proyecto es clima mediterráneo semiárido, con inviernos suaves y veranos calurosos. El sol irradia casi todos los días del año y las temperaturas medias varían en promedio entre los 11,5º en invierno y los 24º en verano. Destacar la elevada humedad relativa en época estival, así como brisas marinas que suavizan las temperaturas. El número de días del año con temperaturas iguales o inferiores a 0ºC es muy bajo. La distribución de precipitaciones es irregular, como corresponde al clima típico mediterráneo.

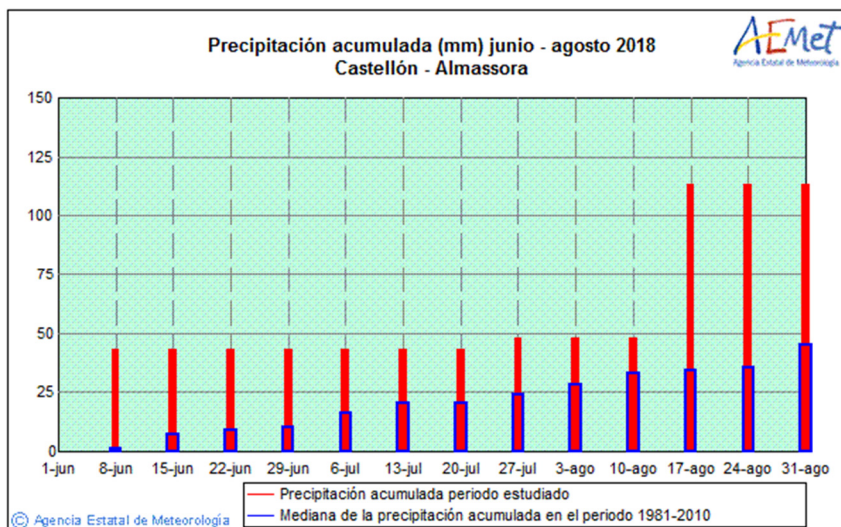
Se indican a continuación los valores de temperaturas de las 4 últimas estaciones del año registrados en la estación de Castellón-Almazora de la Agencia Estatal de Meteorología:

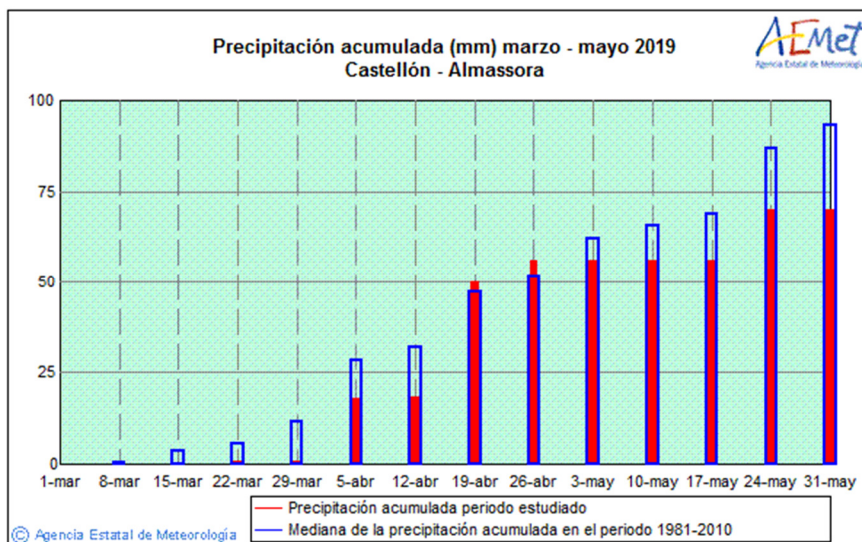
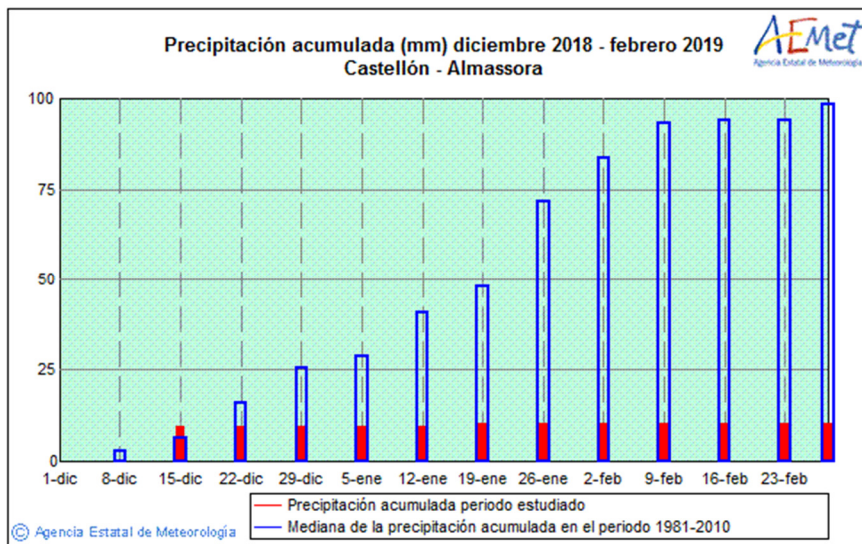
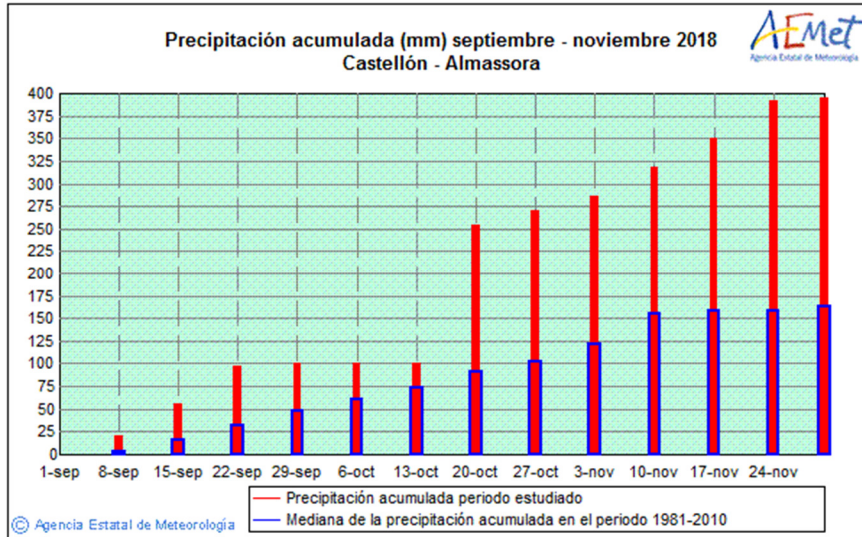






Anexo 5. Gráficos 1-4. Temperaturas de Castellón. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología  
En cuanto a la precipitación, los gráficos estacionales son los siguientes:





Anexo 5. Gráficos 5-8. Precipitaciones de Castellón. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología

**Agua (hidrología)**

Según Ignacio Morell, Catedrático de Hidrogeología de la Universitat Jaume I de Castelló, en la <<1ª Jornada Técnica sobre gestión de recursos hídricos: Las aguas subterráneas de Castellón>>, los recursos disponibles en 2010 en el sistema de explotación Mijares - Plana de Castellón son (cifras en hm<sup>3</sup>/año):

Aguas superficiales	103
Aguas subterráneas	196
Retorno de riegos	75
ARU	33
Desalación	31

De donde se deduce que la principal contribución a los recursos hídricos son las aguas subterráneas con un 61,9%.

Es por ello importante tener en cuenta el estado de los acuíferos. Pues bien, en la cuenca baja del Río Mijares (donde queda encuadrado el municipio de Castellón) se da la problemática de la intrusión marina, es decir, la contaminación de pozos por agua de mar.

Para ilustrar esta problemática, Ignacio Morell en su ponencia muestra los siguientes mapas de la Comunidad Valenciana donde se observa la distribución de la salinización y la suficiencia de los recursos hídricos:





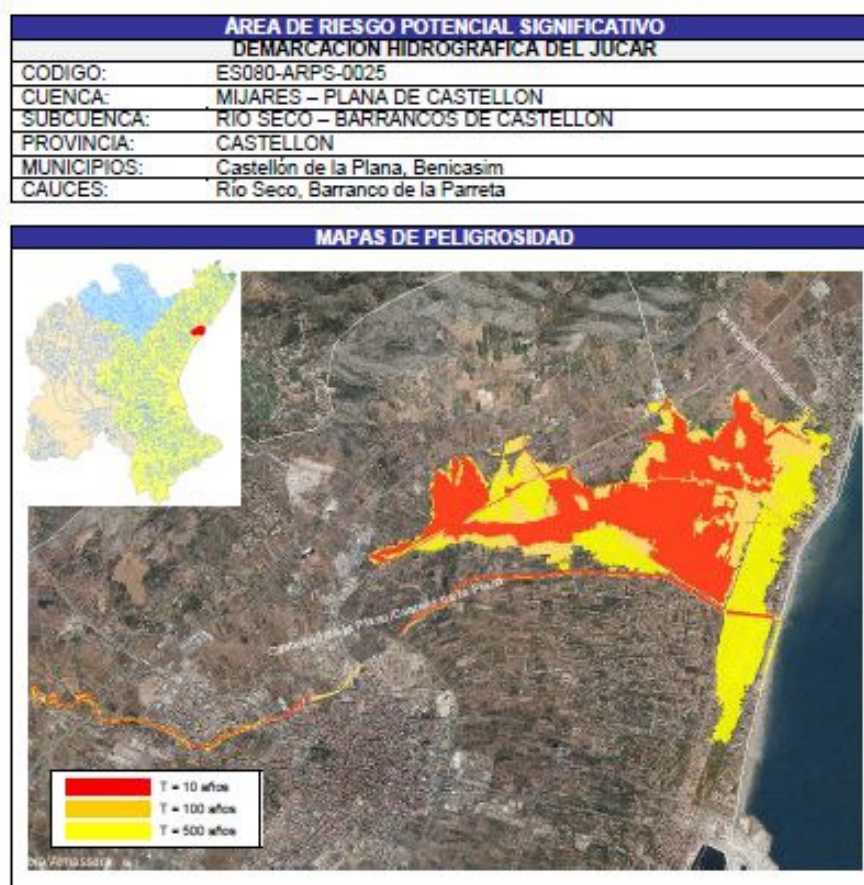
Anexo 5. Gráficos 9 y 10. Intrusión marina en la Comunitat Valenciana. Fuente: Ignacio Morell (2010)

El suministro de agua a la población de Castellón se lleva a cabo exclusivamente de las aguas subterráneas.

El almacenamiento de agua para abastecimiento de la población se lleva a cabo en Castellón en diversos depósitos distribuidos por el municipio. El consumo medio de agua potable en temporada alta está en torno a los 240 l/hab/día.

Por último, se presenta el mapa de peligrosidad de la ficha resumen del sistema nacional de cartografía de zonas inundables de la Confederación Hidrográfica del Júcar correspondiente a la cuenca del Mijares – Subcuenca Río Seco.

Los cálculos fueron realizados en base al modelo hidráulico bidimensional en régimen variable INFOWORKS 2.D e incorporando información de las 49 inundaciones históricas para su contraste con el modelo.



Anexo 5. Gráfico 11. Zonas inundables en la Cuenca del río Mijares. Fuente: Confederación Hidrográfica del Júcar.

### Calidad del Aire

A continuación se indican los datos de los 6 últimos meses de 2019 obtenidos en la estación de control de la contaminación del Grao de Castellón y publicados en la web del Ayuntamiento de Castelló de la Plana.

Puede observarse en la columna coloreada que la gran mayoría de los días se pueden clasificar como de buena calidad del aire.

Año:2019 - Mes:Julio

Índice de la calidad del aire																Deficiente	Mejorable	Buena	Excelente
Día	SO2 (µg/m³)	O3 (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Dirrec. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H. Rel. (% H.R.)	Preclp. (litro)	R. Sol. (Wh/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día	
01	3		9	2	5	47	1	26,2	80	0	337	44	39				88 (PM10)	01	
02	3		10	2	7	49	0,6	27	75	0	333	40	35				80 (PM10)	02	
03	3	64	21	5	13	47	0,4	26,4	71	0,2	344	44	35				88 (PM10)	03	
04	5	76	23	5	15	46	0,5	26,8	70	0	315	32	21				64 (PM10)	04	
05	3	74	15	3	9	128	0,7	27,3	77	0	336	31	21				62 (PM10)	05	
06	3	72	12	2	8	105	0,5	27,9	84	0	275	47	33				94 (PM10)	06	
07	3	56	15	2	11	23	1,2	27,1	85	7,4	185	46	31				52 (PM10)	07	
08	3	53	19	4	13	22	0,6	26,4	81	10,8	120	37	24				74 (PM10)	08	
09	4	87	19	3	14	207	1	26,5	69	0	250	24	13				73 (O3)	09	
10	3	72	21	5	14	191	1	26	74	0	321	23	15				60 (O3)	10	
11	4	73	24	5	17	190	0,8	27	74	0	320	28	18				61 (O3)	11	
12	3	77	16	3	12	49	0,6	27,5	70	0	303	22	14				64 (O3)	12	
13	3	90	10	3	6	46	0,8	27,9	71	0	244	18	11				75 (O3)	13	
14	3	74	11	3	7	37	0,7	26,6	79	1,2	211	23	16				62 (O3)	14	
15	3	69	17	3	13	157	0,7	26,9	71	0	322	29	19				58 (PM10)	15	
16	3	86	10	3	7	106	0,8	27,3	71	0	308	19	12				72 (O3)	16	
17	3	79	15	3	11	184	0,7	26,8	71	0	266	23	14				66 (O3)	17	
18	3	77	17	4	11	162	0,7	26,9	75	0	321	18	12				64 (O3)	18	
19	3	71	10	3	6	68	0,5	26,8	78	0	321	20	12				59 (O3)	19	
20	3	75	13	3	9	52	0,4	27,3	77	0	317	26	18				63 (O3)	20	
21	3	69	9	3	5	31	1	27,2	81	0	311	24	16				58 (O3)	21	
22	4	54	27	8	16	192	0,7	27,9	67	0	320	35	19				70 (PM10)	22	
23	9	58	34	6	25	177	0,6	28,3	59	0	322	37	18				74 (PM10)	23	
24	6	56	28	6	19	66	0,3	28,2	67	0	320	34	20				68 (PM10)	24	
25	3	64	14	4	9	38	0,3	28,1	74	0	323	29	18				58 (PM10)	25	
26	3	63	13	3	10	25	0,5	27,2	80	0	212	26	19				53 (O3)	26	
27	3	60	11	3	7	48	1,1	27,3	70	0	289	26	17				52 (PM10)	27	
28	4	61	10	2	6	191	0,9	25,9	52	0	341	10	6				51 (O3)	28	
29	4	55	21	6	13	133	0,6	26,7	70	0	329	21	11				46 (O3)	29	
30	3	64	7	3	3	44	0,8	27,7	71	0	295	17	10				53 (O3)	30	
31	3	66	8	3	4	36	0,7	26,6	70	0	240	22	12				55 (O3)	31	



Año:2019 - Mes:Agosto

**Índice de la calidad del aire**      Deficiente    Mejorable    Buena    Excelente

Día	SO2 (µg/m³)	OS (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	Precip. (l/m²)	R.Sol. (Wh/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día
01	3	74	8	3	4	28	0,7	26,4	75	0	306	21	14				62 (O3)	01
02	3	79	11	3	7	32	0,4	27	68	0	325	19	12				66 (O3)	02
03	3	70	12	3	8	63	0,5	26,9	78	0	314	21	14				58 (O3)	03
04	3	68	11	2	7	42	0,3	26,8	80	0	291	22	14				57 (O3)	04
05	3	64	11	3	7	60	0,3	27,5	79	0	301	25	15				53 (O3)	05
06	3		11	3	7	51	0,5	28	84	0	219	39	24				78 (PM10)	06
07	3		9	3	5	31	0,5	28,9	81	0	238	43	28				86 (PM10)	07
08	3		18	3	13	68	0,5	28,8	79	0	306	41	27				82 (PM10)	08
09	3		19	4	13	42	0,6	28,6	78	0	318	31	19				62 (PM10)	09
10	3		10	3	6	42	1	28,9	83	0	307	28	19				56 (PM10)	10
11	3		8	3	4	53	0,4	29,1	80	0	283	22	15				44 (PM10)	11
12	3					28	1	27,7	59	0	282	23	10				46 (PM10)	12
13	3		11	3	7	217	0,6	25,7	57	0	201	21	9				42 (PM10)	13
14	4		17	4	11	195	0,8	26,1	75	0	294	24	14				48 (PM10)	14
15	3		9	3	5	48	0,7	27,4	80	0	274	21	15				42 (PM10)	15
16	3		12	3	7	60	0,6	26,8	79	0	284	22	15				44 (PM10)	16
17	3		8	3	4	48	0,6	27,5	80	0	267	17	12				34 (PM10)	17
18	3		8	3	4	42	0,5	28	81	0	286	20	14				40 (PM10)	18
19	3					42	1,5	28,2	79	0	239	21	14				42 (PM10)	19
20	3					25	1,4	26,1	75	4,4	102	18	10				36 (PM10)	20
21	3					259	0,6	24,4	82	2,8	52	14	9				28 (PM10)	21
22	4	65	24	6	14	185	0,6	25,1	78	0	281	16	11				54 (O3)	22
23	3	69	25	6	15	177	0,5	25,7	75	0	292	26	17				58 (O3)	23
24	3	65	19	4	13	169	0,4	25,8	79	0	281	29	23				58 (PM10)	24
25	3	63	17	3	11	178	0,6	25,9	79	0	284	37	34				74 (PM10)	25
26	3	72	16	5	8	29	0,5	26,1	82	0	159	40	38				80 (PM10)	26
27	3	58				327	1	24,1	82	23	116	19	15				48 (O3)	27
28	3	64				201	0,6	25,1	78	0,4	284	20	13				53 (O3)	28
29	3	71				203	0,7	25,9	80	0	283	30	24				60 (PM10)	29
30	3					186	0,6	26,7	80	0	258	41	36				82 (PM10)	30
31	4					192	1	26,8	73	0	248	35	30				70 (PM10)	31

Año:2019 - Mes:Septiembre

**Índice de la calidad del aire**      Deficiente    Mejorable    Buena    Excelente

Día	SO2 (µg/m³)	OS (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	Precip. (l/m²)	R.Sol. (Wh/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día
01	3					27	1,1	26,6	82	0,4	203	42	38				84 (PM10)	01
02	3					41	0,7	25,7	79	5,6	185	18	14				36 (PM10)	02
03	3	58				36	0,6	26	74	0	214	22	18				47 (O3)	03
04	3	55				64	0,9	26,2	83	0	267	27	23				54 (PM10)	04
05	3	57	10	2	6	22	0,9	25,7	55	0	414	20	9				48 (O3)	05
06	3	63	14	3	9	245	0,8	23,9	57	0		19	8				53 (O3)	06
07	3	65	9	1	7	242	0,7	24,4	60	0		21	10				54 (O3)	07
08	3	64	10	1	8	171	0,8	24,8	72	0		16	10				53 (O3)	08
09	3	62	10	1	8	66	0,7	25,3	76	0		24	16				52 (O3)	09
10	3	60	7	1	5	343	3,7	22,9	51	0,4		18	9				50 (O3)	10
11	3	82	4	1	2	20	3,5	19,7	84	70	79	11	8				68 (O3)	11
12	3	102	4	1	2	38	1,9	25	60	1,2	244	25	11				85 (O3)	12
13	4	103	5	1	2	35	2,3	23	75	23		17	11				86 (O3)	13
14	3	100	6	1	4	29	1,5	24,1	68	0		23	13				83 (O3)	14
15	3	108	4	1	2	40	2	25,3	79	0		28	20				90 (O3)	15
16	3	88	8	1	5	35	1,2	25,2	80	0	257	32	28				73 (O3)	16
17	3	51	19	3	14	295	0,7	24,4	80	0	212	44	37				88 (PM10)	17
18	3	45	27	7	17	49	0,6	24,8	79	0	253	42	32				84 (PM10)	18
19	3	85	10	2	7	35	1	24,1	83	0	244	33	29				71 (O3)	19
20	3	90	7	1	5	26	1	24,2	88	14	189	32	28				67 (O3)	20
21	3	81	5	1	3	46	0,6	24,9	84	0	209	25	22				68 (O3)	21
22	3	45	7	1	5	12	1,2	25,8	78	0	210	28	23				56 (PM10)	22
23	5	43	22	7	12	208	0,6	23,5	75	0	219	21	14				42 (PM10)	23
24	4	46	26	7	16	201	0,6	23,7	78	0	259	34	27				68 (PM10)	24
25	3	48	12	2	9	42	0,8	23,9	76	0	232	25	20				50 (PM10)	25
26	5	48	21	7	11	215	0,7	23,8	82	0	229	25	17				50 (PM10)	26
27	3	50	21	7	9	40	0,5	23,9	87	0	212	39	31				78 (PM10)	27
28	3	51	6	1	4	22	0,8	23,8	88	0	189	31	29				62 (PM10)	28
29	3	48	9	1	7	184	0,8	23,5	88	0	205	34	32				68 (PM10)	29
30	3	55	7	1	4	22	1,1	23,8	89	0,4	203	36	34				72 (PM10)	30

Año:2019 - Mes:Octubre

**Índice de la calidad del aire** Deficiente Mejorable Buena Excelente

Día	SO2 (µg/m³)	OS (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	Precip. (mm)	R.Sol. (W/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día
01	3	49	16	5	9	39	0,8	23,5	86	0	203	44	40				88 (PM10)	01
02	3	67	6	1	5	333	1,4	24,4	49	0	215	18	9				56 (CO3)	02
03	4	59	19	3	14	234	1,2	21,7	56	0	18	8					49 (CO3)	03
04	6	50	38	10	22	145	0,4	21,5	72	0	27	16					54 (PM10)	04
05	5	50	17	4	12	85	0,3	21,9	77	0	17	12					42 (CO3)	05
06	3	59	11	1	8	253	0,4	22,3	86	0	23	20					49 (CO3)	06
07	3	52	15	3	11	1	0,7	21,7	73	0	23	15					46 (PM10)	07
08	3	55	21	6	12	209	0,9	21,9	83	0	24	18					48 (PM10)	08
09	3	64	7	1	5	49	0,5	23,5	84	0	23	19					53 (CO3)	09
10	3	69	3	1	2	43	0,8	22,6	70	0	15	10					58 (CO3)	10
11	3	59	7	1	8	223	0,9	23,6	80	0	181	19	15	0,3	1,4	0,8	49 (CO3)	11
12	3	66	3	1	3	24	0,3	23,2	87	0	128	21	18	0,3	1	0,6	55 (CO3)	12
13	3	64	5	1	5	347	0,1	23,1	87	0	197	27	24	0,3	1,4	0,7	54 (PM10)	13
14	3	63	8	2	7	224	0,6	22,4	84	0,8	94	31	26	0,3	1,4	0,8	62 (PM10)	14
15	3	64	9	1	8	235	1,6	19,6	50	0	19	8	0,2	0,6	0,4	53 (CO3)	15	
16	6	54	25	7	16	200	0,3	19,2	62	0	22	11	0,3	1,8	0,7	45 (CO3)	16	
17	4	56	30	8	19	190	0,3	19,5	74	0	27	16	0,4	2,2	1	54 (PM10)	17	
18	3	56	20	4	15	96	0,4	20,9	79	0	19	15	0,3	2	0,9	47 (CO3)	18	
19	3	55	16	5	9	132	1,8	21,5	77	0	28	20	0,4	2,7	1,3	56 (PM10)	19	
20	3	52	10	1	10	136	1,9	18,7	72	1,2	15	11	0,4	1,2	0,7	43 (CO3)	20	
21	3	42	26	10	14	156	0,4	16,4	74	0	14	9	0,3	1,7	0,9	35 (CO3)	21	
22	3	49	9	1	9		1,3	15,5	92	26,2	15	6	5	0,2	0,6	0,4	41 (CO3)	22
23	3	31	20	7	11		1,5	15,6	75	0,4	155	11	8	0,3	1,1	0,7	26 (CO3)	23
24	4	33	14	2	12			16,5	69	0	167	13	8	0,3	1,3	0,7	28 (CO3)	24
25	4	34	21	3	17			18,8	66	0	189	21	13	0,3	1,7	0,8	42 (PM10)	25
26	3	39	18	6	9			17,7	67	0	178	24	21	0,5	2,6	1,5	48 (PM10)	26
27	3	38	8	1	7			18	89	0	157	26	23	0,4	2,4	1,1	52 (PM10)	27
28	3	24	40	16	15			17,3	92	0	64	39	34	0,7	7,3	2,4	78 (PM10)	28
29	3	31	32	14	12			18,3	91	0	144	56	51	0,6	5,4	2,2	112 (PM10)	29
30	4	27	32	9	19			19,4	87	0	142	62	53	0,6	8,7	2	124 (PM10)	30
31	3	19	27	6	19		0,3	20,9	77	0	131	33	24	0,5	3,2	1,8	66 (PM10)	31

Año:2019 - Mes:Noviembre

**Índice de la calidad del aire** Deficiente Mejorable Buena Excelente

Día	SO2 (µg/m³)	OS (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	Precip. (mm)	R.Sol. (W/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día	
01	3	18	17	1	15		0,3	21	78	0	142	19	14	0,3	2,6	1,2	38 (PM10)	01	
02	4	33	9	1	9		1,8	23,2	59	0	106	14	9	0,3	0,9	0,5	28 (PM10)	02	
03	3	55	5	1	4		4	21,7	45	0	150	13	5	0,3	0,4	0,3	46 (CO3)	03	
04	3	47	9	1	8		3,6	21,4	50	0	136	10	5	0,2	0,6	0,4	39 (CO3)	04	
05	3	51					2,5	19,5	43	0	182	7	3	0,2	0,6	0,3	43 (CO3)	05	
06	3	31				290	0,9	16,8	52	0	182	17	8	0,3	1,4	0,7	34 (PM10)	06	
07	5	39				249	1,8	16,6	55	0	164	16	8	0,3	1	0,6	33 (CO3)	07	
08	3	62				270	2	15,5	38	0	150	10	4	0,2	0,6	0,3	52 (CO3)	08	
09	3	58				266	1,1	16,6	43	0	99	11	7	0,4	1,2	0,7	48 (CO3)	09	
10	3	72	2	1	1		317	3	15,2	40	0	133	8	4	0,2	0,2	60 (CO3)	10	
11	4	62					306	1,8	15,4	45	0	13	5	0,3	0,5	0,3	52 (CO3)	11	
12	3	66					260	2,4	16,7	42	1,4	13	5	0,2	0,6	0,4	55 (CO3)	12	
13	3	28					266	0,5	14,8	79	5	18	12	0,4	2	1,4	36 (PM10)	13	
14	4	38	22	4	17		252	2	13,6	62	0	17	10	0,3	1,3	0,9	34 (PM10)	14	
15	4	44	20	4	13		300	0,6	12,1	56	0	19	11	0,5	1	0,6	38 (PM10)	15	
16	4	43	18	4	12		234	0,5	10,7	64	0	154	21	15	0,7	1,7	0,8	42 (PM10)	16
17	3	48	14	2	10		254	1	13,5	54	0	116	16	12	0,6	1,3	0,7	40 (CO3)	17
18	3	54	8	2	3		333	2	13,1	56	0	148	7	6	0,4	0,8	0,4	45 (CO3)	18
19	9	37	23	3	18		263	0,9	10,7	58	0	152	29	18	0,9	1,5	0,9	58 (PM10)	19
20	4	26	38	10	23		205	0,3	11,4	75	0	133	34	21	0,9	2,4	1,8	68 (PM10)	20
21	4	32	32	9	18		235	1,2	13,5	70	0	128	25	16	0,4	1,8	1,1	50 (PM10)	21
22	5	26	37	13	17		242	0,7	13,3	85	0,4	61	32	24	0,7	3	1,6	64 (PM10)	22
23	4	67	9	2	5		274	2,3	16,1	49	0	48	7	4	0,3	0,5	0,3	56 (CO3)	23
24	3	61	8	2	5		263	1,2	15,9	45	0	126	8	6	0,4	0,6	0,3	51 (CO3)	24
25	4	35	24	5	16		250	0,6	16,7	63	0	127	21	12	0,4	1,7	0,8	42 (PM10)	25
26	5	25	50	18	22		207		15,1	73	0	138	35	18	0,6	3,2	1,7	70 (PM10)	26
27	3	46	16	3	11		258	1,4	19,3	55	0	111	13	7	0,7	1,1	0,7	38 (CO3)	27
28	3	47	16	2	12		253	1,5	18,3	53	0	107	14	7	0,3	0,9	0,6	39 (CO3)	28
29	3	38	16	3	12		47		18	69	0	102	24	14	0,5	1,8	0,9	48 (PM10)	29
30	5	31	24	6	14		332		14,9	89	0	130	29	24	0,7	3,5	1,6	58 (PM10)	30

**Índice de la calidad del aire**      ■ Deficiente   ■ Mejorable   ■ Buena   ■ Excelente

Día	SO2 (µg/m³)	O3 (µg/m³)	NOx (µg/m³)	NO (µg/m³)	NO2 (µg/m³)	Direc. (grados)	Veloc. (m/s)	Temp. (°C)	H.Rel. (% H.R.)	Precip. (mm)	R.Sol. (W/m²)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Benceno (µg/m³)	Tolueno (µg/m³)	Xileno (µg/m³)	Calidad Aire	Día	
01	3	53	10	2	6	34	0,8	14,8	79	0,4	124	21	16	0,6	1,4	0,6	44	(O3)	01
02	3	60	7	2	3	21		14	73	0	32	20	15	0,6	0,8	0,3	50	(O3)	02
03	3	53	7	2	4	15		12,5	73	8,6	20	16	12	0,4	0,7	0,3	44	(O3)	03
04	3	66	5	2	1	16	4,5	12,7	92	104	39	5	5	0,3	0,3	0,2	55	(O3)	04
05	3	56	7	2	3	35	1	13,7	92	103,6	22	9	7	0,4	0,5	0,3	47	(O3)	05
06	4	43	15	5	7	21	0,3	13,8	94	54,8	67	26	23	0,7	1,7	0,9	52	(PM10)	06
07	4	25	25	8	12	266	0,3	11,8	93	0,4	118	32	26	0,8	2,4	1,1	64	(PM10)	07
08	4	19	25	9	11	268	0,2	12,1	90	0,4	110	35	30	1,1	4,1	1,6	70	(PM10)	08
09	3	36	17	3	12	270	1,1	15,4	57	0	124	22	10	0,4	1,2	0,6	44	(PM10)	09
10	4	31	43	16	18	265	0,7	12	67	0	120	55	34	1,2	4	2,2	110	(PM10)	10
11	4	20	68	32	19	271	0,6	10,9	76	0,4	66	46	29	1,1	5,7	3,3	92	(PM10)	11
12	3	49	12	2	8	257	2,8	14,6	52	0	30	8	5	0,2	0,6	0,3	41	(O3)	12
13	6	46	13	2	9	243	3	20,9	48	0	55	8	4	0,8	1,1	0,6	40	(O3)	13
14	4	35	20	4	14	261	0,4	15,8	61	0	134	25	16	0,8	2,2	1	50	(PM10)	14
15	3	19	19	3	14	223	0,2	11,9	82	0	126	43	34	0,9	2,7	1,2	86	(PM10)	15
16	3	32	28	13	9	3	0,3	13	91	0	27	31	26	0,8	2,7	1	62	(PM10)	16
17	4	15	51	22	18	239	0,2	13,7	92	0	59	60	42	1,2	6	3,3	120	(PM10)	17
18	4	9	45	18	18	219	0,2	13,3	90	0	89	79	45	1,1	5,1	2,4	156	(PM10)	18
19	3	17	46	19	16	213	0,5	12,1	90	0	53	49	35	1	4,8	2,4	98	(PM10)	19
20	5	36	13	3	9	250	4,1	19,1	68	0	27	16	9	0,7	2	1,1	32	(PM10)	20
21	3	44	9	3	5	246	4,5	20,8	60	0	105	10	6	0,5	1,1	0,5	37	(O3)	21
22	3	64	6	3	3	269	4	20,5	41	0	110	7	5	0,2	0,3	0,2	53	(O3)	22
23	4	36	32	12	14	299	0,4	14,4	65	0	123	28	18	0,8	3	1,7	56	(PM10)	23
24	3	25	27	9	13	262	0,4	15,1	75	0	127	34	27	1	3,1	1,6	68	(PM10)	24
25	4	21	25	12	8	157	0,2	12,4	88	0	127	36	33	1,5	4,2	2	72	(PM10)	25
26	3	13	39	16	14	342	0,2	12,3	91	0	94	39	33	1,2	4,9	2,7	78	(PM10)	26
27	3	16	33	13	13	184	0,4	10,7	89	0	119	42	34	1,1	3,6	1,7	84	(PM10)	27
28	3	20	26	9	12	219	0,3	9,6	92	0,2	87	48	42	1,1	3,6	1,8	96	(PM10)	28
29	3	31	12	2	9	241	0,5	12,2	82	0	104	42	37	0,6	1,6	0,7	84	(PM10)	29
30	4	26	25	9	11	234	0,4	12,1	82	0	76	42	35	0,7	2,5	0,9	84	(PM10)	30
31	3	21	19	6	10	215	0,2	11	91	0	51	49	44	1	3	1,3	98	(PM10)	31

Anexo 5. Tablas 1-6. Índice de calidad del aire en el Grao de Castellón. Fuente: Ayuntamiento de Castellón

Según el informe de Evaluación de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana. Aglomeración ES1015: Castelló. Año 2018 de la Direcció General del Canvi Climàtic i Qualitat Ambiental, <<existe un fenómeno natural que afecta a la Comunidad Valenciana, y que varía las concentraciones de fondo de PM10 en diversas ocasiones a lo largo del año: las intrusiones de partículas saharianas>>.

En cualquier caso, a continuación puede verse el número de superaciones de los valores límite establecidos por la normativa en el año 2018 en lo que se refiere a la estación del Grao de Castelló:



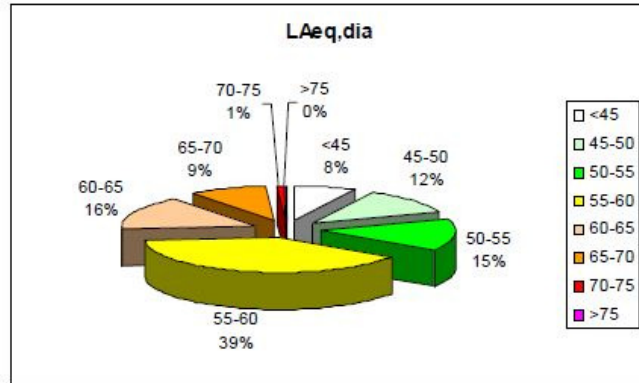
PARÁMETRO	VALOR LÍMITE ANUAL	VALOR LÍMITE DIARIO	VALOR LÍMITE HORARIO	OTROS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	CASTELLÓ - GRAU	
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )		Nº de superaciones de 125 µg/m <sup>3</sup> (3 sup/año)			0	94 %
				Nº de superaciones de 350 µg/m <sup>3</sup> (24 sup/año)	0	95 %
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>				12	98 %
				Nº de superaciones de 200 µg/m <sup>3</sup> (18 sup/año)	0	
Partículas en suspensión (PM <sub>10</sub> )		Nº de superaciones de 50 µg/m <sup>3</sup> (35 sup/año)			3	
	40 µg/m <sup>3</sup>				27	
				PERCENTIL 90,4 (50 µg/m <sup>3</sup> )	46	
Partículas en suspensión (PM <sub>10</sub> ) tras descuento		Nº de superaciones de 50 µg/m <sup>3</sup> (35 sup/año)			2	28 %
	40 µg/m <sup>3</sup>				25	
				PERCENTIL 90,4 (50 µg/m <sup>3</sup> )	43	
Partículas en suspensión (PM <sub>2,5</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup>				20	28 %

PARÁMETRO	VALOR LÍMITE ANUAL	VALOR LÍMITE DIARIO	VALOR LÍMITE HORARIO	OTROS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	CASTELLÓ - GRAU	
Monóxido de carbono (CO)				10 mg/m <sup>3</sup> MÁX 8-hor MEDIAS MÓVILES DIARIAS		
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	5 µg/m <sup>3</sup>				0,4	60 %
Plomo (Pb)	0,5 µg/m <sup>3</sup>					
Arsénico (As)	6 ng/m <sup>3</sup>					
Cadmio (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>					
Níquel (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>					
Benzo(a)pireno (BaP)	1 ng/m <sup>3</sup>					
Ozono (O <sub>3</sub> )				Nº DE SUPERACIONES DE 180 µg/m <sup>3</sup> UMBRAL DE INFORMACIÓN	0	
				VALOR OBJETIVO PARA LA PROTECCION DE LA SALUD DE 120 µg/m <sup>3</sup> (Nº Superaciones < 25)	2016-18	
					7	2016-18
				VALOR AOT40 18000 µg/m <sup>3</sup> valores horarios de mayo a julio	2014-18	11.586

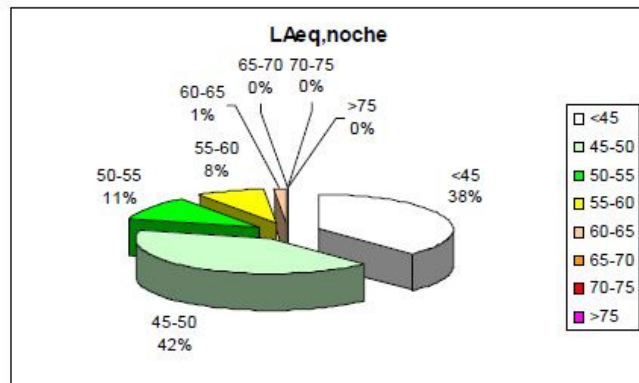
Anexo 5. Tablas 7-8. Superación de valores límite de emisiones en el Grao de Castellón. Fuente: Ayuntamiento de Castellón



LAeq,día		
dB(A)	N° personas expresados en unidades	
	expresados en unidades	%
<45	1450	7,6
45-50	2275	11,9
50-55	2773	14,6
55-60	7534	39,6
60-65	3054	16,0
65-70	1718	9,0
70-75	188	1,0
>75	49	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>19041</b>	<b>100</b>



LAeq,noche		
dB(A)	N° personas expresados en unidades	
	expresados en unidades	%
<45	7196	37,8
45-50	7856	41,3
50-55	2139	11,2
55-60	1610	8,5
60-65	237	1,2
65-70	4	0,0
70-75	0	0,0
>75	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>19041</b>	<b>100</b>

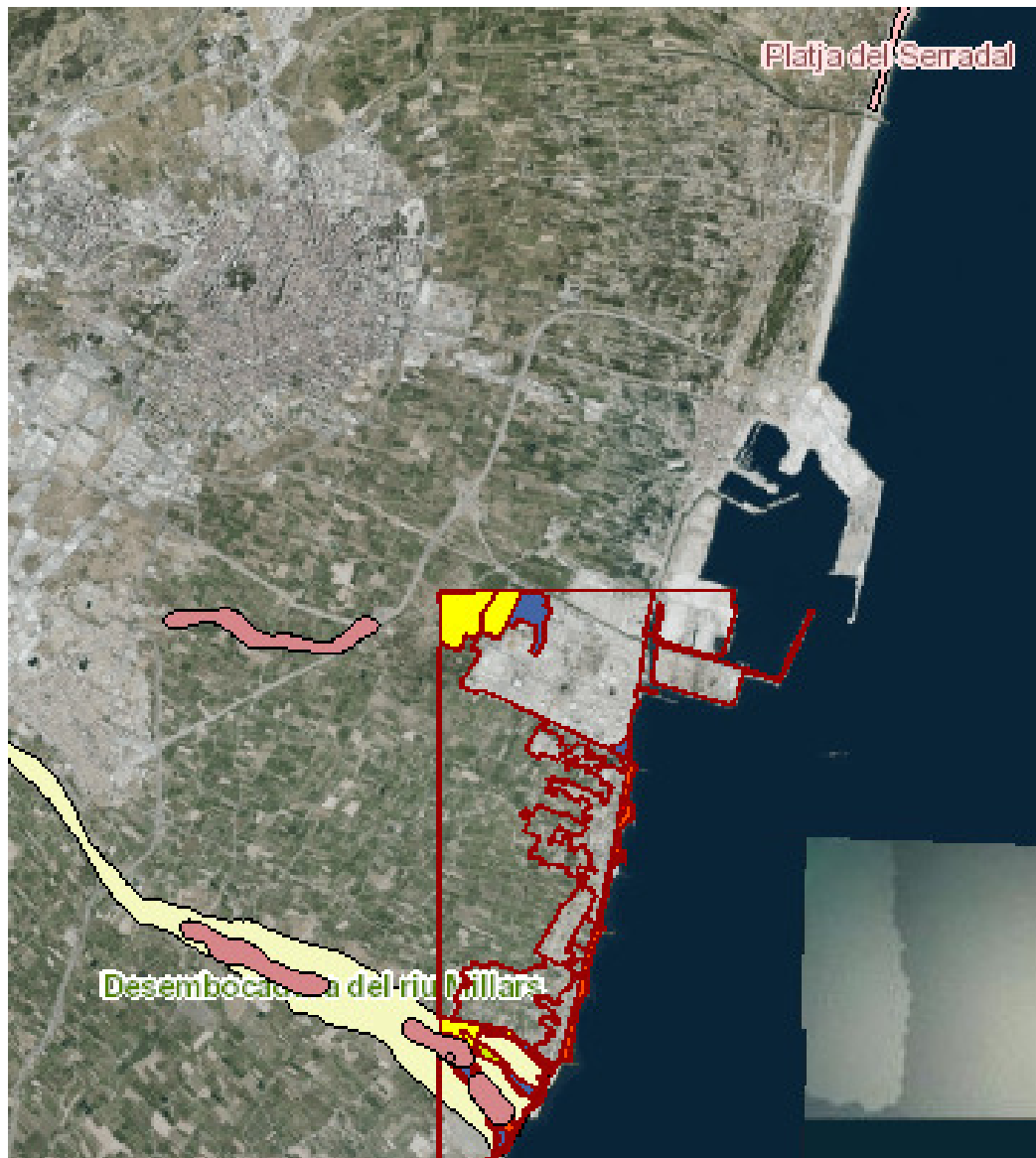


Gráficas y Tablas 14. Datos de población por LAeq,día y LAeq,noche para todo el Distrito 9

Anexo 5. Gráficos y tablas 9-10. Nivel de contaminación acústica en el Grao de Castellón. Fuente: Ayuntamiento de Castellón.

### Protección de la Biodiversidad

A continuación se ilustra una imagen del visor de cartografía del Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana donde se han seleccionado las capas correspondientes a la Biodiversidad (Programas LIFE, Planes de Recuperación, Reservas de Fauna, Microreservas, Zonas de protección de avifauna por líneas eléctricas). Se puede observar que la ubicación del proyecto no está dentro de ninguna de dichas zonas coloreadas.



Anexo 5. Imagen 2. Protección de la biodiversidad en la desembocadura del río Mijares.  
Fuente: Institut Cartogràfic Valencià de la Generalitat Valenciana

## Acciones del proyecto que interaccionan con el medio ambiente

Las acciones del proyecto que suponen un impacto ambiental, ya sea positivo o negativo, se describen a continuación:

### FASE DE CONSTRUCCIÓN

*Sustitución de la cubierta vegetal:* la eliminación de vegetación existente es inevitable en la creación de greens y bunkers. No obstante, se trata de reemplazar la superficie vegetal del área de actuación por otro tipo de superficie acondicionada para el juego (superficie de césped en greens y de arena en bunkers). La superficie vegetal a arrancar se trata, principalmente, de césped que crece en los márgenes de las calles del interior del campo de golf existente, por lo que no debería haber especies vegetales de especial interés que fueran afectadas. Se ha descrito la existencia de setas en el pinar del Grao, si bien los greens se diseñan principalmente en zonas que no están bajo pinos para evitar tener que limpiar las hojas, por lo que no se considera relevante este impacto. Se respeta completamente la población de pinos existentes. La cubierta vegetal arrancada se reutiliza en el proyecto.

Al efecto de valorar la extensión de la actuación, los greens de pitch and putt pueden tener, orientativamente, unas dimensiones promedio de 15 m de largo por 10 m de ancho. La superficie de bunkers anexos a los greens es sensiblemente inferior. La actuación supondría la creación de 7 nuevos greens.

*Construcción de greens, drenaje y substrato radicular:* el drenaje es imprescindible en los greens para que se mantenga un césped de buena calidad, ya que no tolera el encharcamiento. Además, los greens encharcados supondrían la imposibilidad de jugar. Por otro lado, debido a la existencia de pinos centenarios y tratarse el pinar de un área de interés cultural, el drenaje de greens debe hacerse allí donde sea necesario elevando la base del terreno, evitando en todo momento afectar a las raíces de los pinos.

La mezcla radicular de los greens requiere de un substrato específico con arena gruesa y materia orgánica, por lo que se modifica la textura del suelo en el área de construcción de greens. La actuación supone una contribución, aunque limitada en superficie, a la compactación del suelo.

En cuanto los efectos sobre la modificación del relieve, se trata de actuaciones puntuales (7 greens de 10x15m aprox.) y que consisten en elevar o proteger algún green con un pequeño montículo. Estas actuaciones suponen una elevación de cotas entre 1 y 2 metros en lugares muy concretos. No se plantean modificaciones del relieve en las calles del campo de pitch and putt.

No se prevé la existencia de residuos de tierras, ya que por su pequeña cantidad pueden ser aprovechados en el campo (por ejemplo, en el campo de prácticas).

*Instalación del sistema de riego:* el sistema de riego es necesario en el proyecto para conseguir un riego uniforme y automatizado en los greens mediante aspersores. Para ello, se deben abrir zanjas lineales donde se enterrarán las tuberías de riego. La profundidad de las zanjas es de unos 40 cm. El diseño de las zanjas se efectúa priorizando la elección de un trazado donde no existaafección a las raíces de los pinos antes que la reducción de la longitud del recorrido.

Podrían generarse residuos del recorte de tuberías y restos de embalajes.



*Siembra y plantación de especies vegetales:* Se lleva a cabo la plantación de *Agrostis stolonífera* (especie cespitosa) en greens. Esta especie es la misma que la ya existente en el campo, por lo que no supone un impacto visual que rompa la armonía del entorno.

Además, se plantea puntualmente la creación una barrera vegetal de unos 30 metros de ancho con especies arbóreas idénticas a las existentes en otras partes del campo (casa junto a pistas de pádel y salida del tee 1) en el linde norte del campo.

También se incorporan nuevas zonas ajardinadas con especies autóctonas. Aunque se trata de áreas pequeñas en superficie, se logra mejorar parte del entorno natural.

*Trazado de caminos e introducción de elementos artificiales:* Entre el green y el siguiente tee se debe poder caminar con carro de golf. Ello supone la creación de alguna rampa para salvar pequeños desniveles. Asimismo, la jardinería sirve en el proyecto para encauzar el tránsito de personas. En cuanto a los elementos artificiales, se trata de papeleras y carteles indicativos del hoyo, los cuales se plantean en madera para evitar contrastes visuales. Los tees de salida de los hoyos lo constituyen una alfombra de césped artificial de 1,5 x 1,5 m. No se contempla el uso de cemento.

#### FASE DE EXPLOTACIÓN

*Consumo de agua depurada para el riego:* El consumo de agua se estima en 1600 m<sup>3</sup>/año aprox. Ello representa el 5,8 % del consumo de agua del campo grande. Dado que existe más oferta que demanda para el aprovechamiento del agua de la depuradora de Castellón, se considera que no se está privando de recursos a otros potenciales consumidores de agua. Además, los nutrientes del agua son aprovechados por el césped en lugar de suponer un vertido al medio ambiente, por lo que el impacto puede considerarse positivo.

*Siega de césped:* Se utiliza máquina segadora, por lo que se provoca generación de ruido ambiente y emisiones de combustión durante el corte del césped. Los residuos de la siega se esparcen en verde por el campo de golf, por lo que no se generan residuos vegetales a gestionar. El mantenimiento de la maquinaria es el ya efectuado para el campo grande.

*Pinchado y recebado de greens:* Se produce el impacto asociado al consumo de un recurso (áridos), generación de ruido ambiente y emisiones de combustión debido al uso de maquinaria.

*Aplicación de fitosanitarios:* Se plantea el uso de fitosanitarios con el mismo programa que para los greens el campo grande. Algunos de los impactos ambientales asociados al uso de fitosanitarios son la contaminación por percolación de las aguas subterráneas, la contaminación del aire por la volatilización del plaguicida en el entorno cercano, la afección al equilibrio de microorganismos del suelo, la modificación de la capacidad de resistencia del patógeno, efectos sobre la salud de otros animales.

*Incremento de presencia humana:* El campo está ubicado en zona urbana. Se considera que con el proyecto el entorno del campo de golf sería un lugar más aprovechado para actividades deportivas. Parte de los jugadores viven en las cercanías, pero la mayoría emplea el coche para desplazarse al campo. En el área de actuación existen ardillas que podrían ver aumentado su stress por la mayor presencia humana.

## FASE DE ABANDONO

*Cierre de las instalaciones:* generación de residuos y molestias derivadas de la clausura del campo de pitch and putt.

### Principales impactos ambientales

A continuación se describen los impactos ambientales asociados a las actividades descritas anteriormente en función del elemento del medio que se ve afectado por las acciones del proyecto.

Para la elaboración de la siguiente relación de impactos ambientales (tanto negativos como positivos), se ha consultado la publicación de Dávila (2004) Integración ambiental de los campos de golf, sirviendo de ayuda en el establecimiento del siguiente esquema.

#### Atmósfera

- Aumento del ruido por el uso de maquinaria para el corte de greens, etc.
- Contaminación atmosférica y contribución al cambio climático por las emisiones de los vehículos (emisión de partículas, NOx, SO<sub>2</sub>, hidrocarburos)

#### Suelos

- Alteración de la topografía del lugar (no más de varios metros en lugares puntuales)
- Cambio en las condiciones del suelo por apertura y relleno de zanjas, diseño de greens, etc.
- Destrucción y sustitución de la cubierta vegetal en áreas previstas para greens
- Influencia en la erosión al cambiar el microrelieve
- Compactación del terreno por mayor tránsito de personas, vehículos del mantenimiento del campo y construcción de greens.

#### Aguas

- Variación en la velocidad de infiltración de agua por compactación y adición de sustrato en greens.
- Consumo de agua, el cual constituye un recurso escaso en el área de levante.
- Contaminación del agua subterránea por el uso de fitosanitarios

#### Flora

- Riesgo puntual de pérdida de vitalidad de pinos centenarios si se afectara a las raíces
- Riego de afección a la biodiversidad como consecuencia de la actividad
- Posible interacción con especies autóctonas por introducción de especies alóctonas para jardinería
- Pérdida / ganancia de biomasa
- Plantación de especies arbustivas autóctonas

#### Fauna

- Destrucción de hábitats (madrigueras...)

- Molestias / stress provocado a ardillas y otros animales
- Afección a la estabilidad y capacidad reproductiva de las comunidades
- Alteración del comportamiento de la fauna por interacción con la población

#### Paisaje

- Antropización del entorno
- Introducción de nuevos elementos del paisaje (greens) que no existían anteriormente
- Modificación de formas, colores y texturas debido a la creación de greens y bunkers
- Introducción de nuevas estructuras artificiales (carteles, papeleras, etc)
- Afección a la integración paisajística (armonía, etc.)

#### Espacios naturales

- Ausencia de afección reseñable a espacios naturales protegidos (ZEPA, LIC.)

#### Factores sociales

- Mejora de la calidad de vida y bienestar de la población
- Riesgos para la seguridad por aumento de número de jugadores de golf
- Posible ligero cambio en el valor de las viviendas circundantes. Con afección positiva al paisaje, sería previsible una mejora del valor de las viviendas.
- Aumento del tráfico rodado en las calles de acceso al campo de golf.

#### Usos del territorio

- No se produce cambio de uso del territorio.

#### Economía

- Dinamización del sector terciario (cafetería del club, venta de palos, etc.)
- Ingresos adicionales para la economía local (afluencia de población foránea en campeonatos, etc.)
- Mejora de la sostenibilidad presupuestaria a medio-largo plazo del Club de Golf

#### Vías pecuarias y caminos

- Alteración de caminos existentes debido al mayor tránsito
- Creación de nuevos senderos

#### Patrimonio cultural

- Afección a restos arqueológicos. Se considera altamente improbable.
- Fomento y mejora del deporte local

#### Aceptación social

- Rechazo / demanda social en función de la presentación del proyecto

## Principales alternativas y sus potenciales impactos

Las 2 alternativas estudiadas son:

1. 9 hoyos de pitch and putt homologados
2. 3 hoyos de pitch and putt + remodelación del campo actual de prácticas

Análisis ambiental del proyecto de 9 hoyos de pitch and putt homologados

- ✓ Los mayores impactos ambientales provienen del consumo de agua para el riego de greens, si bien este impacto se ve reducido al plantear un aprovechamiento de agua depurada.
- ✓ Las soluciones de ingeniería respecto de la jardinería (barreras de protección vegetales contra bolas equivocadas, greens unidos armónicamente al entorno, trazado de senderos, plantación de especies autóctonas, etc.) pueden aumentar la belleza del lugar

Análisis ambiental del proyecto de 3 hoyos de pitch and putt + remodelación del campo actual de prácticas

- ✓ Permite probar el impacto ambiental del proyecto (compatible con futuras ampliaciones), por ejemplo, mediante la comprobación del coeficiente de uniformidad de los aspersores, impacto de las tareas de mantenimiento, etc.

## Matriz de identificación de impactos

El objeto del presente capítulo es valorar los previsible impactos del proyecto mediante una matriz aplicada a factores ambientales y acciones de proyecto.

Los previsible impactos identificados se dividen en,

Positivo (+): Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.

Negativo (-): Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y personalidad de una localidad determinada.

Para la valoración de la importancia de los impactos anteriormente identificados se debería realizar un estudio en el que se caracterizaran los impactos siguiendo básicamente los criterios establecidos en el D. 162/1990, y que definirá la importancia de cada impacto concreto.

Recuperabilidad: recuperable o irrecuperable

Probabilidad: improbable, probable o cierto

Frecuencia: continuo o discontinuo

Efecto directo/indirecto

Reversibilidad natural: efecto reversible o irreversible

Duración del impacto: temporal o permanente

Carácter: simple, acumulativo o sinérgico

Aparición: periódica o de aparición irregular

No obstante, se ha considerado que esta parte del estudio es demasiado amplia dados los objetivos del TFG, por lo que se ha decidido que es suficiente la realización de una valoración de la importancia relativa de los impactos identificados.

Se trata, siguiendo la legislación de impacto ambiental, de estudiar todos los impactos ambientales identificados para conocer su importancia relativa. El método de valoración a utilizar consistirá en una jerarquización de impactos. Este método consiste en aplicar los criterios de evaluación, de manera que para cada impacto determinado se obtiene su valoración, que guarda relación con la importancia de la afección al medio. Los impactos de mayor magnitud serán los impactos más importantes, relevantes, que se dan en mayor cantidad, que impactan con mayor extensión y gravedad al medio. Los impactos de menor magnitud serán los impactos más pequeños, despreciables, no significativos ni importantes, sin apenas afección al medio.

La magnitud se valora según caracterización siguiendo la escala:

<b>Magnitud</b>	<b>Valoración</b>
Muy alta	4
Alta	3
Media	2
Baja	1

Como resultado del análisis de los impactos en función de los criterios expuestos, se elabora una matriz de importancia cualitativa en donde se recogen las características de las posibles afecciones producidas en cada parámetro ambiental por las distintas acciones del proyecto.

En el caso de que el impacto sea positivo o negativo, se imputa el signo positivo o negativo respectivamente a la valoración obtenida.

La jerarquización de impactos ambientales se refleja en la siguiente MATRIZ DE MAGNITUD.



ACCIONES DEL PROYECTO		Población	Salud humana	Flora	Fauna	Biodiversidad	Geodiversidad	Suelo	Subsuelo	Aire	Nivel sonoro	Agua	Medio marino	Clima	Cambio climático	Paisaje	Bienes materiales	Patrimonio cultural	Sector secundario / terciario	Aceptación social
FASE DE CONSTRUCCIÓN	1	Sustitución de la cubierta vegetal			1-	1-		1-								1-				
	2	Construcción de greens			1-			1-		1-	1-					2-		1-	1+	1+
	3	Instalación del sistema de riego						1-		1-	1-						1-			1+
	4	Siembra y plantación de especies vegetales			1+										1+	1+				
	5	Trazado de caminos e introducción de elementos artificiales			1-				1-							1-				
FASE DE EXPLOTACIÓN	6	Consumo de agua depurada para el riego		1-	1+							2-	1+							1+
	7	Siega de césped			1-					1-	1-			1-	1+					
	8	Pinchado y recebado de greens			1-					1-	1-			1-						
	9	Aplicación de fitosanitarios		1-	2-	1-			1-			1-								
	10	Incremento de presencia humana	1-			1-				1-	1-									1+
FASE DE ABANDONO	11	Cierre de las instalaciones			1-	1+				1+	1+	1+		1+					1-	1-

Anexo 5. Tabla 11. Matriz de impactos ambientales del proyecto

Señalar que la magnitud se ha evaluado como media o baja en todos los casos, lo cual es coherente considerando que el impacto de una limitada remodelación de un campo de golf de 9 hoyos no puede tener aspectos ambientales de alta magnitud a diferencia de otros tipos de proyectos sujetos a EIA con mayores impactos como por ejemplo grandes presas, centrales térmicas, vertederos de residuos peligrosos, etc.

Finalmente, y en base a los resultados de importancia y magnitud de la MATRIZ DE IMPORTANCIA (no efectuada en el presente TFG) y la MATRIZ DE MAGNITUD anterior, se deberían catalogar los impactos como compatibles, moderados, severos o críticos en una MATRIZ FINAL DE IMPACTO, tal como indica el D. 162/1990, del Consell de la Generalitat Valenciana:

**Impacto Ambiental Compatible:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

**Impacto Ambiental Moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

**Impacto Ambiental Severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

**Impacto Ambiental Crítico:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Si se aplicara el siguiente criterio de combinación de los factores de Importancia y Magnitud:

<b>MAGNITUD IMPOR- TANCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	Compatible	Compatible	Moderado	Moderado
<b>2</b>	Compatible	Moderado	Moderado	Severo
<b>3</b>	Moderado	Severo	Severo	Crítico
<b>4</b>	Moderado	Severo	Crítico	Crítico

Anexo 5. Tabla 12. Criterios de evaluación de impactos ambientales del proyecto

Se observaría como no se pueden producir impactos críticos, ya que la máxima puntuación de la magnitud en la MATRIZ DE MAGNITUD es de 2 puntos.

Como ya se ha comentado, se ha considerado suficiente para el alcance del presente TFG la realización de una MATRIZ DE MAGNITUD sin llegar a la catalogación de impactos (compatibles, moderados, severos y críticos).

No obstante, las conclusiones de la evaluación de la magnitud son que los aspectos que más afectan al proyecto son el consumo de agua para el riego, la afección sobre el paisaje de la construcción de greens y la aplicación de fitosanitarios.

### **Medidas correctoras o compensatorias**

A continuación se estudian posibles medidas correctoras o compensatorias para minimizar los impactos ambientales negativos derivados del proyecto o realzar los impactos ambientales positivos.

La prioridad en la corrección de impactos es lograr que dicho impacto no se produzca. Si esto no es posible, las medidas deberían ir encaminadas a reducir la intensidad e importancia del impacto. Por último, si el proyecto no puede realizar sin que exista el impacto, se pueden proponer medidas compensatorias para que, al menos, se equilibre el balance ambiental del proyecto.

Se han descrito posibles medidas correctoras tomando como referencia las propuestas de Dávila, 2004. Integración ambiental de los campos de golf.

Medidas correctoras sobre el suelo

- Reducir al mínimo el movimiento de tierras: siendo inevitable la apertura de zanjas, excavaciones y rellenos, el proyecto se debe diseñar para optimizar la profundidad de zanjas, reducir al máximo su longitud, no generar déficit ni excedente de tierras.
- Respetar la topografía del terreno existente: no crear pendientes bruscas ni relieves que no estén integrados en el paisaje.

- Evitar el almacenaje de tierras y materiales de construcción: reducir al máximo el tamaño de los acopios y evitar el movimiento de vehículos entre acopios
- Usar maquinaria ligera de construcción: reducir el tamaño de la maquinaria usada en obra, por ejemplo, retroexcavadora pequeña en lugar de grande. Ello evita el impacto por compactación del suelo.
- Emplear siempre los caminos para el tránsito de maquinaria: se reduce así las afecciones al terreno (desbroce, compactación, etc.)
- Realizar el mantenimiento de maquinaria en lugar habilitado fuera de las instalaciones: se trata de evitar el vertido accidental de aceites usados o la generación de residuos con riesgo de contaminación del suelo.
- Reutilización de la cubierta vegetal arrancada en el desbroce: se utiliza la tierra vegetal fértil en los alrededores de donde ha sido extraída.

#### Hidrología superficial

- Respetar escorrentías naturales: respetar zonas naturales de desagüe
- Plantaciones en suelos desnudos, allí donde se vea preciso
- Favorecer infiltración de agua en greens mediante utilización de arena gruesa
- Diseño adecuado de las pendientes y del drenaje de greens y bunkers de forma que se recojan las aguas pluviales evitando arrastres y erosión superficial.
- Corrección en caso necesario de la ubicación y presión de funcionamiento de los aspersores de manera que se consiga la mayor uniformidad posible sin que existan arrastres por superar la velocidad de infiltración del terreno.

#### Hidrología subterránea

- Utilización de abonos de liberación lenta: reducción percolación a las aguas subterráneas
- Riego con agua procedente de EDAR
- Control de consumo de agua: dosificación exacta de agua de riego, estación meteorológica, control automatizado del riego
- Control de nivel y calidad de las aguas subterráneas: control del nivel freático mediante piezómetros
- Uso dosis exacta de fertilizante
- Fitosanitarios de baja toxicidad: evitar riesgo para la fauna y las personas

#### Atmósfera

- Usar maquinaria en buen estado
- Control de la velocidad de tránsito

#### Flora

- Limitar el desbroce a las áreas estrictamente necesarias, manteniendo la vegetación de las calles
- Proteger las zonas de mayor fragilidad (evitando caminos, mediante señales, etc)
- Usar especies autóctonas en la revegetación

**Fauna**

- Conservar máxima superficie de vegetación natural
- Uso de fitosanitarios de baja toxicidad
- Conducciones eléctricas subterráneas
- Programa de educación ambiental para informar al público de la fauna presente en la zona
- Colocar nidos artificiales, refugios de pequeños vertebrados, comederos (no gatos)

**Paisaje**

- No introducir nuevas edificaciones, sino hacer uso de las existentes
- Crear pantallas vegetales
- Emplear materiales naturales (piedra, madera) para bordes de caminos, elementos artificiales y tees
- Papeleras, bancos, con formas y colores que no desentonen con el entorno
- Evitar alineaciones o formas geométricas

**Fertilizantes y fitosanitarios**

- Productos de baja toxicidad
- Uso adecuado y almacenamiento conforme a legislación de los fitosanitarios

**Consumo de agua**

- Riego con agua procedente de EDAR
- Instalar contadores volumétricos
- Usar las variedades de césped con menores necesidades hídricas y mayor adaptación al clima local
- Usar modernas técnicas de riego con aspersores con posibilidad de control individual

**Programa de vigilancia ambiental**

El Programa de Vigilancia Ambiental tendrá por objeto:

- la comprobación de la realización de las medidas correctoras y compensatorias
- la detección de impactos ambientales no previstos
- la obtención de información para el mejor seguimiento y control del impacto ambiental
- la propuesta de nuevas medidas correctoras en caso necesario

Las fases del Programa de Vigilancia pueden dividirse en: fase de construcción, fase de explotación y fase de abandono.

En la fase de construcción, el responsable designado por el Club de Golf para la Vigilancia Ambiental debería asegurarse, al menos, del cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Se efectúa el mínimo movimiento de tierras posible
- No se genera déficit ni excedente de tierras.
- No se crean pendientes bruscas ni relieves que no estén integrados en el paisaje. Evitar alineaciones o formas geométricas

- Se reduce al máximo el tamaño de los acopios de tierras y evitar el movimiento de vehículos entre acopios
- Se utiliza maquinaria ligera de construcción en lugar de grande
- Se emplea siempre los caminos para el tránsito de maquinaria
- Se realizar el mantenimiento de maquinaria en lugar habilitado fuera de las instalaciones
- Se reutiliza la cubierta vegetal arrancada en el desbroce
- Se respetan las escorrentías naturales
- Se utiliza arena gruesa adecuada en la construcción de greens
- Se usa maquinaria de obra en buen estado
- Se controla que la velocidad de tránsito no sea excesiva
- Se asegura el desbroce a las áreas estrictamente necesarias, manteniendo la vegetación de las calles
- Se protegen las zonas de mayor fragilidad, especialmente raíces de los pinos
- Se usan especies autóctonas en la revegetación
- Las conducciones eléctricas subterráneas se llevan a cabo a la profundidad indicada en proyecto
- No se utilizan en obra elementos artificiales como cemento u hormigón
- Se crear pantallas vegetales de dimensiones adecuadas
- Se emplean materiales naturales (piedra, madera) para bordes de caminos, elementos artificiales y tees
- Papeleras, bancos, con formas y colores que no desentonen con el entorno

En la fase de explotación, el responsable designado por el Club de Golf para la Vigilancia Ambiental debería realizar seguimiento, al menos, de los siguientes indicadores:

- Consumo diario y acumulado de agua para riego del campo pitch and putt
- Cantidades y tipo de fitosanitario utilizado
- Grado de cumplimiento del programa de mantenimiento
- Incidencias y estado de la vegetación (enfermedades, afecciones a pinos centenarios...).
- Incidencias por no aplicación de las medidas correctoras del proyecto.

### **Diagnóstico del medio ambiente afectado**

Las conclusiones respecto del impacto ambiental del campo de pitch and putt son que el proyecto tiene impactos ambientales de baja magnitud, por lo que serían previsibles impactos compatibles o moderados (no severos o críticos).

Destacar como aspecto ambiental más relevante el consumo de agua para el riego, que es compensado con el hecho de que se lleve a cabo con agua depurada.

En cuanto al propio proyecto, se considera asimismo importante que la estética de la construcción de greens sea la más integrada en el paisaje posible. Un diseño armonioso puede contribuir a la mejora de la belleza del lugar, mientras que un diseño sin las dosis adecuadas de equilibrio y armonía, podría suponer un empeoramiento del paisaje.



Por último, se entiende que el programa de mantenimiento del campo de pitch and putt deberá ser similar al del campo de golf, por lo que ambientalmente se trata de continuar con su cumplimiento.

# CRITERIOS DE DISEÑO DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT

## ANEXO 6. CRITERIOS DE DISEÑO DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT

### Consideraciones previas

Para Marco Martín, profesor del Master en gestión de campos de golf de la Universidad Europea de Madrid, la documentación previa para el desarrollo de un proyecto de campo de golf debe ser la siguiente (se ha seleccionado la información aplicable al proyecto de campo de pitch and putt):

1. Análisis in situ de la topografía.
2. Plano topográfico, ortofoto en color en soporte digital. Definición de los tendidos eléctricos, límites de la propiedad, derechos de paso, tomas de agua y otros condicionantes.
3. Análisis del suelo mostrando la textura del suelo y características orgánicas de fertilidad.
4. Análisis de calidad y volumen de agua de riego, concesiones de agua.
5. Condicionantes de los acuerdos municipales incidentes en el campo de golf

Además de la documentación, el análisis previo debería incluir los siguientes aspectos:

6. Vegetación y fauna: afecta al diseño
7. Climatología: temperaturas, vientos dominantes, precipitaciones, etc.
8. Carácter del lugar: tradiciones, historia... Reflejar estos aspectos en el diseño.
9. Intercambio de experiencias con partes interesadas: director del club, profesionales, greenkeeper (infraestructura de riego, variedades de césped, problemas de mantenimiento).

### Directrices de diseño

Además, Marco Martín señala que el diseño de un campo ha de mantener el equilibrio entre los siguientes principios:



**Seguridad:** “Un campo de golf inseguro es un mal campo”

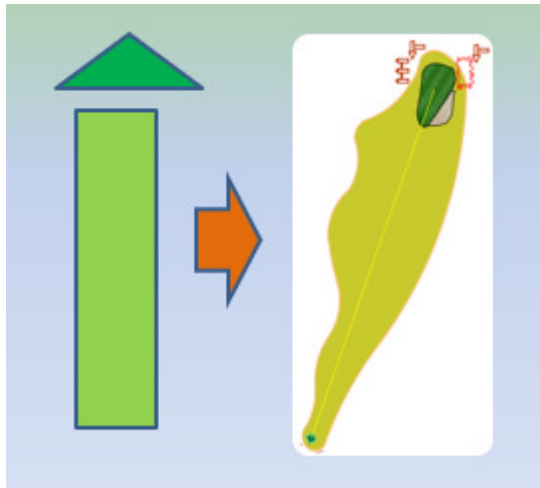
**Estrategia:** “El golfista valora el esfuerzo tanto físico como mental”

**Comodidad:** “Un campo incómodo de caminar reduce los ingresos de green-fees”

Y como principios básicos de diseño, cita los siguientes:

A) Armonía

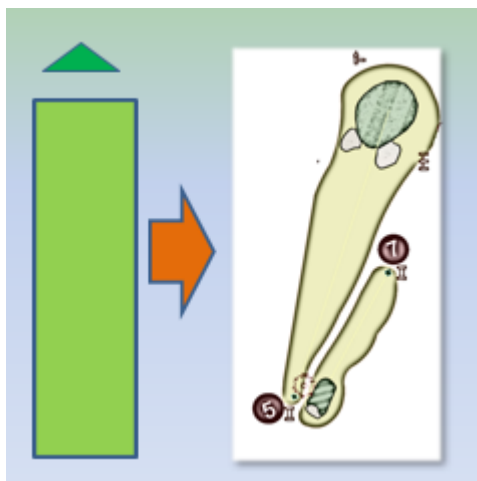
La armonía se consigue con la integración de texturas (árboles, césped, arena) y el color. Para conseguir armonía se propone evitar las formas geométricas y rígidas, a la vez que se introduce similitud de formas curvas.



Anexo 6. Imagen 1. Armonía

B) Proporción

Así, todos los elementos que el jugador de golf percibe deben estar en relación de tamaño, volumen o distancia. Cualquier elemento fuera de escala con respecto al resto, lo hace inapropiado. Por ejemplo, el tamaño del bunker ha de estar en relación al tamaño del green, y éste aumentar de tamaño si la distancia de tiro es mayor.



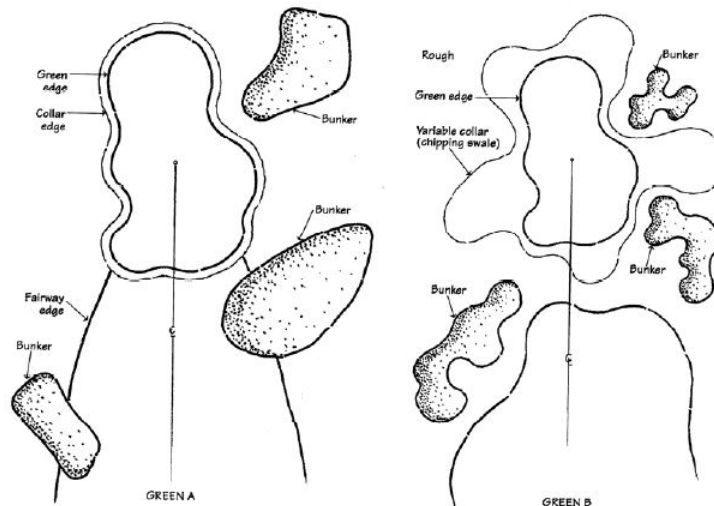
Anexo 6. Imagen 2. Proporción

C) Equilibrio

Debe obtenerse por agrupación de formas y colores en torno a puntos objetivos. También en la variedad de hoyos, por ejemplo, con límites a la derecha o a la izquierda, distintas distancias de tiro, variedad de greens, etc.

D) Ritmo

Se puede conseguir mediante progresión de tamaños, movimiento de formas. El ritmo es fundamental para conseguir la integración de lomas y vaguadas, evitando la sensación de artificialidad



Anexo 6. Imagen 3.  
Ritmo: Martín, 2006

E) Énfasis de formas

Principio en el que la vista es el elemento principal de la composición. Debe cuidarse especialmente en los entornos de greens, integrándolos con la formación de lomas, depresiones o con un intenso paisajismo.

Según F.W. Hawtree (2), <<las ventajas que ofrece un campo de golf bien hecho, se van a reflejar en esos dos aspectos, el juego y el mantenimiento. El primero conseguir diseñar para mover un número alto de jugadores con seguridad y rapidez en el campo. El segundo diseñar para lograr un mantenimiento fácil del campo.>>

Los suelos porosos (arenosos) serán preferibles a los arcillosos, ya que se precisa suelos que drenen. Si no es así, aumentan los costes de mantenimiento. Los suelos idóneos tienen alto contenido en materia orgánica.

Debe prestarse especial atención en el diseño a evitar que los putting greens se encharquen, ya que el césped es delicado y requiere de muchos cuidados para su mantenimiento en perfecto estado.

Una topografía totalmente plana aumenta la monotonía del campo, por lo que para evitarlo se pueden emplear estrategias como greens elevados, green-isla, tee de salida sobre montículos, etc.

La seguridad en el diseño de un campo de golf es un asunto primordial, especialmente en lo que afecta a viviendas colindantes. Algunas estrategias son diseñar tees de salida de espaldas a las viviendas (ya que la bola nunca sale hacia atrás), dotar de redes protectoras (alta inversión), dejar márgenes de seguridad (a costa de perder espacio de juego) o camuflar con vegetación los caminos con derechos de paso.



*<<Al iniciar el trazado de un campo de golf se debe partir de crear un juego que engañe y entretenga al jugador, le haga pensar más que agotarle y destrozarle físicamente. Por ello existen otros parámetros en los que debe uno moverse, estos son: el “equilibrio”, la “variedad”, la “escala”, y la “belleza”, ellos deben influir sobre los aspectos prácticos de la ordenación y el diseño. [...] La fórmula del éxito proviene tanto o más del valor paisajístico en sí, la psicología del jugador y las consideraciones estéticas, que del hecho de tener los 18 hoyos reglamentarios.>> (Fernández, 1997)*

## **Desarrollo de los criterios de diseño**

A continuación se han seleccionado, traducidos al castellano por Julia Fernández de Caleyá, algunos de los *principios básicos de diseño de campos de golf* descritos por Hawtree (1983). Para cada uno de dichos principios, se presenta una justificación de la solución adoptada en el proyecto:

### *Estrategia (E)*

*E <<Crear situaciones para tiros arriesgados colocando los obstáculos, no para penalizar golpes de riesgos, sino para pensar y desarrollar un juego de intenciones.>>*

En cada green se ha diseñado su propio bunker o pequeña colina de manera que el jugador pueda optar por hacer un golpe corto o más hacia el lado evitando obstáculo, a costa de alejarse de bandera. En ningún caso se han diseñado obstáculos no visibles o que penalicen al jugador por el hecho de acercarse a bandera en el primer golpe. En algún caso concreto se ha diseñado un bunker más profundo o prominente. Este esfuerzo mental de esquivar obstáculos es bien valorado por el jugador, ya que da aliciente al juego.

*E <<Situar los greens, sus pendientes, forma, orientación y bunkers, para influir en la jugada desde el tee de salida, proporcionando al jugador la opción de pensar desde el comienzo de la jugada.>>*

Se han utilizado en el diseño distintas pendientes de greens (derecha-izquierda, atrás-adelante, etc.), permitiendo que el jugador piense en la mejor opción posible de juego. Asimismo, los bunkers se han colocado con distintas orientaciones. En algún caso las copas de los árboles son también un elemento del juego al tener que decidir si se juega por alto con menos espacio para el vuelo de la bola o bien por bajo de la copa.

*E <<Evitar que puedan darse golpes a ciegas o que existan riesgos ocultos a la vista del jugador. Conseguir que la base de la bandera sea siempre visible>>*

Se han diseñado todas las calles de forma que el green y los obstáculos son visibles desde el tee de salida, así como la visibilidad de la bandera en distintas posiciones. Esto se consigue gracias a la topografía y al diseño de calles libres de árboles y obstáculos en su recorrido central.

*E <<Cuando el tee de salida se sitúa entre árboles, el aclarado de árboles se hace necesario y debe hacerse controladamente.>>*

Se ha considerado dentro de la estrategia del juego el vuelo de la bola. Se hace necesario la vigilancia y aclareo de los árboles de la calle del hoyo 3 y hoyo 8.

*E <<Por medio de un obstáculo puede mejorarse la condición competitiva de un par 3>>*

No se han propuesto obstáculos artificiales en el campo de pitch and putt.

### Variedad V

*V <<Procurar un campo en que se den una variedad de largos, direcciones y singularidad de hoyos, procurando que no resulten repetitivos.>>*

A pesar de la dificultad de diseñar para obtener la distancia máxima aprovechable en el espacio disponible, no se han repetido distancias en más de 2 hoyos. Las orientaciones de los hoyos son variables. La singularidad se ha buscado a través de la variación de formas de los greens, tipos de bunkers, introducción de pequeñas colinas o elevaciones y la jardinería del entorno.

*V <<Favorecer la posibilidad de practicar todo tipo de golpes, sin ninguno en exceso>>*

Puesto que hubo que diseñar con la limitación de falta de espacio a la vez que cumplir el requisito de alcanzar un recorrido de 720 metros, los hoyos que aprovechan el green del 8 y green del 9 se plantean de 120 metros (distancia máxima permitida). Entre 50 y 70 metros hay variedad de calles. Por limitación de espacio ya indicada, el campo carece de golpes entre 80-90 metros. En resumen, el diseño del campo de pitch and putt permite a un jugador no avanzado o profesional, la práctica de distintos hierros para alcanzar más de 100 metros y también para practicar hoyos de menos de 75 metros.

*V <<Crear variedad en la conformación de los greens y de sus superficies, en las pendientes de las calles y sus contornos, en la forma, tipo, situación y alineación de los obstáculos>>*

Se han diseñado greens con formas muy diversas y habituales de campos de pitch and putt: ovaladas, circular, arriñonada, de media luna, en forma de ocho, de pera, green elevado, etc. al objeto de variar los diseños de greens.

Las pendientes de los greens se han variado también de un hoyo a otro: pendientes a atrás a delante, izquierda- derecha, derecha-izquierda, doble pendiente, en acordeón, green plano elevado.

Asimismo, se ha diseñado gran variedad de bunkers: laterales, en la parte de atrás del green, green-isla de arena, delante del green en hoyo 8 y 9.

Por último, se ha diseñado pequeñas colinas o elevaciones, setos de protección. Se puede plantear asimismo la posibilidad de hacer un bunker de rough para mayor variedad de los hoyos.

*<<No existen justificaciones técnicas que defiendan la realización de cualquier calle que aburra al jugador, ni a la alternancia de calles o secuencia de las mismas>>*

Todas las calles están provistas de una dificultad característica (distintas pendientes de greens, tipos de bunker, presencia de árboles cercanos al vuelo de la bola, etc.). Se considera que cada calle tiene su propia idiosincrasia.

### Estética E

*E <<El trabajo de ajardinamiento del entorno no debe alejarse del carácter natural existente, rompiendo el equilibrio o creando una formalidad excesiva.>>*

La principal función de la jardinería es contribuir a la seguridad del campo a la vez que se mejora la belleza del lugar. Las condiciones son que las especies se desarrollen verticalmente sin ocupar mucho espacio, creando allí donde se necesite una red natural que no puedan atravesar bolas equivocadas. También hay que prestar atención a no introducir especies exóticas que no estén de acuerdo estéticamente con la vegetación del entorno. No se busca la introducción de flores, de alto precio y que precisan de mayores cuidados. Con estas premisas, se llevó a cabo una selección de especies autóctonas que puede verse en el plano de jardinería. En cuanto a otros elementos de campo, también se buscó la integración con el entorno. Por ejemplo, los letreros del tee se proponen de madera. Una posible solución en el caso de que se viera el pavimento de los tees de salida es rodearlos de tabloncillos de madera, a semejanza de la solución adoptada en el campo grande

*E <<Que las intervenciones de limpieza y aclarado del entorno y del derribo de arbolado sean lo más cuidadosas posibles>>*

El proyecto se ha efectuado de forma que no se lleve a cabo el derribo de ningún árbol. No obstante, sí que se precisa de un aclareo de los árboles en los hoyos 3 y 8.

*E <<Las plantaciones de árboles y arbustos deben intentar mejorar la belleza del lugar, haciéndolo más entretenido y proporcionando una distracción visual al jugador.>>*

Se han aplicado los principios de jardinería. Se han seleccionado especies autóctonas presentes en el lugar, aplicando las técnicas de jardinería (poda, etc.). Se han preferido disposiciones de ejemplares aislados y en setos se evitan alineaciones rectilíneas que den sensación de artificialidad.

*<<La necesidad de dar formas naturales (aunque sean artificiales) alrededor del green ha sido siempre de interés en el golf. Relacionar el green con el entorno, creando la imagen de que todo el conjunto está armónicamente unido es el gran objetivo. Si las subidas y bajadas son exageradas y no guardan una armonía, producen en el jugador una sensación de inquietud>> (Fernández, 1997; 193)*

Se ha trabajado la armonía como principio básico de la jardinería del proyecto. Se han dibujado las especies vegetales envolviendo al green y a la vez se han evitado grandes pendientes en el green.

#### Economía E

*EC <<Se harán los movimientos de tierra pensados con un doble propósito, económico y de diseño. El desmonte dado en un punto para crear su aspecto, servirá para rellenar otro punto del campo>>*

En el proyecto se ha tenido en cuenta la afección a raíces de los pinos para evitar la interacción entre raíces y greens, y también para evitar excavar para hacer bunkers afectando a raíces. Asimismo, el excedente de excavación de la construcción de bunkers se empleará como subbase en el área de los greens elevados y pequeñas colinas detrás del green del hoyo 3. No se producirán residuos de tierras.

*EC "Se estudiarán los porcentajes exactos de semillas y fertilizantes. Se realizarán los test para determinar con exactitud los porcentajes de tierra, arena y turba necesarios"*

La experiencia del greenkeeper en el cuidado del campo grande es suficiente para determinar la densidad de semillas a utilizar. Sencillamente, se seguirá el mismo diseño de greens que en el campo grande. El tipo de césped (*Agrostis stolonifera*) y el mantenimiento del mismo (abonado,

riego, pinchado, etc.) es idéntico al del campo grande. Asimismo, el substrato puede considerarse similar.

*EC "Procurar la economía en el abastecimiento de agua aprovechando todas las posibilidades existentes en el lugar"*

En el proyecto se estudia el diseño para aprovechar la red de riego existente todo lo que sea posible, evitando la apertura de zanjas innecesarias y haciendo un dimensionado óptimo de la red para evitar sobrecostos de tuberías y accesorios.

Dada la ausencia de arroyos o fuentes de agua en el lugar del proyecto, no se justifica diseñar estanques o encharcamientos de agua por las siguientes razones: economía (inversión y mantenimiento), falta de espacio, proliferación de insectos y por principios medioambientales (el agua es un recurso escaso en el litoral mediterráneo).

#### Uso del campo / Comodidad C

*C <<Conseguir distancias cortas entre el green y el siguiente tee de salida, evitando los retrocesos y adelantando siempre posiciones." "Estará justificado crear distancias mayores entre hoyos, si puede topográficamente demostrar esa necesidad. Si nadie puede presentar una propuesta razonable para acercarlos, esa separación se establecerá a pesar de las quejas>>*

Un criterio de diseño primordial ha sido ubicar todo el campo de pitch and putt lo más cercano posible a la casa club y con las distancias más cortas posible entre un hoyo y el siguiente. Es por ello que se ha descartado el espacio existente entre la calle del hoyo 2 y del hoyo 4, por estar demasiado alejado del resto del campo. La salida del tee del 1 no precisa atravesar el campo. Los caminos de mayor longitud se dan para llegar al tee del 4 y al tee del 5. También es algo larga la distancia entre el green del 6 y el tee del 7. Por último, el green del 9 no está en dirección de la casa club. Todo ello se debe a que el diseño ha debido acomodarse al espacio existente, lo cual es el principal condicionante para el trazado de las calles. No obstante, se considera que dichos recorridos no son excesivos y, en su conjunto, el campo de pitch and putt es bastante compacto.

*C <<Evitar al máximo calles al poniente (oeste), por el sol y el deslumbramiento en horas de la tarde.>>*

Se ha tenido en cuenta este criterio y ninguna calle está orientada directamente a poniente.

*C <<Previsiones para poder controlar a las personas que siguen un campeonato.>>*

Se podrá ver en un campeonato la salida del tee del 1 y desde la parte oeste del driving range: Green del 2, del 3, del 4, del 5, del 6 y del 8. Se plantan unas estacas de madera con cuerdas para delimitar este espacio.

*C >>Siempre es mejor solución situar el tee de salida sobre un promontorio que al pie de pendiente o en una hondonada. Un tee elevado con buena visibilidad sobre el conjunto da confianza a la mayoría de los jugadores>>*

Se ha diseñado una salida elevada sobre la altura del green en los hoyos 2, 5, 6, 7. Se trata de muy pequeñas lomas cuya única finalidad es dar confianza y visibilidad al jugador. Es relevante este hecho al tratarse de un campo básicamente plano.

*C “Evitar en lo posible la pérdida de bolas.”*

En el juego es inevitable que se produzcan bolas equivocadas. El diseño es tal que no se lanza la bola hacia espesuras ni en dirección al inicio de densas zonas boscosas (en ese aspecto, el hoyo 8 es la excepción, si bien el suelo bajo dichos árboles no contiene matorral, lo que facilita la búsqueda de bolas). Tampoco se han diseñado arbustos u otras plantas para penalizar el juego. Los únicos elementos de jardinería introducidos que pueden interaccionar con bolas equivocadas son los que afectan a la seguridad y delimitación de áreas.

*<<Se requiere una distancia razonable entre tees y greens adyacentes para evitar molestias recíprocas de vistas y ruidos próximos, debido a la circulación de jugadores, especialmente cuando la disposición de calles es entrecruzada por necesidad>>*

La distancia entre los ejes centrales de las calles más próximas (hoyos 7, 8 y 9) se considera suficiente.

*<<Se debe intentar crear calles que respondan a las preferencias de una amplia mayoría>>*

Para ello, como principios más básicos, se han optimizado los recorridos entre una calle y la siguiente (hecho de aceptación general) y se ha moderado la dificultad de los greens (con distintas caídas y formas, pero sin pretender construir hoyos heroicos). Tampoco hay diseños de hoyos fáciles sin obstáculos ni bunker. La única excepción es el hoyo 8, un green-isla: se ha considerado que un hoyo con mayor dificultad es un aliciente para los jugadores.

### Mantenimiento

*M <<Procurar que la mano de obra sea mínima>>*

Se ha evitado en lo posible el diseño de greens bajo la copa de los árboles para evitar la caída de hojas que supongan mayores trabajos de mantenimiento.

*M <<Diseñar greens para encharcamientos, allí donde sean frecuentes estas situaciones>>*

En el proyecto se ha optado, en general, por elevar los greens. Además, los greens elevados están ubicados en zonas del campo donde hay más probabilidad de encharcamiento por lluvias intensas.

*M <<No excederse en el número de bunkers, por el coste que conlleva la limpieza, conservación y renovación de arenas. Únicamente debe utilizarse el número necesario para el juego.>>*

No se han diseñado más de un bunker por hoyo, simplificando de este modo su mantenimiento.

*M <<La maquinaria debe funcionar cómodamente dentro del contorno del green.>>*

Se han evitado situaciones (irregularidades, pendientes, espesuras...) en las que la máquina corta césped no pueda acceder o hacer su trabajo cómodamente, de forma que se facilite en lo posible el mantenimiento del campo de pitch and putt.



### Versatilidad

El diseño del campo permite la posibilidad de aprovechar algunos greens del campo de pitch and putt como zona de prácticas de approach cuando el campo no esté siendo utilizado. Dichos greens deberán estar cerca del campo de prácticas.

El proyecto es compatible con la posibilidad de reformar la zona de prácticas (approach) próxima al driving range, mejorándola para dotar al campo de más recursos.

### Seguridad

*“Crear márgenes seguros y adecuados.”*

Trazado de caminos lo más alejados posible de la trayectoria de bolas equivocadas.

Barrera vegetal para impedir que bolas equivocadas salgan fuera del perímetro del campo en el hoyo 1.

*<<Debe existir amplitud suficiente para que la bola no choque contra los troncos y retroceda peligrosamente contra el jugador u otros próximos a la zona.>>*

Se ha tenido en cuenta esto en el diseño de todos los tees de salida, ubicándolos siempre adelantados a troncos de árboles cercanos.

## **CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE GREENS Y BUNKERS**

### **El diseño del green**

El diseño del green es la parte más delicada y específica del diseño del hoyo de pitch and putt. Para llevarlo a cabo, se han asumido los siguientes principios (Fernández, 1997)

*<<Un green cercado entre árboles frondosos, sin circulación de aire, tendrá problemas.>>*

El green del 8 es el más rodeado de árboles, los cuales son de copa alta. Se considera suficientemente aireado.

*<<Históricamente los greens estaban rodeados de montículos. Hoy en día, en sitios demasiado llanos, se repiten esas formas circundantes del suelo, que van a dar jugadas de mayor interés.>>*

Se ha diseñado el green del 3 rodeado de varios montículos de no más de 1 metro, lo cual es un aspecto que rompe con la monotonía y mejora la visión del green. Es un aspecto estratégico y estético al mismo tiempo.

*<<En terrenos muy llanos, hay que aportar tierra para crear greens elevados.>>*

Se han tenido en cuenta las normas USGA en la creación de greens. Además, se han diseñado también greens elevados, especialmente cuando el green está cerca de los árboles para evitar dañar las raíces con la excavación del drenaje.

*<<Intervenciones más frecuentes: relleno en hondonadas, corte o corte-relleno en suelos ascendentes, relleno en suelos descendentes.>>*

No se precisa el corte del suelo, ya que el terreno es básicamente plano.

*<<Hay que evitar siempre la repetitividad de soluciones, ya que paisajísticamente resultan monótonos y sobre todo muy artificial>>*

Los greens se han creado de muy diversas formas, con bastante variedad

*<<Normalmente el eje más largo del green está en la dirección del golpe de aproximación>>*

En pitch and putt, el golpe de aproximación se efectúa desde el tee de salida. Los hoyos más largos son el 5 y 6, que corresponden a los greens del campo grande. Estos greens son los de mayor tamaño que el resto. El siguiente hoyo en longitud es el hoyo 4, que se ha diseñado con eje más largo del green en dirección al eje de aproximación. Aunque en hoyos cortos no es tan crítico este criterio, también el tee 1 y 8 son marcadamente más largos en dirección al eje de aproximación.

*<<Dejar márgenes de operación suficientes para crear greens pequeños con montículos alrededor o mayores rodeados de arbolado.>>*

Se ha diseñado el green del 3 con montículos alrededor y el green del 8 rodeado de arbolado.

*<<Relación entre el área del green con la longitud del golpe: a un golpe más corto corresponderá un green menor. Esta regla puede mantenerse para greens planos en lugares llanos. Si en un green hay curvas de nivel, tiene que modificarse esta regla en cuanto a la superficie.>>*

La superficie del green se ha calculado midiendo la ortofoto de 2 campos de pitch and putt: El Vendrell y El portal del Roc. De los 36 hoyos medidos (se considera un número representativo de hoyos), se ha obtenido una longitud de largo y ancho promedio de 14,87 y 9,68 respectivamente. Éstas han sido las medidas de referencia utilizadas en el diseño, haciendo menores superficies en hoyos cortos y mayores en hoyos largos.

*<<Hay que evitar apéndices estrechos (las formas más utilizadas son arriñonadas, circulares y ovaladas)>>*

Las formas de los greens diseñados son redondeadas. Se han incluido greens con forma arriñonada, circular y ovalada, entre otros diseños.

*<<Una pendiente lateral del green puede ayudar a una bola a rodar hacia el hoyo, creando opciones favorables a aquellos jugadores que saben utilizar las formas del suelo. Cuantas más opciones, mejor para el interés del juego>>*

Los greens se han diseñado con pendiente lateral, doble pendiente, acordeón o de atrás hacia delante.

*<<Ha sido costumbre que el Green tenga una caída de atrás hacia delante. Este hecho da cierta confianza al jugador y mejora la visibilidad del green.>>*

Todos los greens son visibles desde el tee de salida. La pendiente en el eje de aproximación, siempre es de atrás hacia adelante o plana (nunca hacia atrás)

*<<Tom Simpson recomendaba como regla una pendiente para el green de 1:4 y de 1:3 en zonas posteriores al green. [...] Actualmente se ha ido a pendientes más suaves de 1:6 ó 1:7.>>*

Se han utilizado pendientes en el green teniendo en cuenta estos criterios.

*<<Las pendientes naturales alrededor de los greens en los links eran y son a veces más pronunciadas, pudiendo ser de 1:2 y de 1:3.>>*

Pendiente más pronunciada de 1:3 alrededor del green, únicamente ha sido utilizada en green elevado.

*<<Las alturas de los montículos alrededor del Green deben también variar y evitar cualquier apariencia de artificialidad. Cuanto más altas sean las irregularidades, se verán mejor colocadas detrás que delante del Green.>>*

Los montículos del green del 3 están colocados detrás del green y son de pendientes suaves.

*<<El diseñador puede crear bunkers y con la tierra extraída crear nuevos greens, o variar pendientes.>>*

El excedente de excavación de bunkers se utiliza en la creación de greens y formación de montículos.

*<<Distintos tipos de greens (Fernandez, 1997, 196):*

*- La isla: greens totalmente rodeados de arena. Se trata de un Green difícil de jugar y el mantenimiento de los bunkers es costoso.*

*- El Green meseta (plateau): Green totalmente elevado del terreno, que resuelve bien el drenaje. También le da carácter al Green, destacándolo de la superficie circundante. Tienden a ser repetitivos. Propios de campos muy monótonos y llanos.*

*- Green a dos niveles (two level-green): dos niveles unidos entre sí por pequeñas pendientes no siempre perpendiculares a la línea de juego.*

*- Green tipo brazo de sillón (arm-chair-green): cortes en el terreno, creando respaldo y brazos con el fondo. No se necesita reforzarlos con bunkers al pie de la pendiente. Requieren cuidadoso estudio para no hacerlo ingrato y difícil para el jugador.>>*

Se ha diseñado green-isla y a dos niveles en el hoyo 8, green meseta en el hoyo 2 y green inspirado en brazo de sillón en el hoyo 3

Por último, si bien se trata de una fase posterior al diseño, se considera adecuado señalar las fases para la construcción de un green:

1. Replanteo del green, fijando con estacas sus dimensiones exactas sobre el terreno y orientación respecto a la línea de tiro.
2. Compactación del subsuelo
3. Instalación del sistema de drenaje del green por medio de zanjas y tuberías de drenaje.
4. Relleno de zanjas y adición del substrato siguiendo el contorno del replanteo.
5. Instalación del sistema de riego del green y antegreen
6. Revisión del plano de obra con los cambios .
7. Siembra de una capa de *Agrostis stolonífera* sobre el substrato, incluyendo abonado.

8. Acabados e instalación del mobiliario.
9. Comprobación final y recepción de la obra.

**El diseño del bunker** (Fernandez, 1997)

Julia Fernández de Caleyá define los elementos del bunker del siguiente modo:

*<<La cara del hoyo es la superficie visible al jugador que puede estar construida [...] con el arco cubierto de arena...>>*

- *El borde del bunker: es la parte alta que remata la arena con hierba. No siempre consiste en un reborde claro, sino que más bien destaca la transición entre los dos. Este labio mide unos 10 cm. Su función es impedir que la bola salga con facilidad del bunker utilizando el putt y también retener aquellas bolas que con el impulso puedan salirse. El labio facilita la delimitación clara para el cuidado del bunker.*
- *La base del bunker: es la parte plana más honda del bunker, en la cual se encuentra el drenaje.*
- *La zona posterior del bunker, al igual que los laterales, deben estar elevados y con ligera pendiente hacia afuera para que escurra el agua sin entrar en el bunker.>>*

Se han tenido en cuenta estas definiciones a la hora de establecer las pendientes de bunkers. El desnivel del borde del bunker se ha diseñado siempre con mayor cota que la parte posterior del bunker.

*<<La arena de los bunkers da el mayor efecto paisajístico, dominan visualmente>> (pp 203)*

Se considera que el bunker es un elemento imprescindible en el diseño. Se han diseñado bunkers en todos los hoyos excepto en el hoyo 3, donde por los principios de variedad y estética, se ha optado por diseñar pequeñas colinas tras el bunker. Las dimensiones de los bunkers siguen el principio de proporción respecto de los greens.

*<<Los bunkers afectan al jugador tanto positiva como negativamente. Los bunkers mal planteados son aquellos que sólo están para castigar una mala jugada, actuando más para penalizar que para provocar el juego. Otras veces sólo cumplen la misión de rescatar bolas que puedan salirse de calle.>> (pp 203)*

En el hoyo 2, 4, 7 y 9 el bunker está pensado para evitar en lo posible que la bola ruede y salga hacia zonas propiamente del campo grande. Sin embargo, en el hoyo 1 el bunker está diseñado con criterios de seguridad para que, cuando la bola salga del mismo, vaya siempre hacia el interior del campo, evitando el riesgo de que una bola mal jugada salga fuera del perímetro del campo.

Los bunkers no se han diseñado para castigar, puesto que únicamente el hoyo 4 tiene el bunker más adelantado de la posición de bandera, si bien en posición lateral, lo que permite dar más o menos dificultad al juego en función de dónde se decida colocar la bandera. El caso del hoyo 8 es especial, ya que se trata de un green-isla rodeado de bunker excepto por la línea de juego, diseñado como aliciente y reto estimulante para el jugador.

*<<Los bunkers solían hacerse en terraplenes altos o montículos para resolver los problemas de drenaje y se recomendaban más en suelos arcillosos donde podían aparecer problemas*

*de encharcamiento. El problema de drenar un bunker con zanjas es más complejo.>> (pp 205)*

Se ha planteado también en el diseño de los hoyos la solución al drenaje de bunkers conforme a la distancia entre zanjas recomendada por las normas USGA. Los hoyos 2, 3 y 8 son greens elevados, por lo que se considera que los bunkers no precisan de zanjas de drenaje. El terreno puede considerarse plano y el tamaño de los greens de pitch and putt es más pequeño que un campo grande de golf, lo que reduce los problemas de encharcamiento.

*<<Los bunkers con una cara mucho más empinada ofrecen un gran reto al jugador>> (pp 205)*

Se han diseñado bunkers a diversas profundidades al objeto de seguir el principio de diversidad. En algunos casos, cuando el jugador que caiga en el bunker en una mala posición, deberá esforzarse más en sacar la bola del bunker saltando una mayor pendiente.

*<<Todos los bunkers se enfrentan a problemas de costes de mantenimiento.>> (pp 207)*

En ningún caso se han diseñado varios bunkers por hoyo, para reducir costos de mantenimiento.

*<<La creación de bunkers no es algo para copiar de libros, sino que nace de la topografía del hoyo. >> (pp 207)*

El diseño de cada bunker se ha hecho sobre plano, teniendo en cuenta las funciones descritas anteriormente y, además, siguiendo el principio de proporcionalidad y diversidad, creando bunkers con diversas formas y profundidades para dotar de variedad al campo.

*<<No sólo por ahorrar gastos, sino también por razones estratégicas, es frecuente colocar montículos y hondonadas de césped en lugar de bunkers, a lo largo de las calles y en los alrededores de los greens. Por su forma crean obstáculos al juego, aunque no se reconocen como tales en las reglas de golf.>>*

No se ha diseñado ningún búnker de rough, si bien se considera una opción interesante a valorar si se pretende en el futuro dar una dificultad adicional a algún hoyo.

Por su interés como referencia para el presente Proyecto, se nombran a continuación algunos bunkers descritos por Marco Martín, profesor de la Universidad Europea de Madrid:

- Bunker estratégico: los jugadores deciden si jugar sobre el bunker o de forma prudente
- Bunker de protección de green: pot bunker, bunker de taludes verticales, etc.
- Otros bunkers: bunker de hierba.

Por último, posterior al diseño de bunkers, se describen las distintas fases de construcción:

1. Replanteo del bunker.
2. Construcción del sistema de drenaje
3. Siembra de los márgenes del bunker.
4. Relleno del bunker con arena adecuada
5. Inspección previa y recepción de la obra.



### El diseño de fairways y roughs

*<<La mayor parte del campo de golf se suele dejar con su propia forma o con ligeras modificaciones. La anchura de la calle permite cierto margen de variación.>>*

En el proyecto, como el diseño de pitch and putt aprovecha los espacios existentes en el campo grande, la anchura de las calles vendrá limitada por las condiciones del campo. La idea del proyecto es no construir calles, puesto que el estado y topografía del campo es adecuado para jugar en pitch and putt sin necesidad de siembras adicionales excepto en el antegreen, donde los aspersores del green pueden proporcionar el riego necesario.

*<<Una buena idea es potenciar el crecimiento espontáneo de rough en lugares concretos a ambos lados de la calle, proporcionando puntos de referencia y añadiendo una escenografía económica al lugar.>>*

Obviamente, será el propio mantenimiento del campo de pitch and putt el que, mediante la regulación de las frecuencias y alturas de siega, acabe dando forma a las calles.

*<<Las hierbas que componen el césped del rough deberán cumplir los requisitos siguientes:*

- *Crecimiento vertical semialto*
- *Tolerancia al corte de 4-10 cm*
- *Escasa necesidad de sustancias nutritivas, especialmente nitrógeno*
- *Tener cierta resistencia a la acidez y a la sequía*
- *Capacidad de proteger el suelo frente a la erosión del viento y del agua>>*

*(Fernández, 1997)*

Se considera que la adaptación al terreno del césped existente actualmente es buena, por lo que no se considera necesaria ninguna elección de cespitosas para el rough.

### Tee de salida

Se utilizarán alfombras de chipping, de color verde, para los tees de salida de cada hoyo.

Medida: 1.5x1.5 metros. Construidos sobre losa de hormigón y con opción de ser rodeados perimetralmente por tablón de madera, mejorando la integración con el entorno.

### Construcción de caminos de golf

Según Marco Martín, los caminos tienen un alto valor funcional y deben ser diseñados en fase de Proyecto, para lo cual propone lo siguiente:

*<<pautas de diseño:*

- *Su trazado debe ser visible.*
- *No deben interferir visualmente con los elementos naturales de valor estético.*
- *Deben fluir con el moldeo del campo, sin escalones.*
- *Deben estar alejados de zonas de caída de bolas y greens.*
- *Vigilar el ángulo de curvas y pendientes pronunciadas*
- *La seguridad debe primar a la comodidad*
- *Maximizar la franja de entrada para evitar el desgaste de hierba*

- *El trazado debe ser natural, sinuoso y suave*
- *Definir zona de paso de maquinaria de mantenimiento, marshalls>>*

En el proyecto no se prevé la construcción de caminos como tales, puesto que se considera suficiente con los letreros de next tee, dada la proximidad de los hoyos. No obstante, por seguridad, entre el green del hoyo 3 y el tee de salida del hoyo 4, hay prevista la instalación de vallas con poste y cuerda, para así evitar aproximarse a la calle del hoyo 4.

### **Plantación de árboles y arbustos** (Fernandez, 1997)

*<<La introducción de nuevos árboles en golf es una de las funciones más sencillas y con mayor aprobación. Los árboles se utilizan para dar forma y uso al diseño del campo (seguridad y estrategia), así como para crear un paisaje. Es tan importante la ubicación como la elección del árbol.>> (pp 216)*

La plantación de árboles forma parte de la restauración habitual del campo de golf y, en concreto, también del Costa de Azahar. Así pues, la restauración con pinos u otras especies adecuadas, formaría parte de una plantación futura según se viera tras el uso del campo. Se considera que el proyecto no precisa de plantación de árboles, puesto que ya se dispone de pinos centenarios que son realmente los que dan personalidad y encanto al campo. Otros árboles de gran porte podrían distorsionar la armonía del entorno.

*<<Las especies elegidas deben ser tales que no requieran apenas mantenimiento. Asesorarse en los viveros y en organismos competentes puede dar una pauta a seguir, y encontrar las plantas autóctonas más idóneas.>> (pp 216)*

La jardinería se plantea con especies autóctonas. Se ha hecho una investigación de los arbustos presentes en el entorno del campo de golf, se ha hecho una ficha de cada una de dichas especies en el anexo de jardinería, y se han seleccionado varias especies para realzar y mejorar la estética del entorno de los greens mediante setos y ejemplares aislados, evitando alineaciones que den sensación de artificialidad.

Asimismo, también se ha previsto la utilización de mulchings de corteza de pino puesto que aparte de evitar la proliferación de malas hierbas y mantener la humedad del suelo, aumentan el valor ornamental de las especies elegidas.

*<<No se plantan árboles nuevos dentro de la calle.>> (217)*

No sólo no se plantea en el proyecto, sino que se entiende que tampoco se plantarán posteriormente, en la fase de mantenimiento del campo.

*<<Los golpes certeros de golf son tanto más valorados cuanto mejor cumplen una programación previa. Pero la valoración es mayor cuando esos golpes consiguen elevar la bola por encima de árboles. [...] El árbol es un elemento importante a considerar para estimular el juego a la vez que lo decora.>> (pp 217)*

Se ha tenido en cuenta este criterio de diseño de forma que en los hoyos 3 y 8 hay que considerar a los árboles en el vuelo de la bola. Elevar la bola por encima o entre los árboles en estos hoyos va a servir de estímulo al juego, por lo que se plantea en el proyecto un aclareo de las ramas para dejar el espacio más adecuado para el nivel de dificultad del hoyo.

*<<La elección del árbol debe ir relacionada con el paisaje circundante. [...] Una selección de pino combinado con abedul ha sido ampliamente adoptada. [...] El pino provee de verdor*

*todo el año y el abedul con su hojarasca ligera y dorada, proporciona el color otoñal. Resulta agradable esta mezcla, ya que los troncos blancos de los abedulares resaltan bien sobre la oscuridad del pinar.>> (pp. 218)*

Si bien el proyecto no plantea nuevas plantaciones de árboles, en el caso de repoblaciones posteriores del campo, se recomienda valorar la plantación de abedul.

*<<El plan de plantación debe proporcionar variedad de formas y de contrastes [...] ...la hoja caduca grande debe estar alejada de greens, tees y bunkers.>> (pp. 219)*

No se plantea ningún green bajo árboles caducos. El único green que podría requerir de mayor limpieza es el green del 8, el cual está rodeado de pinos. El conveniente aclareo de las ramas debería de minimizar el problema de la caída de hojas.

*<<La aulaga, retama, tojo, ericáceas, sargas, [...] sirven para el golf. También existen arbustos muy demandados por su color, que crecen bien en sombras como los rododendros.>> (pp. 220)*

En el Proyecto se plantea la plantación de *Pistacea lentiscus* (Lentisco) y *Teucrium fruticans* (Olivilla), ya que son especies autóctonas muy rústicas ya presentes en el campo grande y que por tanto están bien adaptadas al clima y tipo de suelo. Además, los jardineros del campo están acostumbrados a su cuidado. Sin embargo, no es descartable en futuros proyectos que se puedan tener en cuenta las especies indicadas para conseguir un efecto estético que aumente la belleza del entorno del hoyo.

*<<La plantación de árboles se considera una mejora del campo, pero paisajísticamente se debe intentar acercarlo al arbolado natural y autóctono del lugar. Existen ejemplos de árboles utilizados en campos de golf de países cálidos como en España donde se han utilizado Palmeras, Drácenas, Palmitos, Pinos, Pitás, etc.>> (pp 229)*

Se ha hecho un planteamiento de la jardinería más bien ligado al entorno de los greens con los criterios económico, de protección del medio ambiente (especies autóctonas) y de mejorar la estética del entorno de los greens.

Asimismo, se considera que las especies elegidas cumplen, como exigencias más relevantes, con las condiciones de forma y tamaño, resistencia al calor excesivo y la sequedad, resistencia a la proximidad al mar, requerimientos edafológicos (pH, materia orgánica, textura, etc.), resistencia a plagas y enfermedades, respuesta ante la poda y necesidades de exposición solar.

No obstante, hay que ser consciente que el entorno del campo podría mejorar su belleza y resultar más atractivo mediante un diseño atrevido de jardinería. Una vez construido el campo y con una visión de conjunto de los espacios y las posibilidades que ofrece el entorno, se pueden plantear por un ingeniero agrónomo o jardinero con amplia experiencia, diversos diseños de jardinería que actúen como puntos focales. Esto podría lograrse mediante posibles diseños como rocallas con elementos autóctonos como el palmito (*Chamaerops humillis*), siendo que el campo de golf está muy próximo al Desierto de las Palmas, enclave natural de gran importancia cultural, donde el palmito es la especie que le da nombre.

En cualquier caso, en cualquiera de las actuaciones planteadas, tanto las del proyecto como las futuras, se deben considerar los principios básicos de diseño de jardinería, a saber:

**Escala y proporción:** los elementos del paisaje deben guardar proporción, deben estar escalados al tamaño adecuado. Así, las plantas de gran porte reducen la escala y las de pequeño follaje la

amplían. Por ejemplo, aplicando este principio al proyecto, la jardinería del entorno del green debe ir escalada al tamaño del mismo.

*Unidad:* el paisaje debe ser percibido como un todo, actuando para dar apariencia de un entorno integrado. Puede existir algún punto focal que atraiga y llame la atención por su belleza (elemento arquitectónico, rocalla, etc.) y algunos acentos (linternas, etc.), pero sin proliferación excesiva que pueda generar confusión.

*Simplicidad:* Diseño del entorno en base a una idea sencilla, sin sucesiones complejas de elementos.

*Equilibrio:* armonía entre los elementos. En el caso del proyecto, para dar más naturalidad, equilibrio sin ejes de simetría entre diferentes texturas, colores, etc. de forma que se obtenga equilibrio en el diseño.

*Contraste:* oposición de formas y colores que provoca interés. Para ello se pueden combinar plantas de distintas texturas (lisa, escamosa...), diferentes formas de las hojas y disposición del tallo, colores (buscando la transmisión de emociones)... Una buena opción es buscar el cromatismo característico de cada estación.

*Armonía:* Los elementos del diseño se funden entre sí. El contraste no debe ir contra la armonía

### **Materiales auxiliares de equipamiento**

En el campo de juego de pitch and putt se necesitan diversos materiales auxiliares que cumplen su función en el campo y hay que tenerlos en cuenta en el presupuesto:

- Tee de salida: 9 alfombrillas de césped artificial colocada sobre base 2x2 m de tierra compactada
- Cartel en cada hoyo con su número, señalización de los metros de recorrido y hándicap del hoyo.
- Cartel con flechas indicando dirección del próximo tee.
- Papeleras en tees de salida para dar facilidad al jugador de deshacerse de restos de comida o botellas.
- Estacas de madera para la delimitación de fuera de límites
- 1 lavadero de bolas para el tee del 1.
- Varios bancos de madera para algunos tees de salida visibles desde la zona de prácticas.
- Al menos un rastrillo para cada bunker
- 9 banderas numeradas, con su palo y hoyo incorporado (que sostiene la bandera)

Por razones de integración con el entorno, los carteles del hoyo, carteles de flechas, estacas, bancos y papeleras, serán preferiblemente de madera.

## Conclusiones del diseño

Una vez estudiados sobre plano los posibles diseños de los hoyos y consultado sobre el terreno a Amancio Sánchez (Presidente y responsable del campo del Club Costa de Azahar) y Manolo Monzonis (Presidente del Comité de Competición y Escuelas), ambos golfistas profesionales, quienes han recorrido el circuito sobre el terreno y valorado las soluciones propuestas, se concluye que:

1.- NO ES FACTIBLE UN DISEÑO DE 9 HOYOS DE CAMPO HOMOLOGADO DE PITCH AND PUTT SIN INTERFERIR EN EL NORMAL FUNCIONAMIENTO DEL CAMPO GRANDE.

Se ha intentado sobre plano y mediante observación directa del terreno conseguir el objetivo de encajar 9 hoyos de pitch and putt en el espacio disponible del campo. Esto ha sido imposible. Se ha visto que la falta de espacio obligaba a buscar hoyos en espacios donde no se puede plantear su ejecución de forma razonable. A saber:

Opción 1: 1 ó 2 hoyos de pitch and putt entre el hoyo 2 y el 4, no asumible por la gran distancia a recorrer (más de 300 metros de ida y otro tanto de vuelta para alcanzar dicha área).

Opción 2: Construir un hoyo cuya salida esté junto a la salida del tee del 2 en dirección al campo de prácticas, inasumible por la falta de espacio y alta inversión en altas vallas protectoras para las bolas lanzadas tanto de la salida del tee 1 como del campo de prácticas.

Como conclusión, las opciones 1 y 2 son inasumibles, por lo que necesariamente los 9 hoyos de pitch and putt han de interferir en el normal funcionamiento del campo grande.

2.- SE PUEDEN DAR SOLUCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UN CAMPO HOMOLOGADO DE PITCH AND PUTT DE 9 HOYOS HACIENDO USO DEL FINAL DEL HOYO 8 Y EL HOYO 9 DEL CAMPO GRANDE.

Puesto que hay una interferencia con el campo grande, se plantea utilizar los hoyos 8 y 9 del campo grande como parte del campo de pitch and putt.

Con este planteamiento, surgen varias soluciones para hacer compatible el uso del campo grande con el uso del campo de pitch and putt:

La primera solución sería utilizar todo el campo de pitch and putt sólo en campeonatos o en horarios donde la afluencia al campo grande es muy escasa (mediodía, etc.) o bien limitar el recorrido del campo grande a últimas horas de la tarde

La segunda solución sería hacer reformas en el campo grande, por ejemplo, construir un par 3 entre el hoyo 2 y el 4, o un par 3 en el actual hoyo 8. Esta opción no se incluye en el alcance del presente Trabajo de Fin de Grado por afectar al campo grande, lo cual requeriría de un estudio más ambicioso y detallado.

Una tercera solución sería dotar de iluminación al campo de pitch and putt, por lo que el campo de pitch and putt se podría utilizar en horario sin iluminación natural, evitando así la interferencia con el campo grande.

3.- ES VIABLE EL APROVECHAMIENTO DE ALGUNOS HOYOS DE PITCH AND PUTT PARA ENTRENAMIENTO DANDO UN ENFOQUE DE VERSATILIDAD AL PROYECTO.

Mediante una remodelación de los espacios de prácticas del campo, la construcción de los hoyos de pitch and putt puede ser aprovechada en horario diurno para prácticas. En efecto, algunos hoyos de pitch and putt como el 2, 3, 8 y 9 pueden ser aprovechados para entrenar sin que ello interfiriera en el juego del campo grande y, con las actuaciones oportunas, pueden servir para la práctica de approach. Asimismo, en horario de entrenamiento de las escuelas de golf podrían



ser utilizados para hacer un pequeño recorrido, el cual podría ser muy motivante para la iniciación de los jugadores más jóvenes. En el presente proyecto se incluye únicamente el diseño de los greens, pero no la remodelación del campo de prácticas, ya que se entiende como una decisión posterior al establecimiento del diseño del campo de pitch and putt.

Puesto que uno de los principales objetivos del estudio de fin de grado es facilitar la toma de decisiones del Club de Golf Costa de Azahar en lo que se refiere a la mejora de las instalaciones y fomento de la práctica deportiva del golf, a continuación se presenta un análisis de ventajas e inconvenientes del proyecto.

### **Análisis del proyecto de 9 hoyos de pitch and putt homologados**

#### *Ventajas*

- ✓ Llevar a cabo campeonatos oficiales de pitch and putt
- ✓ Se podría jugar todo el recorrido en determinadas circunstancias (horarios especiales, campeonatos). No se precisa afectar al diseño del campo grande.
- ✓ Fuente de nuevos ingresos para el Club de Golf
- ✓ Mayor probabilidad de que los más jóvenes se enganchen a la práctica del golf, al darles la posibilidad de divertirse en un campo a su medida
- ✓ Mejora del entrenamiento de los jóvenes: mayor amenidad, perfeccionamiento de la distancia de tiro, mejora en la precisión con hierros, puesta en práctica de estrategias de juego, greens con distintas caídas, mayor práctica de salida de bunker.
- ✓ Aumento de la satisfacción de los socios al poder jugar, además de la oferta del campo grande, hoyos de pitch and putt (con las restricciones ya comentadas)
- ✓ Mejora de las instalaciones de prácticas, creando nuevos ambientes de entrenamiento (hoyos cortos, bunkers, mayor zona de approach)
- ✓ El juego de algunos hoyos de pitch and putt es compatible en todas las horas con el juego en el campo grande y con el entrenamiento de los socios en campo de prácticas.
- ✓ El diseño del campo de pitch and putt está cercano a la casa club
- ✓ Diversas soluciones de ingeniería respecto de la jardinería (barreras de protección vegetales contra bolas equivocadas, greens unidos armónicamente al entorno, trazado de senderos, etc.) pueden hacer más seguro, atractivo y entretenido al Club de Golf, aumentando la belleza del lugar
- ✓ Presupuesto global óptimo

#### *Inconvenientes*

- ✓ Coste estético de la barrera de protección en hoyo 1 del campo de pitch and putt (para evitar que ninguna bola pueda ir fuera de la valla exterior) y coste económico de elevar la red en el linde oeste del campo de prácticas
- ✓ No se puede jugar simultáneamente 9 hoyos de pitch and putt y en campo grande, salvo que su diseño se remodele para dejar como campo de pitch and putt el final del hoyo 8 y también el hoyo 9.
- ✓ Limitación de un posible aparcamiento de coches, piscina... más allá de la parte de cemento de las pistas de pádel.

# DISEÑO HIDRAULICO

## ANEXO 7. DISEÑO HIDRAULICO

En el presente anexo se estudian en profundidad los elementos de la red hidráulica que componen el campo de golf tomando como base el índice propuesto por James Barrett et al. (2003) en la publicación titulada *Golf Course Irrigation*.

Se ha considerado que la bibliografía citada es una guía ideal como referencia en lo que se refiere a riego de campos de golf. Las referencias de James Barrett señalan que ha diseñado más de 260 campos de golf y tal como escriben sus autores, <<*This book is intended to be a practical tool for hands-on people involved in golf course irrigation*>>. Por consiguiente, la bibliografía nos servirá de pauta introductoria para describir los capítulos que comprenden el presente anexo:

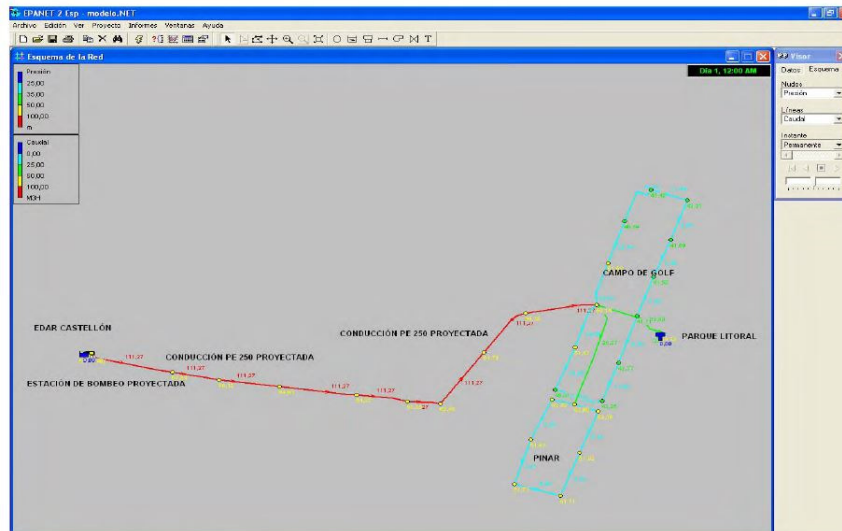
- 1 Instalación hidráulica existente
  - 1.1 Suministro y bombeo del agua
  - 1.2 Suministro eléctrico
  - 1.3 Tuberías y accesorios
  - 1.4 Válvulas y arquetas
  - 1.5 Aspersores
  - 1.6 Control del riego
- 2 Diseño hidráulico
  - 2.1 Cálculo de las necesidades hídricas
  - 2.2 Cálculo del tipo de aspersor y tiempo de riego
  - 2.3 Estimación de la pérdida de carga y diámetro de tubería
- 3 Uso del agua depurada y calidad del agua
- 4 Soluciones y criterios de diseño
- 5 Construcción e instalación.

### 1 INSTALACION HIDRAULICA EXISTENTE

#### 1.1 SUMINISTRO Y BOMBEO DEL AGUA

<<Municipal sources offer a consistent supply of water at the designated flow and a minimal pressure, for the most part, without interruption. [...] Under severe restrictions, golf courses may be limited to watering only the greens. With municipal sources, there is a fee for using the water.>> (Barrett et al. 2003, 16)

El Campo de Golf Costa de Azahar se riega mediante agua de red y agua depurada. El agua de red se suministra mediante 14 hidrantes situados a lo largo del perímetro del campo y suministra agua a un anillo central utilizado para el riego de greens. El agua depurada abastece a un segundo anillo central independiente que sirve para el riego de calles y tees, tal como puede verse en la ilustración siguiente del *Proyecto de instalación de infraestructura para reutilización de agua desde la EDAR de Castellón hasta el parque "El Pinar" (Enero 2009) Ayuntamiento de Castellón*:



Anexo 7. Imagen 1. Suministro de agua depurada. Ayuntamiento de Castellón, 2009

En cuanto a la tasa de agua, el precio de agua depurada, impuestos incluidos, supone un coste de 0,74€/m3.

<<Many different types of pumps are manufactured for irrigation. The types of pumps used in golf course irrigation systems, however, are somewhat limited in number. [...] Every pump type used in golf course irrigation systems is a form of centrifugal pump.>> (Barrett et al. 2003, 29)

El riego de los greens del campo se lleva a cabo con de agua de red directamente con la presión de la red municipal. Por consiguiente, no se precisa de bombas en la instalación.

En cuanto al agua depurada que riega las calles y tees, según el proyecto municipal de instalación de infraestructura para reutilización de agua desde la EDAR de Castellón hasta el Pinar, se diseña una dotación para el campo de golf de 6000 m3/Ha-año y caudal medio diario de 417,13 m3/día, cuyo trazado puede verse en el gráfico superior. El Ayuntamiento de Castellón dispone de una Estación de bombeo para impulsar un caudal para riego del campo de golf de 53,98 m3/h. La infraestructura se calculó para garantizar una presión mínima en los aspersores de 40 m.c.a. Actualmente el suministro de agua se recibe a 6 atm. de presión.

## 1.2 SUMINISTRO ELECTRICO

<<Copper wire with an insulating jacket is typically used for golf course irrigation systems. [...] Two basic types of insulation are used in golf course applications: thermoplastic and thermosetting.>> (Barrett et al. 2003, 113)

No se dispone de sistemas autónomos de producción de energía eléctrica. Las electroválvulas están conectadas por cable de cobre enterrado en tubería de cobre, con termoaislante, sin tubería, el cual va conectado a un cuadro eléctrico situado en el taller de mantenimiento del campo, el cual está situado a mitad de la calle del hoyo 2. Para el suministro de corriente eléctrica se depende completamente de la empresa comercializadora.

### 1.3 TUBERIAS Y ACCESORIOS

<<Thermoplastic piping materials used for golf course systems include polyvinyl chloride (PVC) and polyethylene (PE) pipe. Their desirable characteristics include resistance to corrosion and chemicals, high tensile strength, relatively light weight, long life expectancy, excellent insulating capability, high 'C' factors, and relative ease of installation. [...] Polyethylene (PE) pipe has several unique physical characteristics that make it a desirable product for many golf course applications.>> (Barrett et al. 2003, 61)

Las tuberías enterradas de los anillos centrales de riego son de PVC de diámetro 110-125 mm y los ramales son de PE. Del anillo se deriva tubería de 90 mm, hasta los anillos de los greens, los cuales son de 75 mm de diámetro.

Posteriores reformas de tuberías han supuesto un cambio de pequeños tramos, pero no de los materiales utilizados. La forma de reparación ha sido mediante encolados (tuberías de PVC) y collarines (tuberías PE).

<<Connections to pipelines are made with fittings. There are a wide variety of fittings available to provide a number of different connections... >>(Barrett et al. 2003, 65)

Los accesorios de las tuberías utilizados en el campo de golf son codos, Tes y otros accesorios comunes.

### 1.4 VALVULAS Y ARQUETAS

*<<The first mainline valves are located at the water source. They are responsible for shutting down the entire irrigation system. As the mainline piping network extends from the water source, additional valves are placed on the mainline.>> (Barrett et al. 2003, 69)*

*"An air release valve is a valve that is specifically designed to eliminate trapped air from pipelines without permitting the loss of water. [...] An air release valve automatically releases air from the pipeline through a small vent on the top of the valve. [...] Without an air release device that vents air slowly, the activation of sprinklers or valves causes the compressed air to rapidly evacuate the pipeline, and a surge of water rushes to fill the void in the pipeline. This effect can create water hammer, which can be very destructive to pipe, fittings, and other irrigation components. [...] The location and sizing of a combination air/vacuum release valve is best left to an experienced golf course irrigation systems designer." (Barrett et al. 2003, 73)*

El suministro y corte de agua al campo de golf está controlado por el Ayuntamiento de Castellón, no por válvulas existentes en la instalación.

Lo que sí existe en el campo son 2 válvulas de expansión de doble efecto de 2" de diámetro localizadas en las proximidades del green del 8 y cuya misión es liberar el aire sobrante y evitando así posibles daños a la instalación de riego.



*<<Light -duty remote control valves are widely used in residential and commercial irrigation systems with much success; however, the challenges of a golf course environment require the use of heavy-duty valve products.>>  
(Barrett et al. 2003, 79)*

Todos los ramales disponen de su electroválvula del fabricante Rain Bird, serie PEB, modelo 200-PEB.

Las características técnicas de las electroválvulas son las siguientes:



Anexo 7. Imagen 2. Electroválvula. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

#### *Características*

- Cuerpo construido en nailon reforzado con fibra de vidrio para larga vida útil y rendimientos fiables. Pernos de acero inoxidable encajados tornillos de acero inoxidable moldeados en el cuerpo para evitar daños por roscas pasadas.
- Válvula de cierre lento que previene golpes de ariete y por lo tanto daños en el sistema.
- Membrana reforzada de fábrica para mayor duración

#### *Especificaciones*

- Caudal: desde 0,06 hasta 45,0 m<sup>3</sup>/h
- Caudal con PRS-Dial: desde 5,0 hasta 45,0 m<sup>3</sup>/h
- Presión: desde 1,4 hasta 13,8 bares (23º C)
- Temperatura: 66° C máximo

#### *Especificaciones eléctricas*

- Solenoide 24V - 50 Hz
- Corriente de arranque: 0,41 A (9,9 VA)
- Corriente de régimen: 0,23 A (5,5 VA)

#### *Dimensiones*

- Altura: 20,3 cm
- Longitud: 15,2 cm
- Ancho: 15,2 cm

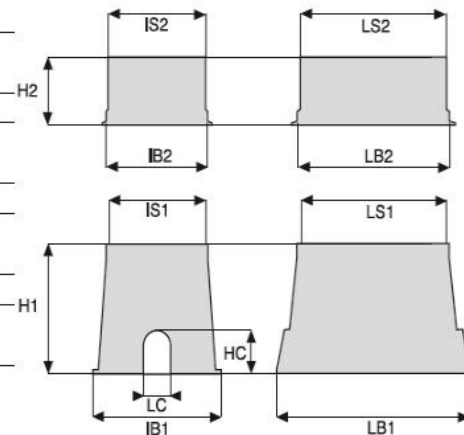
Rendimientos:

m <sup>3</sup> /h	Pérdida de carga (bares)
18	0,32
21	0,34
24	0,41
27	0,51
30	0,64
33	0,77
36	0,90
39	1,04
42	1,18
45	1,34

<<Many golf course irrigation system components are buried with the piping system and require access for operation or maintenance. [...] When enclosed in a valve box or reach well, they are protected from traffic and can be accessed for service or use.>> (Barrett et al. 2003, 81)

Las arquetas son rectangulares, en general, del modelo VBA 02676 de Rain Bird. Existen algunas de otras marcas.

Extensiones	VBA02676	VBA07777
LS2 Longitud	382 mm	530 mm
IS2 Ancho	255 mm	380 mm
H2 Altura	180 mm	190 mm
LB2 Longitud	394 mm	550 mm
IB2 Ancho	266 mm	380 mm
Arquetas rectangulares	VBA02674	VBA02675
LS1 Longitud	386 mm	545 mm
IS1 Ancho	267 mm	380 mm
H1 Altura	305 mm	305 mm
LB1 Longitud	505 mm	630 mm
IB1 Ancho	370 mm	480 mm
LC Ancho aperturas	70 mm	80 mm
HC Altura aperturas	105 mm	105 mm



Anexo 7. Imagen 3. Arquetas. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

### 1.5 ASPERSORES

<< Among the many products required for the construction of a golf course irrigation system, the sprinkler is the device that actually distributes the water to the turfgrass. The purpose of golf course sprinklers is to distribute water uniformly over its entire wetted diameter of throw. There are many types and styles of sprinklers available that share common modes of operation, but what separates a golf course sprinkler from a residential, commercial, or agricultural sprinkler is durability. The use of aeration equipment, verticutting equipment, top-dressing, spiked golf shoes, mowing equipment, and golf carts, as well as sand from bunkers, make a golf course environment a harsh one for sprinklers. Additionally, the number of cycles golf course sprinklers experience can be much higher than that experienced by other sprinklers.

*Golf course sprinklers are considered 'pop-up' style sprinklers; that is, the actual sprinkler will elevate, or pop up from a housing when activated and retract back into its protective case, or housing, when not in operation. When activated, a sprinkler rotates as it distributes water across its radius of throw. [...] The golf course industry has seen many different sprinkler drive mechanisms... [...] Today, however, the two primary types of sprinklers typically used are impact sprinklers and gear drive sprinklers.>> (Barrett et al. 2003, 83)*

El tipo de aspersor utilizado lleva válvula incorporada, al efecto de poder activar el riego de cada aspersor uno a uno. El modelo es Rain Bird Eagle 700E y sus características técnicas son las siguientes:



Anexo 7. Imagen 4. Aspersor. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

*Tiempo de rotación: 360° en ≤ 180 segundos; ciclo nominal: 150 segundos*

*Tomas de entrada: roscada hembra ACME de 3,2 cm*

*Retención:*

- Bloque: 3,1 m de columna de agua
- SAM: 4,6 m de columna de agua

*Trayectoria de la tobera: 25°*

*Altura máxima del chorro: 5,2 m*

*Solenoid: Requisitos de alimentación del solenoide de 24 VCA: corriente de entrada de 0,41 A (9,8 VA); ciclo 60: corriente de retención de 0,25 A (6,0 VA); ciclo 50: corriente de retención de 0,32 A (7,7 VA)*

*Resistencia a sobretensión estándar: hasta 20 kV*

*Filtro antigavilla Rock Screen™ desmontable por la parte superior y válvula de asiento reemplazable*

*Alcance: De 17,1 m a 24,1 m*

Caudal: De 3,70 a 9,95 m<sup>3</sup>/h

Sector: Círculo completo (360°)

Presión máxima de entrada: 10,3 bares

– Rango de regulación de presión: de 4,1 a 6,9 bares

– Ajustes de presión de fábrica: 4,8 bares

Altura del cuerpo: 30,5 cm

Altura de emergencia (hasta la mitad de la tobera): 6,6 cm

Diámetro de la parte superior: 15,9 cm

Rendimientos:

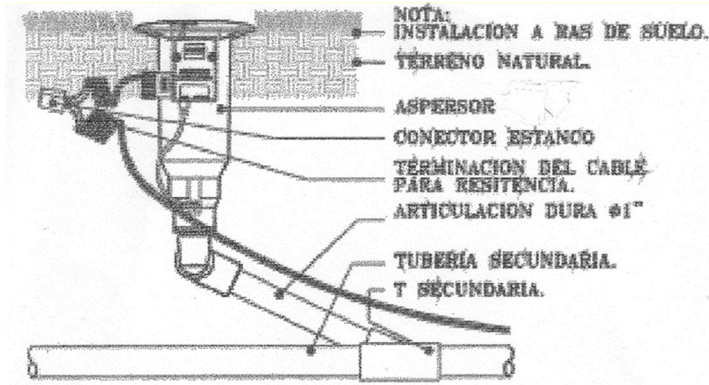
		PRESTAZIONI SERIE 700																		
		3,4 Bar			4,1 Bar			4,8 Bar			5,5 Bar			6,2 Bar			6,9 Bar			
		Presione di Esercizio (bar)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)	Giata (mm)	Portata (l/s)	Portata (m <sup>3</sup> /h)
BOCCAGLI WIND TOLERANT	16 - GRAY	-	-	-	171	1,03	37	171	1,1	397	143	1,17	42	149	1,27	459	192	1,33	479	
	18 - RED	-	-	-	177	1,2	432	186	1,32	475	198	1,41	506	198	1,46	527	198	1,53	55	
	22 - BLACK	-	-	-	-	-	-	198	1,74	627	198	2,2	79	204	2,45	881	216	2,56	92	
BOCCAGLI AD ALTE PRESTAZIONI	28 - WHITE	18	1,26	4,54	174	1,38	497	174	1,5	538	186	1,44	518	186	1,52	547	186	1,61	579	
	32 - BLUE	186	1,38	4,97	192	1,44	518	198	1,55	556	198	1,73	622	204	1,83	659	204	1,87	672	
	36 - YELLOW	198	1,46	5,27	198	1,61	579	198	1,73	625	204	1,86	67	198	1,97	709	204	2,08	747	
	40 - ORANGE	198	1,61	5,79	204	1,75	631	216	1,88	677	216	2,01	725	223	2,14	77	223	2,25	808	
	44 - GREEN	-	-	-	216	1,94	697	21	2,08	749	216	2,22	799	229	2,37	852	229	2,49	897	
	48 - BLACK	-	-	-	-	-	-	223	2,23	84	225	2,49	895	241	2,64	949	253	2,76	995	

Anexo 7. Imagen 5. Rendimientos aspersor serie 700. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

No se han calculado presiones al final de los difusores existentes puesto que la idea es disponer de un riego del campo de pitch and putt mediante sectores diferentes al campo grande.

*“A swing joint is used to connect a sprinkler or quick coupling valve to the piping system.” (Barrett et al. 2003, 92)*

Asimismo, el sistema existente de conexión entre la tubería de riego y el aspersor se ilustra en la siguiente imagen:



Anexo 7. Imagen 6. Conexión aspersor. Fuente: Greenkeeper Campo de Golf

1.6 CONTROL DEL RIEGO

*<<Remote monitoring allows a golf course superintendent or other personnel to monitor the operation of the pump system without being in the pump house. Monitoring is usually accomplished with the use of modems linking the superintendent's office computer and the pump system control panel. [...] Much of the interaction is based on an Internet protocol...>> (Barrett et al. 2003, 47)*

Actualmente se ha implantado recientemente un sistema de control remoto en el campo de golf el cual permite el riego mediante electroválvulas cuyo funcionamiento depende de dicho sistema de control remoto denominado Lynx Central Control comercializado por TORO. Desde un teléfono móvil se activan las electroválvulas que abren el paso desde el anillo de riego del campo a los ramales deseados.

Por consiguiente, el riego se efectúa mediante sectores de riego en base a una programación de riego que tiene en cuenta el tiempo disponible de riego.

*<<The creation of flow management tables is extremely important, and only those with the proper training and experience should attempt to program the system. A mistake in entering flow values of a branch or flow zone may result in the activation of too many sprinklers, potentially causing damage to the irrigation system, or too few sprinklers, unnecessarily causing a longer water cycle. The final step in creating a flow management database is to assign a sequencing routine to the irrigation system. [...] An irrigation program requires a start time, a stop time, or both, and an operation priority.>> (Barrett et al. 2003, 250)*

El greenkeeper del campo de golf Costa de Azahar realiza una programación del riego en función de las necesidades en cada momento del año.

Se dispone de hoja Excel ordenada por satélites cuyas fórmulas permiten modificar los tiempos de riego planificados para cada aspersor con tan solo variar la necesidad de agua global del campo (porcentaje respecto de la máxima necesidad hídrica). A continuación se muestra un extracto de esta planificación:

SATELITE 1 E					SATELITE 2 C					SATELITE 3 B					SATELITE 4 A					SATELITE 5 D									
SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T	SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T	SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T	SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T	SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T	SALIDAS	PROGRAMA	PORCENT V	TIEMPO	TIEMPO T
1	1	50	0:10	0:05	1	1	50	0:10	0:05	1	1	50	0:10	0:05	1	1	50	0:08	0:03	1	1	50	0:08	0:04	1	1	50	0:08	0:04
2	1	50	0:08	0:04	2	1	50	0:06	0:03	2	1	50	0:10	0:05	2	1	50	0:08	0:04	2	1	50	0:08	0:04	2	1	50	0:08	0:04
3	1	50	0:08	0:04	3	1	50	0:10	0:05	3	3	50	0:10	0:05	3	1	50	0:08	0:03	3	1	50	0:06	0:03	3	1	50	0:06	0:03
4	1	50	0:10	0:05	4	1	50	0:09	0:04	4	3	50	0:10	0:05	4	1	50	0:08	0:04	4	3	50	0:06	0:03	4	3	50	0:06	0:03
5	1	50	0:08	0:04	5	1	50	0:11	0:05	5	3	50	0:10	0:05	5	1	50	0:08	0:04	5	3	50	0:06	0:03	5	3	50	0:06	0:03
6	2	50	0:08	0:04	6	1	50	0:09	0:04	6	3	50	0:10	0:05	6	3	50	0:08	0:04	6	1	50	0:05	0:02	6	1	50	0:05	0:02
7	2	50	0:08	0:04	7	2	50	0:10	0:05	7	1	50	0:10	0:05	7	1	50	0:08	0:04	7	3	50	0:10	0:05	7	3	50	0:10	0:05
8	2	50	0:06	0:03	8	2	50	0:12	0:06	8	1	50	0:05	0:02	8	3	50	0:12	0:06	8	3	50	0:08	0:04	8	3	50	0:08	0:04
9	2	50	0:10	0:05	9	2	50	0:10	0:05	9	2	50	0:08	0:04	9	3	50	0:12	0:06	9	2	50	0:12	0:06	9	2	50	0:12	0:06
10	3	50	0:08	0:04	10	2	50	0:10	0:05	10	2	50	0:12	0:06	10	4	50	0:12	0:06	10	2	50	0:12	0:06	10	2	50	0:12	0:06
11	6	50	0:10	0:05	11	2	50	0:10	0:05	11	2	50	0:10	0:05	11	4	50	0:10	0:05	11	4	50	0:09	0:04	11	4	50	0:09	0:04
12	6	50	0:10	0:05	12	2	50	0:12	0:06	12	2	50	0:10	0:05	12	4	50	0:14	0:07	12	2	50	0:09	0:04	12	2	50	0:09	0:04
13	6	50	0:10	0:05	13	4	50	0:10	0:05	13	2	50	0:12	0:06	13	4	50	0:12	0:06	13	4	50	0:18	0:09	13	4	50	0:18	0:09
14	6	50	0:10	0:05	14	4	50	0:10	0:05	14	4	50	0:12	0:06	14	2	50	0:12	0:06	14	4	50	0:16	0:08	14	4	50	0:16	0:08
15	6	50	0:15	0:07	15	4	50	0:10	0:05	15	4	50	0:10	0:05	15	2	50	0:10	0:05	15	4	50	0:12	0:06	15	4	50	0:12	0:06
16	4	50	0:10	0:05	16	4	50	0:10	0:05	16	4	50	0:10	0:05	16	2	50	0:10	0:05	16	2	50	0:12	0:06	16	2	50	0:12	0:06
17	4	50	0:10	0:05	17	4	50	0:10	0:05	17	4	50	0:10	0:05	17	2	50	0:10	0:05	17	5	50	0:08	0:04	17	5	50	0:08	0:04
18	4	50	0:10	0:05	18	4	50	0:10	0:05	18	4	50	0:10	0:05	18	2	50	0:10	0:05	18	5	50	0:08	0:04	18	5	50	0:08	0:04
19	4	50	0:10	0:05	19	4	50	0:12	0:06	19	5	50	0:10	0:05	19	2	50	0:08	0:04	19	5	50	0:08	0:04	19	5	50	0:08	0:04
20	4	50	0:10	0:05	20	2	50	0:10	0:05	20	5	50	0:06	0:03	20			0:00		20	5	50	0:08	0:04	20	5	50	0:08	0:04
21	1	50	0:12	0:06	21					21	5	50	0:06	0:03	21					21					21				
22	3	50	0:12	0:06	22					22	5	50	0:09	0:04	22					22					22				
					23	5	50	0:06	0:03	23	5	50	0:06	0:03															
					24	5	50	0:06	0:03	24	5	50	0:06	0:03															

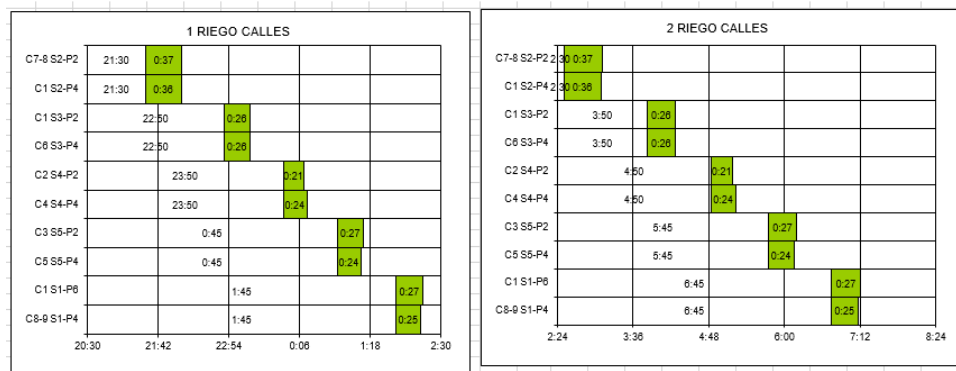
Anexo 7. Imagen 7. Programación del campo de golf. Fuente: Greenkeeper

*<<A water window, which indicates a predetermined start and stop time for the irrigation event, must be established as well as the operating sequence for*



*all the sprinklers that have been scheduled to operate.>> (Barrett et al. 2003, 245-246)*

A continuación puede verse un ejemplo de la ventana de riego resultante de la programación de riego del campo grande:



Anexo 7. Imagen 8. Ventana de riego del campo de golf. Fuente: Greenkeeper

*<<The irrigation manager would create all the operational information at the PC and, depending on the communication protocol, would either download to the field controllers or allow the PC to communicate the operational commands to the field controllers during the entire irrigation cycle.>> (Barrett et al. 2003, 96)*

Actualmente se ha implantado recientemente un sistema de control remoto denominado Lynx Central Control comercializado por TORO. La idea es que se pueda controlar de forma fácil e intuitiva el riego del campo con tan sólo utilizar un teléfono móvil. Las ventajas principales del sistema, según el fabricante, son:



*Ventajas del sistema de control remoto*

- Software organizado por área y hoyo de golf
- Interfaz intuitiva para encontrar áreas rápidamente
- Control de riego que permite ver cuánta agua se está aplicando y durante cuánto tiempo
- Elaboración de informes

Anexo 7. Imagen 9. Software de control remoto. Fuente: [www.toro.com](http://www.toro.com)

*<<Maintenance and management procedures in use on an existing course or proposed for a new construction project must be known early in the design process. [...]Other maintenance considerations include grass type and height, frequency of cut, desired “water window” (the time available for irrigation), and applications relating to special procedures such as hand watering [...]. Management practices relating to irrigation priorities, duration, and frequency must also be considered.>> (Barrett et al. 2003, 131-132)*

Actualmente el riego del campo de golf se efectúa mediante aspersores con válvula incorporada que permiten regar de forma individualizada con cada aspersor, ofreciendo la máxima versatilidad en el riego. El riego se optimiza, pues, a las necesidades hídricas del césped, evitando el despilfarro de agua por falta de control de los aspersores.

La ventana de riego actualmente está ajustada a las horas en que no se juega, ya que hay que evitar el riego cuando los golfistas están jugando en el campo, lo que supone que en época estival el tiempo de riego disponible sea como máximo de 12 horas.

*<<Fertigation systems are standard on new construction, as they reduce the amount of time that equipment must be taken out on the golf course while the course is being grown in. The amount of fertilizer needed may also be significantly reduced.>> (Barrett et al. 2003, 58)*

El campo de golf no dispone de sistema de fertirrigación. El riego se efectúa únicamente con agua, por lo que no se precisa de control de sistema de fertirrigación. El contenido en nutrientes del agua depurada (NPK y algunos microelementos) es suficiente ya que al ser un aporte diario la disponibilidad de la planta aumenta. A la entrada de agua depurada, se cuenta con un filtro de malla para evitar la entrada de partículas que puedan obturar los sistemas de riego.

*<<An on-site weather station provides the most effective means of obtaining site-specific evapotranspiration (ET) data.>> (Barrett et al. 2003, 109)*

*<<Todavía hay muchos campos de golf en Estados Unidos y Europa que cuentan con sistemas de riego no informatizados, lo cual implica conocer las condiciones meteorológicas y del suelo, y concordar el Sistema de riego a estos datos. Este tipo de Sistema de riego es menos eficiente que los sistemas modernos actuales que disponen de estaciones meteorológicas con medidores de humedad y sistemas de interrupción de riego.>> (Ortuño 2013, 15)*

En el campo de golf no se dispone de estación meteorológica si bien sería recomendable al objeto de ligar el control del riego a las condiciones climatológicas diarias.

*<<If weather stations or ET data services are used to provide daily ETo data, additional information must be entered into the programming software. [...] Sensors are generally used in a system to respond to field conditions or to record data such as wind speed, rainfall, soil moisture, temperature, pressure, and flow, or to sense whether a switch is open or closed>> (Barrett et al. 2003, 251)*

De hecho, el art. 28 de la Ley 9/2006, reguladora de campos de golf en la Comunidad Valenciana (derogada) indicaba que:

*<<Los campos de golf deberán contar con una estación meteorológica, e incorporar a los sistemas de riego tecnología avanzada en cuanto al ahorro y reutilización del agua, ajustando los períodos del riego a las condiciones meteorológicas como la precipitación, temperatura y evapotranspiración, al*

*estado o condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y a los requisitos de las especies vegetales que allí se implanten>>*

Aunque sea costosa económicamente, se recomienda la instalación de estación meteorológica, la cual sería útil tanto para el campo de golf como de pitch and putt.

## **2. CALCULO DE LAS NECESIDADES HIDRICAS PROMEDIO Y COMPARACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA CON OTROS CAMPOS DE GOLF**

*<<Soil texture and structure have a significant effect on the water-holding capacity and infiltration rate of the soil, and these, in turn, affect the precipitation rate and control system programming that are key elements of system design.>> (Barrett et al. 2003, 130)*

Aunque no se dispone de un perfil del suelo específico del campo de golf, por experiencia en el cuidado del campo se sabe que el nivel freático está a 1 metro de profundidad aproximadamente y que la potencia del suelo arenoso es de unos 5 metros, lo cual es debido a la gran cercanía del pinar del Grao al mar.

*<<Different turfgrass varieties have different water requirements>> (Barrett et al. 2003, 130)*

La variedad de césped existente en los greens es *Agrostis stolonifera*, por lo que los cálculos de necesidades hídricas se refieren a esta especie.

*<<Knowledge of local climate and weather patterns in the growing season is critical in the early stages of a design.>> (Barrett et al. 2003, 131)*

El clima local es clima mediterráneo, estableciéndose julio como mes de máxima demanda hídrica en Castellón. La climatología local se ha tenido en cuenta como dato de partida en los cálculos hidráulicos.

*<<Early in the design process, the system water requirement must be estimated. [...] Plant water use must be known [...] Estimation of the average system water requirement includes effective historical rainfall>> (Barrett et al. 2003, 134)*

A continuación se presentan los cálculos efectuados para estimar el caudal de agua teórico (promedio anual) necesario para el riego de los greens del campo de pitch and putt. Ello contribuirá a valorar el impacto ambiental de la actuación.

### ***Cálculo de necesidades de riego netas (NRn) como promedio anual***

Para el cálculo de las necesidades de riego en los greens, se realiza primeramente una estimación de la evapotranspiración del césped (ETc) mediante la fórmula:

$$ETc = ETo * Kc$$

*Cálculo de ETo (evapotranspiración de referencia)*

Se toma como referencia para el cálculo los datos de ETo proporcionados por el *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias*, a saber:

ETo media anual: 2.96 (2016)

ETo media anual: 2.96 (2017)

ETo media anual: 3.07 (2018)

ETo depende de variables climáticas, las cuales pueden obtenerse a partir de los datos facilitados por estaciones agroclimáticas, en concreto: temperatura del aire, humedad relativa, velocidad viento, radiación solar.

Se elige como valor para el cálculo el promedio diario de los 3 últimos años: ETo = 3.00

*Cálculo de Kc (coeficiente de cultivo)*

Kc depende de variables como la especie, estado vegetativo de la planta, estado de desarrollo, etc. Se toma como valor de Kc el obtenido de la bibliografía (Soria, 2005)

Kc (coeficiente específico de *Agrostis stolonifera*) = 0.9

*Cálculo ETc*

$$ETc = ETo * Kc = 3 * 0.9 * 365 = 985.5 \text{ mm/año}$$

*Cálculo NRn*

Las necesidades de riego netas (NRn) se calculan como:

$$NRn = ETc - Pe - \Delta G - \Delta W$$

Siendo:

Pe: Precipitación efectiva almacenada en el volumen reticular (mm)

$\Delta G$ : Agua que llega al volumen reticular por ascensión capilar (mm)

$\Delta W$ : variación de humedad del suelo entre 2 riegos consecutivos (mm)

$\Delta G$  es despreciable cuando la capa freática está suficientemente profunda. Se considera que una capa freática de 1 m no afecta a las raíces del césped.

$\Delta W$  puede considerarse nula por tratarse de un riego a presión con alta frecuencia (diaria)

Pe: puesto que la precipitación que aprovecha el cultivo es menor que la precipitación real (pérdidas por escorrentía en episodios de lluvias abundantes en pocas horas), se estima Pe como:

$$Pe = 0.6 * P - 10 \text{ (formula si precipitación mensual P es menor de 75 mm) (1)}$$

En la Estación de Castellón la pluviometría es según el *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias*:

P = 391.96 mm/año (2016)

P = 345.37 mm/año (2017)

P = 611.42 mm/año (2018)

Se elige como valor para el cálculo el promedio mensual de los 3 últimos años: 37 mm/mes, que sustituyendo en (1) da:

$$Pe = 0.6 * 37.5 - 10 = 11.3 \text{ mm/mes} = 135.6 \text{ mm/año}$$

Por lo que ya tenemos todos los datos para el cálculo de las necesidades de riego netas:

$$NR_n = 985.5 - 135.6 = 849.9 \text{ mm/año}$$

### ***Cálculo de necesidades de riego totales ( $NR_t$ ) como promedio anual***

Las necesidades de riego totales se estiman teniendo en cuenta las necesidades de riego netas (calculadas anteriormente), así como la relación de percolación ( $R_p$ ), el factor de lavado ( $FL$ ) y el coeficiente de uniformidad ( $CU$ ).

#### ***Cálculo de $R_p$ (relación de percolación)***

Éste término se refiere a la cantidad de agua que se infiltra en el suelo por debajo de la profundidad de las raíces.

Refiriéndose al desarrollo de las gramíneas cespitosas de un campo de golf, Soria (2005) señala que:

*<<Las pérdidas de agua por percolación fuera del alcance radicular son mínimas debido, por un lado, a que los riegos se hacen con caudales no elevados y con alta frecuencia y, por otro, a que el suelo es franco-arcilloso y el pisado diario de las máquinas de siega y de las personas que caminan por él lo compacta considerablemente, lo que dificulta la infiltración y posterior percolación. Por ello, las pérdidas de este apartado no las hemos tenido en cuenta>>*

#### ***Cálculo de $FL$ (fracción de lavado)***

Cuando se utilizan para el riego aguas con cierta salinidad, se necesita una cantidad de agua adicional para arrastrar las sales a zonas por debajo de las raíces.

El exceso de agua a aportar dependerá del tipo de riego, del contenido de sales del agua de riego (relacionado directamente con la conductividad eléctrica del agua depurada de la EDAR de Castellón) y del contenido máximo de sales admisible para el césped.

En aspersión de alta frecuencia se aplica la fórmula:

$$RL = CE_a / 2 * CE_{e,max} \quad (2)$$

Donde:

RL: Requerimiento de lavado en tanto por uno

$CE_a$ : Conductividad eléctrica del efluente de la depuradora de Castellón

$CE_{e,max}$ : Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo para una pérdida total de producción.

Soria (2005) utiliza el valor para  $CE_{e,max}$  en greens el valor proporcionado por la FAO para el césped bermuda (*Cynodon dactylon*), que es de 23 dS/m.

Dicha suposición concuerda con la tabla siguiente de la Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, donde puede observarse que *Cynodon* y *Agrostis Stolonífera* tienen similar tolerancia a la salinidad.



TOLERANCIA A NIVEL DE ESPECIES				
Especie	Conductividad eléctrica (dS.m-1 o mmho.cm-1)			
	<4	4-8	8-16	>16
Clima templado	Poa pratense Agrostis tenuis Festuca rubra Festuca pratensis Poa annua Poa trivialis	Festuca arundinac. Ray grass inglés	Agrostis stolonífera Agropyrum crist.	Puccinellia distans
Clima cálido	Centipede grass	Bluegrama Paspalum notatum	Cynodón Zoysia Kikuyu Stenotaphrum	Paspalum vaginatum

Anexo 7. Imagen 10. Tolerancia a la salinidad. Fuente: Guía Técnica de cultivo Semitas Fitó

En cuanto al valor de conductividad del efluente, el greenkeeper del Campo de Golf Costa de Azahar facilitó los datos de conductividad suministrados por la depuradora correspondientes al valor diario de los meses de junio y julio de 2014.

Promedio conductividad agua depurada de abril 2014: 3.02 dS/m  
 Promedio conductividad agua depurada de mayo 2014: 2,14 dS/m  
 Promedio conductividad agua depurada de junio 2014: 1.71 dS/m  
 Promedio conductividad agua depurada de julio 2014: 1.58 dS/m.  
 Por lo que se utiliza para los cálculos el valor promedio de abr-jul 14: 2.11 dS/m.

Sustituyendo en (2):  
 $RL = 2.11/2 * 23 = 0.046$

Puesto que la eficiencia por salinidad (FL) se calcula como:  
 $FL = 1 - RL/EL$  donde EL: eficiencia de lavado (3)

Y dado que: EL = 0.85 en suelos ni totalmente arcillosos ni totalmente arenosos  
 Sustituyendo en (3):  
 $FL = 1 - 0.046/0.85 = 0.95$

**Cálculo del coeficiente de uniformidad (CU)**

*<<La falta de la uniformidad de aplicación es debida a que la descarga de los aspersores no reparte por igual el agua de riego. Se debe garantizar que todas las plantas reciben la misma cantidad de agua y para compensar estas diferencias se debe aportar cantidades adicionales de agua. En un clima templado como el nuestro y en condiciones de vientos moderados hemos estimado un coeficiente de uniformidad Efu de 0,75>> (Soria, 2005)*

Si bien, aplicando una casuística general, se puede tomar el coeficiente de uniformidad como:

$CU = 0,85$  (emisores espaciados < 2,5 m, suelo uniforme, clima árido)

Se ha optado por utilizar en los cálculos el valor de la bibliografía (Soria, 2005) de CU = 0.75, al ser estimado más específicamente para césped en greens de golf.

*Cálculo de la eficiencia del riego (Ea):*

Puesto que FL es menor que Rp, se toma para el cálculo de Ea el valor de FL, ya que es el factor que produce mayor pérdida de agua (tanto FL como Rp sirven para el lavado de sales, por lo que se toma en cuenta el valor que más afecta)

Así pues, la eficiencia de riego (Ea) será:

$$Ea = FL \cdot CU = 0,95 \cdot 0,75$$

*Cálculo de NR<sub>t</sub>*

Puesto que ya tenemos todos los datos, se procede al cálculo de las necesidades de riego totales:

$$NR_t = NR_n / FL \cdot CU = 849.9 \text{ mm/año} / 0,95 \cdot 0,75$$

$$NR_t = 1.192,84 \text{ mm/año}$$

Convirtiendo unidades:

$$NR_t = 11.928,4 \text{ m}^3/\text{Ha}$$

Dado que la superficie adicional a regar debido a los greens del campo de pitch and putt constituye una superficie de aproximadamente 0,1 Ha (150 m<sup>2</sup> x 7 greens), se tiene que:

$$NR_t = 11.928,4 \text{ m}^3/\text{Ha} \times 0,1 \text{ Ha} = 1.193 \text{ m}^3$$

Comparando el dato con los 27.743 m<sup>3</sup> de agua depurada usados actualmente para el riego del campo grande, se observa que el incremento en las necesidades de agua del Club Costa de Azahar debido al proyecto de pitch and putt sería de un 4,3 %.

Por otro lado, es interesante comparar estos resultados teóricos de consumo de agua con otros campos de golf. La limitación es que las necesidades hídricas de los greens (*Agrostis stolonifera*) son mayores que las necesidades de las especies cespitosas de las calles, por lo que estamos comparando riego de greens con riego de césped de todo el campo.

Según Ortuño, 2013 el consumo de algunos campos de golf de Alicante es el siguiente:

- Villaitana Golf: 9315 m<sup>3</sup>/ha/año -en meses de verano se duplican las necesidades-;
- Golf Ifach: 9000 m<sup>3</sup>/ha/año;
- Área metropolitana de Alicante 1: 7600 m<sup>3</sup>/ha/año;
- Alicante Golf: 6106 m<sup>3</sup>/ha/año;
- Área metropolitana de Alicante 2: 11000 m<sup>3</sup>/ha/año en años muy secos y 7500 m<sup>3</sup>/ha/año otros años.
- La Finca: 10570 m<sup>3</sup>/ha/año (consumo más elevado debido a “la mala distribución de algunos aspersores”)

La media de provincial de Alicante en campos de 18 hoyos es de 7640 m<sup>3</sup>/ha/año.

*<<Como promedio [...] el consumo de agua [...] la mayoría de los datos cifran este consumo en torno a unos 7000 m<sup>3</sup>/ha/año aunque puede haber notables variaciones entre unos campos y otros en función de las condiciones del clima de cada uno de los emplazamientos (J.A. López Ramírez, [www.aegreenkeepers.com](http://www.aegreenkeepers.com))>> (Ortuño 2013, 29)*

### 3. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO TOTALES EN MAXIMA DEMANDA

*<<The calculation of the system water requirement starts with an estimation of the highest weekly turfgrass water needs >> (Barrett et al. 2003, 134)*

*<<For initial planning of the actual irrigation system capacities, the usage during the peak demand week of the season must be calculated. The ETo and crop coefficient for that week are used [...] The other key factor is the available (or allowed) time for an irrigation event, usually referred to as the “water window”. In its simplest form, the water window is the number of hours available for irrigation between the close of play in the evening and the start of maintenance operations (usually mowing of greens) the next morning.>> (Barrett et al. 2003, 137)*

A continuación se presentan los cálculos efectuados para estimar el tipo de aspersor más adecuado para el riego de los greens del campo de pitch and putt. A diferencia de los cálculos efectuados anteriormente, en este caso se trata de diseñar el tipo de aspersor tomando como base la máxima necesidad de agua para que los diámetros de las tuberías y la boquilla del aspersor puedan satisfacer la máxima demanda de agua en la época del año de mayor necesidad hídrica.

#### ***Cálculo de necesidades de riego netas (NRn) en el mes de julio***

Para el cálculo de las necesidades de riego en los greens, se realiza primeramente una estimación de la evapotranspiración del césped (ETc) mediante la fórmula:

$$ETc = ETo * Kc$$

#### ***Cálculo de ETo (evapotranspiración de referencia)***

Se toma como referencia para el cálculo los datos de ETo proporcionados por el *Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias* correspondientes al mes de julio (mes de máxima ETo):

$$ETo \text{ (mm)} = 165,8 \text{ (2019)}$$

$$ETo \text{ (mm)} = 172,6 \text{ (2018)}$$

$$ETo \text{ (mm)} = 152,2 \text{ (2017)}$$

$$ETo \text{ (mm)} = 160,1 \text{ (2016)}$$

$$ETo \text{ (mm)} = 160,5 \text{ (2015)}$$

Se toma como valor para el cálculo el mes de julio de 2018 por ser el mes de máxima ETo.

#### ***Cálculo de Kc (coeficiente de cultivo)***

Kc depende de variables como la especie, estado vegetativo de la planta, estado de desarrollo, etc. Se toma como valor de Kc el obtenido de la bibliografía (Soria, 2005)

$$Kc \text{ (coeficiente específico de } Agrostis \text{ stolonifera)} = 0.9$$

Ávila et al. (2014) toma como Ke de otra especie cespitosa utilizada en greens de campos de golf (*Poa annua*), el valor de 0.7.

Asimismo, en la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó se proporciona la siguiente información acerca de valores de Kc en céspedes:

Especie	Método de estimación de ET	Kc	
		sin stress	riego deficitario
Cynodón dactilon	Est. meteorológica	0,75 a 0,85	0,65 a 0,70
Cynodón dactilon	Tanque evaporimétrico	0,6	0,4
Lolium perenne	Est. meteorológica	0,8 a 0,9	0,7 a 0,75
Poa pratensis	Lisímetro	1,0	0,7 a 0,75
Festuca ovina	Lisímetro	1,0	0,75
Festuca arundinácea	Est. meteorológica	0,8	0,70
Festuca arundinácea	Tanque evaporimétrico	0,65	0,55 a 0,60
Festuca arundinácea	Lisímetro de volumen	1,0	0,75 a 0,8

Anexo 7. Imagen 11. Valores de Kc. Fuente: Guía Técnica de cultivo en céspedes Semillas Fitó

Por consiguiente, se ha considerado como más adecuado utilizar el valor recomendado por Soria (2005).

#### *Cálculo ETc*

$$ETc = ETo * Kc = 5.568 * 0.9 = 5.01 \text{ mm/día}$$

#### *Cálculo NRn*

Las necesidades de riego netas (NRn) se calculan como:

$$NRn = ETc - Pe - \Delta G - \Delta W$$

Siendo:

Pe: Precipitación efectiva almacenada en el volumen reticular (mm)

$\Delta G$ : Agua que llega al volumen reticular por ascensión capilar (mm)

$\Delta W$ : variación de humedad del suelo entre 2 riegos consecutivos (mm)

$\Delta G$  es despreciable cuando la capa freática está suficientemente profunda. Se considera que una capa freática de 1 m no afecta a las raíces del césped.

$\Delta W$  puede considerarse nula por tratarse de un riego a presión con alta frecuencia (diaria)

Pe: Para el cálculo de aspersores se considera más adecuado despreciar el término de precipitación efectiva, ya que las lluvias son cada vez más irregulares e impredecibles en la zona que estamos estudiando, de clima mediterráneo. De hecho, Soria (2005) considera que con un régimen de lluvias torrencial, fuertes lluvias en poco tiempo y precipitaciones generalmente menores de 5 mm, como en el caso de la Región de Murcia, se puede despreciar el término de la precipitación efectiva.

Luego las necesidades de riego netas  $NRn = ETc$

$$NRn = ETc = 5.01 \text{ mm/día}$$

***Cálculo de necesidades de riego totales (NR<sub>t</sub>) para el mes de julio***

Puesto que la eficiencia de riego  $E_a = FL \cdot CU$  ya fue calculada en el apartado anterior “Cálculo de necesidades de riego totales (NR<sub>t</sub>) como promedio anual”, se procede al cálculo de las necesidades de riego calculadas en base a la máxima demanda (mes de julio):

$$NR_t = NR_n / FL \cdot CU = 5.01 \cdot 365 \text{ mm/año} / 0,95 \cdot 0,75$$

$$NR_t = 2.566,52 \text{ mm/año}$$

Convirtiendo unidades (año):

$$NR_t = 25.665,2 \text{ m}^3/\text{Ha}$$

$$NR_t = 2.566,52 \text{ l/m}^2$$

Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, las aportaciones de riego con aguas residuales en suelo arenoso no deberían superar los 45 mm semanales en términos orientativos. Con las cantidades calculadas de 2.566,52 mm/año se aportarían 49 mm semanales.

Por otro lado, la guía indica que <<las necesidades del césped en humedad pueden llegar a un máximo de 12-13 mm/día>> entendiendo éstos como valores aplicables a jardines, campos de fútbol, calles de campos de golf, tees y greens de golf sobre sustratos de arena pura.

Así pues, los valores resultantes de los cálculos son coherentes con las recomendaciones y valores orientativos para el cultivo de césped en campos de golf.

**4. MARCO DE RIEGO, ELECCIÓN DE ASPERSORES, DISPOSICIÓN EN CABECERA Y TIEMPO DE RIEGO**

*Elección del marco de riego*

El diseño se debe efectuar para 7 greens distintos.

Por consiguiente, en función de las superficies de los greens se elige un marco de riego. Al objeto de tener una idea aproximada de la superficie a regar, se han medido las cotas de los greens (si bien hay que tener en cuenta que se trata de una superficie irregular).

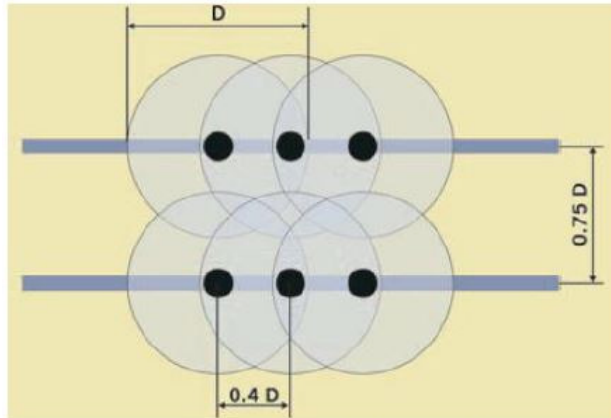
El resultado, con redondeo, es el siguiente:

HOYO	LARGO	ANCHO
1	14	8,5
2	13,5	6
3	11	9
4	18,5	9,5
7	14,5	9
8	20	7,5
9	10,5	9,5

TABLA 1: ANCHOS Y LARGOS DE GREEN

Se propone un marco rectangular de riego con las siguientes dimensiones:





**Marco rectangular**

Anexo 7. Imagen 12. Marco rectangular de riego. Fuente: Aula virtual UJI.

Se establece que debe regarse con un solo tipo de aspersor independientemente del área del green por razones de mantenimiento del campo.

Como se ha visto en la tabla anterior “Tabla 1: anchos y largos de green”, lo habitual es que el ancho del green esté entre 7,5 y 9,5 m.

Así pues, se toma como separación entre ramales:  $9,5\text{ m} + 3\text{ m} + 3\text{ m} = 15,5\text{ m}$  (Debe existir una distancia de seguridad entre el green y el aspersor, puesto que no se puede hacer rodar la bola sobre una boca de riego, se debe garantizar el riego del antegreen y en ocasiones hay que salvar el bunker para poder alcanzar el green).

Calculando:

$$0,75 * D = 15,5\text{ m}$$

Luego el diámetro de riego será:

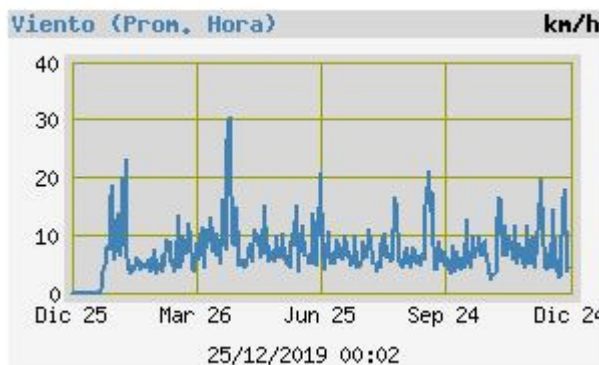
$$D = 20,7\text{ m}$$

Y por tanto, el alcance del aspersor que se necesita tendrá al menos 10,3 m.

En cuanto a la distancia entre aspersores en el mismo ramal:

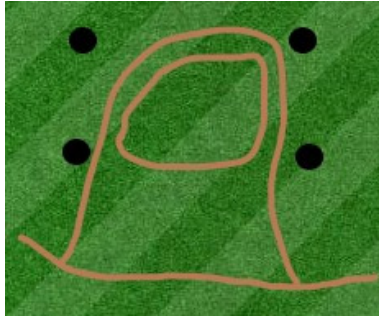
$$0,4 * D = 8,3\text{ m}.$$

Como puede verse en la gráfica siguiente, el viento medio que hay habitualmente en el Grao de Castellón es de baja intensidad, por lo que a efectos de diseño consideramos que no afecta significativamente a los cálculos de diseño de aspersores.



Anexo 7. Imagen 13. Viento medio en Castellón. Fuente: Estación meteorológica Planetari de Castelló.

Esquema de disposición de los aspersores:



Green y antegreen donde puede observarse en negro la boca de riego de los aspersores

Anexo 7. Imagen 14. Disposición de aspersores

**Elección de aspersores comerciales**

*<<Selecting the proper sprinkler spacing is critical to optimizing irrigation uniformity. [...] The profile is affected by four main variables: the size of the nozzle, the shape or design of the nozzle, the operating pressure, and the rotation speed of the sprinkler. If any one or more of these variables is changed, the profile is changed. Changing the profile will change the uniformity and may affect optimum spacing.>> (Barrett et al. 2003, 179)*

Sabiendo la presión que hay en el anillo de agua de riego depurada es de 6 atm y calculando las pérdidas de carga hasta la boquilla, se elige un aspersor comercial más adecuado. Los aspersores se eligen entre el catálogo de la marca **Rain Bird**. El criterio de elección de la marca de aspersor es por tratarse del mismo fabricante que el actual para el campo grande y también por ser un fabricante especializado en campos de golf. La información técnica se obtiene del catálogo 2018, cuya presentación es la siguiente:

**TOTAL SYSTEM SOLUTIONS**  
**Everything You Need for Advanced Control of Your Irrigation.**

As the only manufacturer committed exclusively to irrigation, Rain Bird designs fully integrated end-to-end solutions to address both new installation and system renovation challenges. This gives you total integration of components and a full system that is easier to manage, and runs more efficiently than mix and match systems. Plus, you get a single source for service and other benefits only available from Rain Bird.

■ Golf Rotors.....	4	■ Valves.....	48
■ Central Control Technologies.....	20	■ Landscape Solutions.....	56
■ IC System™.....	34	■ Appendix.....	80
■ Field Controllers.....	38		

**Timeless Compatibility™**  
 Every Rain Bird golf irrigation product is engineered for Timeless Compatibility, allowing you to have a state-of-the-art system that can be updated or changed without obsoleting your existing equipment.

**Real-Time Response**  
 Rain Bird offers continuous two-way communication, allowing for automatic optimization between your Central Control and the field. By receiving data and making instant adjustments when needed, you can protect your course from unforgiving weather and unexpected challenges.

**Unmatched Quality**  
 Throughout engineering, design and testing, Rain Bird's mission is to deliver industry-leading quality to our customers. Our stringent testing procedures are implemented at the first launch of every product as well as regularly throughout the year, and they replicate the world's harshest conditions.

**Easy To Use**  
 All Rain Bird products are engineered with the challenges of golf professionals in mind and designed to deliver everyday ease of use. From software interfaces to rotor designs, they help you and your crew find a quicker, hassle-free path to top playability.

Anexo 7. Imagen 14. Catálogo rain Bird. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

Debido a que en un campo de pitch and putt los greens son sensiblemente más pequeños que en golf, se elige el aspersor de la serie de menor alcance de riego que los instalados para el campo grande, cuyas especificaciones del fabricante son las siguientes:

**<< ASPERSORES RAIN BIRD EAGLE SERIE 550**

**Datos de rendimiento métricos**

TOBERAS CASCADE											
Presión base (psi)	4,1		4,8		5,5		6,2		6,9		
	Radio (m)	Caudal (m³/h)	Radio (m)	Caudal (m³/h)	Radio (m)	Caudal (m³/h)	Radio (m)	Caudal (m³/h)	Radio (m)	Caudal (m³/h)	
N.º 51 - Azul	8,5	1,65	9,1	1,78	9,4	1,87	9,8	1,91	9,8	1,95	
N.º 52 - Beige	10,7	1,64	10,7	1,75	11,3	1,88	11,9	2,00	11,9	2,07	
N.º 53 - Gris	13,7	2,13	13,7	2,29	13,7	2,45	13,7	2,61	13,7	2,73	
N.º 54 - Rojo	14,9	2,54	14,9	2,73	14,9	2,91	14,9	2,95	14,9	3,09	

**ESPECIFICACIONES**

**Radio:** de 8,5 m a 14,9 m

**Caudal:** de 0,46 a 0,86 l/s (de 1,65 a 3,10 m³/h)

**Arco:** Ajustable, 30° a 345°

**Modelos:**

- E: Eléctrico
- IC: Control integrado
- S/H: Uso combinado Seal-A-Matic (SAM) o hidráulico (N.O.)\*
- B: Dispositivo Seal-A-Matic™

**Presión máxima de entrada:**

Modelos E e IC: 10,3 bares  
Modelos S/H y B: 6,9 bares

**Intervalo de regulación de presión:**

De 4,1 a 6,9 bares

**Ajuste de presión de fábrica:**

Modelos E e IC disponibles en 4,8 y 5,5 bares

**Dimensiones:**

**Altura del cuerpo:**  
Modelos E, IC, S/H: 30,5 cm  
Modelo B: 24,5 cm

**Altura de emergencia hasta la mitad de la tobera:** 6,6 cm

**Diámetro expuesto:**

Modelos E, IC, S/H: 15,9 cm  
Modelo B: 10,8 cm

**Trayectoria de la tobera:**

Tobera 51: 12°  
Toberas 52, 53, 54: 25°

**Roscas de entrada:**

Modelos E, IC, S/H: ACME de 3,2 cm  
Modelo B: ACME de 2,5 cm

**Retención:**

Bloque: 3,1 m de elevación  
SAM/hidráulico: 4,6 m de elevación

**Tiempo de rotación:** 180° en ≤

90 segundos; 75 segundos nominalmente

**Altura máxima de chorro:**

Tobera 51: 1,5 m  
Toberas 52, 53, 54: 4,0 m

**Solenoides:** Requisito de alimentación

eléctrica del solenoide de 24 VCA: corriente de entrada de 0,41 amp (9,8 VA); **60 ciclos:** corriente de retención de 0,25 amp (6,0 VA); **50 ciclos:** corriente de retención de 0,32 amp (7,7 VA).

**Resistencia contra sobretensiones:**

Hasta 25 kV estándar en modelos eléctricos

**Filtro antigavilla Rock Screen™**

y asiento de válvula reemplazable:  
Todos los modelos 550

\*N.O. — Normalmente abierta



CÓMO ESPECIFICAR			
550 - XX - XX - XX			
MODELO	CUERPO/VÁLVULA	REGULADOR DE PRESIÓN	TOBERA
550	E	70 (4,8)	51
	IC		52
	S/H		53
	B		54

Anexo 7. Imagen 15. Aspersores serie 550. Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

<<The nozzle size and operating pressure are interrelated. Operating at pressures below the recommended range will produce a “fire hose” effect. Water will shoot to the end of the sprinkler radius, leaving a visual donut pattern. Pressures above the maximum desired pressure will begin to atomize the water jet and destroy the desired profile. For all nozzle sizes there is a target pressure range in which the desired radius and profile can be achieved. Nozzle pressure is used to create turbulence in the nozzle. This turbulence is used to distribute water along the sprinkler radius and produce the desired profile.>> (Barrett et al. 2003, 179-180)

Los criterios tradicionales para la elección de la tobera de un aspersor son que tenga un índice de grosor de gota (IG) adecuado que normalmente se considera como 7<IG<17. IG se calcula como:  
 $IG = 12,85 * H^{1.3} / D_{boq}$  donde H es la presión en Kg/cm² y D<sub>boq</sub> es el diámetro de la boquilla escogida.

El disponer de un IG adecuado es importante puesto que un tamaño de gota fino supondría pérdida de eficacia del riego por arrastre con el viento y un tamaño de gota grueso supondría erosión del terreno.

No obstante, en el caso específico de aspersores de golf diseñados específicamente para el riego de greens, el fabricante indica que los aspersores << cuentan con una regulación constante de la presión y unas toberas de alta eficiencia con diseño del tamaño de gota estudiado para alcanzar una distribución uniforme >>. Es decir, el usuario elige el radio que pretende alcanzar con el aspersor y la presión de trabajo, pero no el diámetro de boquilla.

*<<El riego por aspersión permite alcanzar una eficiencia de aplicación del 85% e incluso el 90% cuando viene acompañada de estaciones meteorológicas, sondas de humedad, etc.>> (Ortuño 2013, 50)*

Puesto que interesa trabajar a la presión más baja para facilitar la elección de tubería y el radio de alcance del aspersor debe ser mayor de 10,3 m, se elige la tobera Cascade Nº 52 Beige, **la cual proporcionará un caudal de 1,64 m<sup>3</sup>/h y un alcance de 10.7 m.**

*“Pressure-relief valves are used in golf course irrigation systems to discharge excessive pressure or surges and to protect the piping network and its components. These valves are designed to be fast opening and slow closing so that pressure rises are quickly recognized and vented and a rapid close does not create additional surges that result in water hammer.*

*Pressure-relief valves are commonly used in golf course pumping systems, but are also used in a piping system where a sudden change in pressure can occur because of a change in elevation, the operation of a booster pump, or a sudden change in flow creating a momentary rise in the pressure of the system.” (Barrett et al. 2003, 75)*

Para obtener una presión de riego adecuada que no dañe al aspersor, se plantea una válvula reductora de presión en la cabecera del suministro desde el anillo de agua depurada. Es decir, un total de 2 válvulas, una para cada una de las 2 derivaciones del anillo que alimentan los 2 circuitos de riego de pitch and putt. Con ello conseguiremos reducir la presión de 6 atm en cabecera a aproximadamente los 4,5 bar necesarios para el funcionamiento óptimo del aspersor, todo ello teniendo en cuenta la pérdida de carga de la red, calculada en el apartado siguiente del proyecto.

*<<When asked, most golf superintendents will tell you that you can never have enough isolation in a golf course irrigation system. Isolation allows sections of the irrigation system to be shut down for maintenance or to repair problems while the rest of the system remains operational. The more isolation, the more sections.>> (Barrett et al. 2003, 208)*

*<<Lateral or sub-main isolation usually involves smaller valves, 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> in. or less, to isolate a green tee, fairway, a number of sprinklers, or an individual sprinkler. [...] It is common to isolate every tee and green on the golf course.>> (Barrett et al. 2003, 208)*

*<<Inexpensive valves are fine until you need to use them. Once they are used, the seal leaks, the handle breaks off, or the valve will not seat properly. There*

*are many cases in which inexpensive isolation valves had to be replaced in as little as three or four years. A high-quality brass or bronze gate valve should be used. [...] All isolation valves should be installed in an access box for locating and servicing and should be precisely detailed on the Record Drawings.>> (Barrett et al. 2003, 209)*

No se considera necesario aislar greens individuales, pero sí el disponer de varios sectores de riego. No es una opción factible económicamente aislar cada green y más cuando el campo de pitch and putt tiene hoyos compartidos con el campo grande. No es un problema interrumpir varios hoyos de pitch and putt para su mantenimiento, ya que el mayor uso del campo de golf se daría el campo grande. No obstante, si que se ha considerado que la mayor durabilidad de las válvulas de metal compensa frente a la instalación de válvulas de plástico.

A continuación se presenta la válvula manual (Válvula de esfera de latón cromado PN-25 atm de 3") seleccionada para la cabecera del SECTOR 1 y 2:



Anexo 7. Imagen 16. Válvula manual. Fuente: [www.turiego.es](http://www.turiego.es)

Que según la información técnica de la página web citada:

Válvula de esfera de latón, construida en latón DIN 17660, con cierre de esfera, de presión máxima PN-25, temperatura máxima 180° C. Extremos rosca gas hembra-hembra, ISO 228/1. Mando manual por palanca de acero.

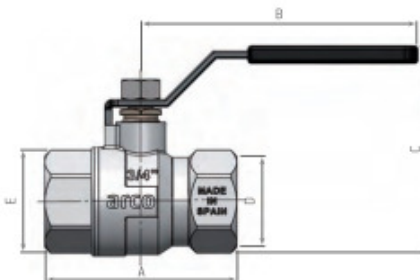
Para distribución de agua y líquidos neutros a una temperatura máxima de 180°C. Apta para suministro de agua potable, instalaciones de jardinería, agrícolas y usos industriales.

Anexo 7. Imagen 17. Información técnica Válvula manual. Fuente: [www.turiego.es](http://www.turiego.es)

Por otro lado, se toman como dimensiones de referencia de la válvula las siguientes:

HEMBRA-HEMBRA MANDO PALANCA					
MEDIDA	A	B	C	D	E
1/4 HH	44	68	40	G 1/4	G 1/4
3/8 HH	44	68	40	G 3/8	G 3/8
1/2 HH	60	93	62	G 1/2	G 1/2
3/4 HH	66	93	70	G 3/4	G 3/4
1 HH	80	112	81	G 1	G 1
1 1/4 HH	89	112	90	G 1 1/4	G 1 1/4
1 1/2 HH	108	152	107	G 1 1/2	G 1 1/2
2 HH	125	152	127	G 2	G 2
2 1/2 HH	150	172	142	G 2 1/2	G 2 1/2
3 HH	160	240	200	G 3	G 3
4 HH	190	240	215	G 4	G 4

G Rosca ISO 228



Anexo 7. Imagen 17. Información técnica Válvula manual. Fuente: [www.turiego.es](http://www.turiego.es)

Imagen 18. Dimensiones Válvula manual. Fuente: [www.valvulasarco.com](http://www.valvulasarco.com)



Asimismo se presenta la válvula reductora de presión seleccionada para la cabecera del SECTOR 1 y 2:



Anexo 7. Imagen 19. Válvula reductora de presión. Fuente [www.hidroconta.com](http://www.hidroconta.com)



### Aplicaciones

Recomendada para lugares donde se necesita una disminución de la presión por los siguientes motivos:

- ✓ Ajustar la presión al consumo.
- ✓ Proteger instalaciones.

En la válvula reductora, el piloto actúa sobre la válvula de forma que esta tenga una función modulante, con el fin de mantener constante la presión aguas abajo para el valor de regulación.



### Funcionamiento

El piloto fija la presión aguas abajo independientemente de la presión de entrada. Si la presión en la salida es menor que la prefijada, la válvula queda completamente abierta. En caso de que la presión aguas arriba sea menor que la tarada, el piloto dejará la válvula abierta y actuará únicamente cuando la presión aguas abajo supere la presión establecida.

Anexo 7. Imagen 20. Información técnica Válvula reductora de presión. Fuente [www.hidroconta.com](http://www.hidroconta.com)

### Dimensiones

Calibre		L	H	D	Peso	Conexiones
mm	Pulg.		mm		Kg	
50	2"	230	162	74	1,1	ROSCA
80	3"	310	236	108	2,7	ROSCA
80	3"	320	278	200	3,8	BRIDA

Anexo 7. Imagen 21. Dimensiones Válvula reductora de presión. Fuente [www.hidroconta.com](http://www.hidroconta.com)

**Especificaciones técnicas**

Calibre	Presión mínima de apertura	Presión Máxima	KV	CV
	bar	bar	m <sup>3</sup> /h	US glm y psi
50	0,3	PN16	98,9	114,3
80	0,15	PN16	203,3	235,0

Anexo 7. Imagen 22. Especificaciones técnicas Válvula reductora de presión. Fuente [www.hidroconta.com](http://www.hidroconta.com)

En abaco de pérdida de carga se comprueba que para un caudal de 30 m<sup>3</sup>/h, las pérdidas de carga son menores de 0,1 bar.

Asimismo, se plantea en cabecera la instalación de un filtro de anillas que tendría las siguientes características:



Imagen 23. Filtro AGL de Unión Hidráulica Fuente: [www.uhsl.es](http://www.uhsl.es)

- Carcasa fabricada en polipropileno.
- Malla de acero inoxidable o discos de polipropileno.
- Tuerca de cierre de poliamida reforzada con fibra de vidrio y junta NBR.
- La presión máx. de funcionamiento es de **8 Bar**.
- Superficie de filtración en malla, de 650 cm<sup>2</sup> (2") y 960 cm<sup>2</sup> (3").
- Superficie de filtración en anillas, de 1050 cm<sup>2</sup> (2") y 1660 cm<sup>2</sup> (3").

<b>3"</b>	<i>Caudal M<sup>3</sup>/h.</i>				
	20	30	40	50	60
	<b>PÉRDIDA CARGA (m.c.a.)</b>				
	0,5	1,0	1,2	2,0	2,5

Anexo 7. Imagen 24. Especificaciones técnicas Filtro AGL de Unión Hidráulica Fuente: [www.uhsl.es](http://www.uhsl.es)

Por lo que para un caudal aproximado en el sector de riego de 30 m<sup>3</sup>/h, corresponde una pérdida de carga de 1 m.c.a.

**Arquetas**

Se eligen las siguientes arquetas:

**ARQUETAS SERIE VB**

Arquetas de calidad comercial, que incorporan una gran variedad de las más avanzadas funciones del sector

**CARACTERÍSTICAS**

- Solidez y estabilidad – Diversos tamaños y formas; diseño con laterales corrugados y bases de amplias aletas para una máxima durabilidad, resistencia a la compresión y estabilidad
- Diseño de tapa inteligente – Diseñadas sin orificios para mantener alejados los insectos, los bordes biselados minimizan los potenciales daños provocados de los equipos de cuidado del césped, así como para facilitar el acceso de manos y palas
- Instalaciones flexibles – Capacidad de apilado; los modelos de extensión y las lengüetas para crear los accesos de las tuberías aceleran y facilitan la instalación
- Ecológicas – Materiales 100% reciclados compatibles con certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (solamente arquetas y tapas negras)



Arqueta estándar	Extensión estándar	Arqueta Jumbo	Extensión Jumbo
<b>EL TAMAÑO</b>			
Largo : 55,4 cm	Largo : 50,8 cm	Largo : 66,8 cm	Largo : 62,0 cm
Anchura : 42,2 cm	Anchura : 37,5 cm	Anchura : 50,3 cm	Anchura : 45,5 cm
Altura : 30,5 cm	Altura : 17,1 cm	Altura : 30,7 cm	Altura : 17,1 cm
<b>CARACTERÍSTICAS ADICIONALES</b>			
Dos grandes lengüetas de acceso centrales admiten tuberías de hasta 3 1/2" (8,9 cm) de diámetro, y otras once lengüetas permiten la conexión de tubos de hasta 2" (5,0 cm) de diámetro	• Los modelos de extensión posibilitan instalaciones más flexibles y profundas	• Las fácilmente extraíbles lengüetas de acceso simplifican la colocación de tuberías y reducen el tiempo de instalación • Dos grandes lengüetas de acceso centrales admiten tuberías de hasta 3,5" de diámetro.	• Los modelos de extensión posibilitan instalaciones más flexibles y profundas
<b>MODELOS</b>			
VBSTD (Ref.: A11408): Cuerpo estándar y tapa verde VBSTD L (Ref.: A11404): Tapa verde	• VBSTD6EXTB (Ref.: A11420): Extensión estándar Solo cuerpo	• VBJMB (Ref.: A11438): Cuerpo Jumbo y tapa verde • VBJMB L (Ref.: A11434): Tapa verde	• VBJMB6EXTB (Ref.: A11445): Extensión Jumbo Solo cuerpo

Anexo 7. Imagen 25. Arquetas Fuente: [www.rainbird.es](http://www.rainbird.es)

Se ha comprobado que las arquetas de la serie VB, Arqueta Jumbo, son de mayores dimensiones que las obtenidas por ambas válvulas.

Asimismo, se propone la utilización de Arquetas Rain Bird circulares pequeñas, fabricada en polipropileno, 27 x 23,4 de diámetro. Éstas serían colocadas en las uniones en Te entre la línea principal y las derivaciones que van a cada green, así como en la Te que supone la entrada de la derivación en el anillo del green.

Este sencillo recurso permite facilitar sobremanera el mantenimiento posterior, ya que con una simple observación del campo se ve la alineación de la tubería principal y las tuberías secundarias, facilitando una posible intervención posterior sin necesidad tener que averiguar el trazado exacto de las tuberías.

**Justificación de las pérdidas por escorrentía**

Por otro lado, se considera que, con un diseño adecuado, la precipitación de los aspersores es menor que la permeabilidad del suelo y no hay pérdidas por escorrentía. Ello se asegura con el estudio del coeficiente de pendiente:

$$\text{Pluviometría (P)} < \text{Vf (velocidad de infiltración dependiente de la textura del suelo)} * \text{Cp (coeficiente de pendiente)}$$

Se calcula la pluviometría (P) del aspersor como  $P = Q / S$  donde:

Q = caudal del aspersor en l/h

S = superficie transformada regada, que coincide con el marco de riego

Sustituyendo:

$$P = (1.64\text{m}^3/\text{h} * 1000) / (8,3\text{m} * 15.6\text{m}) = 12,7 \text{ mm/h}$$

Puesto que en el green se pueden alcanzar pendientes del 20%, Cp = 0.4

Consideramos la textura superficial del green como arenosa gruesa, ya que la arena utilizada como sustrato del green es de granulometría entre 5-10 mm de diámetro.

Por consiguiente, se toman para el cálculo las siguientes velocidades de infiltración orientativas de la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó:

	mm/hora
Arenosa-gruesa	25-200



Anexo 7. Imagen 26 Foto: Club de Golf Costa de Azahar 2019, recebado de greens.

Comparando los aspersores anteriores:

Pluviometría (mm/h)	Vf*Cp (pendiente 20%)	Vf*Cp (pendiente 10%)
12,7	Valor estimado entre 10-80	Valor estimado entre 15-120

De donde se deduce que siendo la textura del green arenosa muy gruesa, la pluviometría del aspersor seleccionado es inferior a la velocidad de infiltración, por lo que las máximas pendientes de diseño de greens (20%) no implican la generación de escorrentía superficial, lo cual es previsible en un aspersor diseñado para riego de greens de golf.

#### *Cálculo del tiempo de riego*

Indudablemente, la necesidad hídrica de la planta y por tanto el tiempo de riego dependerá de la evapotranspiración del césped en las condiciones existentes el día del año que se esté regando.

A continuación se estima el tiempo de riego en época de máxima demanda:

$$t = NR_t / P = (2.566,52 \text{ mm/año} / 365) * 12,7 \text{ mm/h} = 0.55 \text{ h} = 33 \text{ min}$$

#### **Tiempo de riego diario máximo = 33 min**

*<<Exposure to sun and shade is another issue. Certainly, shaded turf requires less water than the same type of turf that receives full sun all day.>> (Barrett et al. 2003, 131)*

En efecto, la exposición al sol es un criterio importante a tener en cuenta en el tiempo de riego. Por consiguiente, será finalmente la inspección periódica del estado del césped por parte del greenkeeper quien en base a su experiencia irá adaptando la programación de riego de cada aspersor individual a las necesidades hídricas observadas.

Justificación de soluciones en la elección de aspersores y marco de riego

*<<Even if they have the same turf, a fairway and the adjacent rough will have differing water requirements because of differing heights of cut. In the landscape irrigation industry, areas of similar plant material, site conditions, and water requirements are called hydrozones. The irrigation system must allow for separate control of each hydrozone.>> (Barrett et al. 2003, 147)*

En el proyecto no se plantea el riego de calles sino únicamente de greens. El planteamiento de hidrozonas podría ser adecuado para el riego de algunas especies contempladas en el apartado de jardinería y que tendrían funciones auxiliares (mejora de la belleza del entorno, pantallas vegetales). No obstante, se trata de especies rústicas ubicadas en las proximidades del green, por lo que únicamente precisaría de riego manual en época estival. El uso de manguera para riego complementario es una práctica habitual en el campo de golf, por lo que esta opción no sería un inconveniente. Una alternativa sería el riego por goteo.



*<<Just as there is variation in water requirements across a course, there is variation in application rates in systems with poor uniformity of coverage. [...] Poor uniformity means that the system must overirrigate some areas in the pattern to apply enough water in the dry areas to keep the turf there healthy.>> (Barrett et al. 2003, 147)*

Se ha utilizado una disposición rectangular de aspersores al objeto de poder regar el green con solamente 2 filas de aspersores y la máxima uniformidad posible (siguiendo las recomendaciones de distancia entre aspersores para disposición rectangular).

*<<The optimum irrigation system allows the operator to respond accurately to the varying needs of small areas of turf. Thus, in recent years consultants and designers have been utilizing heads of shorter radius and tighter spacings to provide more precise control. [...] The optimum system has short-radius heads that are properly spaced and individually controlled.>> (Barrett et al. 2003, 147)*

La solución adoptada en el proyecto, al igual que en el campo grande, es la utilización de aspersores con válvula incorporada, lo que permite variar el tiempo de riego de cada aspersor en función del grado de insolación y estado del césped, es decir, aspersores controlados individualmente.

*<<Evaluating the irrigation system for uniformity is critical to managing the system>> (Barrett et al. 2003, 185)*

No existe un estudio de campo de la uniformidad del riego, si bien se ha planteado el diseño de aspersores para lograr la máxima uniformidad posible. No obstante, ésta resulta una opción muy interesante como punto de partida una vez efectuada la instalación del riego.

## **5. ESTIMACIÓN CON EPANET DE LA PÉRDIDA DE CARGA Y DIÁMETRO DE TUBERÍA**

*<<There are several different types of irrigation design software available on the market, although none are specifically designed for a golf course irrigation systems. Nonetheless, design software can be helpful in golf course irrigation design, as it includes many of the same components and concepts as agricultural or landscape irrigation design. This type of software commonly spaces sprinklers automatically, assist in routing pipes, sizes valves automatically, assigns control zone, and uses various assemblies to quickly and accurately show the irrigation design. The software may have a set of checks and balances to make sure errors are not made.>> (Barrett et al. 2003, 160)*

*<<Using hydraulic software to size pipes and to determine velocities and friction losses is a necessity in golf course irrigation design. Doing hydraulics calculations by hand results in a more expensive system>> (Barrett et al. 2003, 162)*

Los cálculos de pérdida de carga y diámetro de tubería se justifican con el programa EPANET.



Anexo 7. Imagen 28. Datos autores EPANET Fuente: Software EPANET

El suministro de la tubería principal de riego se haría mediante 2 acometidas diferentes de la red principal de riego del Club de Golf Costa de Azahar.

En cabecera de cada acometida habría una válvula reductora de presión que dejaría la presión de la red a 46 m.

Los 2 sectores de riego serían los siguientes:

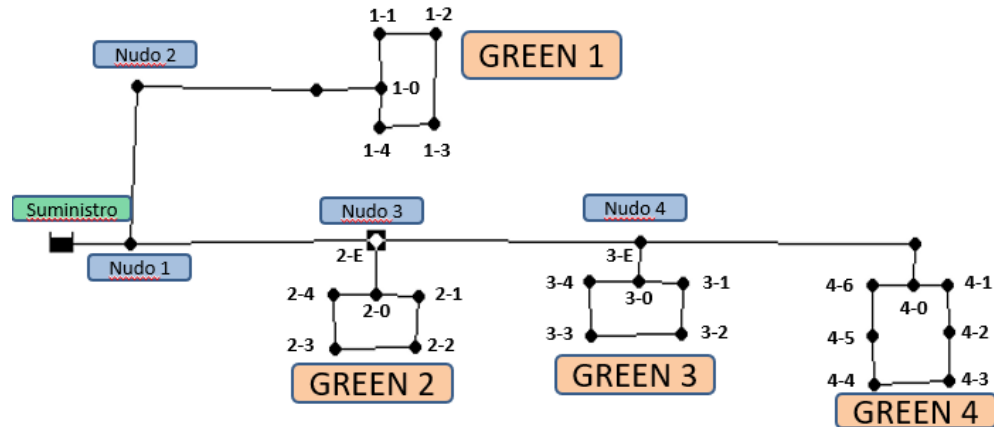
- Tuberías y aspersores para el riego de greens 1, 2, 3 y 4.
- Tuberías y aspersores para el riego de greens 7, 8 y 9.

<<Each flow zone is assigned a maximum flow, limiting the number of sprinklers within that a zone that can be operated simultaneously. [...] Each flow zone is hydraulically limited by the size of the pipe that feeds it. The irrigation designer would have considered three factors when originally sizing this pipe: velocity, pressure loss, and the number of sprinklers needed to run simultaneously.>> (Barrett et al. 2003, 248-249)

A continuación se presentan los resultados de diámetro de tubería obtenidos en ambos sectores de riego, con indicación de la velocidad y pérdida de presión resultante, teniendo en cuenta la demanda base de los aspersores que funcionan simultáneamente.

#### *Greens 1, 2, 3 y 4*

El esquema hidráulico que se ha representado en EPANET es el siguiente (incluye la denominación de cada nudo y aspersor tal como se ha nombrado en el programa):



Anexo 7. Esquema 1. Esquema hidráulico greens 1, 2, 3 y 4.

La solución de riego elegida presenta las siguientes características según los cálculos de EPANET:

**Tabla de Red - Nodos**

	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Suministro	-8.10	46.00	0.00
Nudo 1	0.00	45.80	45.80
Nudo 2	0.00	45.22	45.22
Conexión GR1.0	0.00	44.85	44.85
Conexión GR1.1	0.45	44.49	44.49
Conexión GR1.2	0.45	44.37	44.37
Conexión GR1.3	0.45	44.37	44.37
Conexión GR1.4	0.45	44.49	44.49
Nudo 3		0.00	45.17 45.17
Conexión GR2.0	0.00	45.08	45.08
Conexión GR2.1	0.45	44.72	44.72
Conexión GR2.2	0.45	44.60	44.60
Conexión GR2.3	0.45	44.60	44.60
Conexión GR2.4	0.45	44.72	44.72
Nudo 4	0.00	44.37	44.37
Conexión GR3.0	0.00	44.28	44.28
Conexión GR3.1	0.45	43.92	43.92

Conexión GR3.2	0.45	43.81	43.81
Conexión GR3.3	0.45	43.81	43.81
Conexión GR3.4	0.45	43.92	43.92
Conexión GR4.0	0.00	43.41	43.41
Conexión GR4.1	0.45	43.32	43.32
Conexión GR4.2	0.45	42.93	42.93
Conexión GR4.3	0.45	42.82	42.82
Conexión GR4.4	0.45	42.82	42.82
Conexión GR4.5	0.45	42.93	42.93
Conexión GR4.6	0.45	43.32	43.32

**Tabla de Red - Líneas**

Unit.	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd.
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km
Sum. a nudo 1	5	75	-8.10	1.83	39.85
Nudo 1 a 2 18.67	31	50	1.80	0.92	
Nudo 2 a GR1.0 18.67	20	50	1.80	0.92	
GR1.0 a GR1.1 46.34	7.8	32	0.90	1.12	
GR1.1 a GR1.2 13.56	8.3	32	0.45	0.56	
GR1.2 a GR1.3 0.00	15.6	32	0.00	0.00	
GR1.3 a GR1.4 13.56	8.3	32	0.45	0.56	
GR1.4 a GR 1.0 46.35	7.8	32	0.90	1.12	
Nudo 1 a 4 25.22	25	75	6.30	1.43	
Nudo 4 a 5 31.88	25	63	4.50	1.44	

Nudo 4 a GR2.0 18.67	5	50	1.80	0.92
GR2.0 a GR2.1 46.34	7.8	32	0.90	1.12
GR2.1 a GR2.2 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR2.2 a GR2.3 0.00	15.6	32	0.00	0.00
GR2.3 a GR2.4 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR2.4 a GR2.0 46.35	7.8	32	0.90	1.12

#### *Justificación de la solución adoptada*

A dicha solución de elegida descrita anteriormente se ha llegado probando en EPANET distintos diámetros de tubería y comparando los resultados.

Al objeto de mostrar los efectos que tendría haber elegido otras soluciones de diámetro de tubería, se muestra a continuación una tabla con resultados comparativos.

Asimismo, como cada aspersor puede funcionar de forma individualizada, se ha estudiado el efecto sobre la red de riego si se quita la demanda base de un aspersor en cada green.

Un resumen de los resultados obtenidos por EPANET se presenta a continuación, siendo la primera fila de la tabla la solución elegida de diámetros de tubería:

<b>GREEN 1, 2, 3 y 4</b> DIAMETROS DE TUBERIA (mm)	Presión max (m)	Presión min (m)	Velocidad max (m/s)	Perd. max (m/Km)
Ø 75: sum. a nudo 1, nudo 1 a 4 Ø 63: nudo 4 a 5 Ø 50: nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 Ø 32: anillo de riego de greens	<b>46</b>	<b>42,82</b>	<b>1,83</b>	<b>46,35</b>
Ø 75: sum. A nudo 1, nudo 1 a 4 Ø 63: nudo 4 a 5 Ø 50: nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 Ø 25: anillo de riego de greens	46	39,28	1,83	319,09
Ø 50: sum. A nudo 1, nudo 1 a 4, nudo 4 a 5, nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0	46	36,01	4,13	289,15



Ø 32: anillo de riego de greens				
Ø 75: sum. A nudo 1, nudo 1 a 4 Ø 63: nudo 4 a 5 Ø 50: nudo 1 a 2, nudo 2 a GR1.0 y nudo 4 a GR2.0 Ø 32: anillo de riego de greens CON UN ASPERSOR MENOS EN FUNCIONAMIENTO EN CADA GREEN	46	43,81	1,43	35,23

Anexo 7. Tabla 1. Resultados diseño hidráulico greens 1, 2, 3 y 4

Puesto que EPANET no ha tenido en cuenta las pérdidas debidas a codos y uniones en T, a continuación se procede al cálculo de pérdidas localizadas mediante el método del coeficiente mayorante.

$$h_L = C_m \cdot h_{\text{continuas}} \text{ con } C_m = 1.2$$

Entonces:

$$h_L = 1,2 \times (46 - 42,82) = 3,82 \text{ m}$$

Por consiguiente, se deduce que las presión mínima en el nudo crítico en vez de ser 42.82mca, considerando las pérdidas localizadas y del filtro de anillas, será de  $46 - 3,82 - 1 = 41,18 \text{ mca}$

La solución elegida se considera óptima porque resulta una pérdida de carga asumible entre la cabecera y el nudo crítico. En efecto, si en base al resultado de EPANET consideramos el aspersor que tiene mayor presión (44.72 mca) y lo comparamos con el de menor presión (42.82 mca), se ve que esta diferencia de presión es aceptable para conseguir una buena uniformidad en el riego.

En cuanto a las pérdidas unitarias, las mayores pérdidas se dan entre nudos de la tubería más corta (5m) y en las primeras tuberías de los anillos de los greens. Sin embargo, esto supone pérdidas de presión asumibles, teniendo en cuenta además que no se requiere bombeo, sino que la presión de suministro es superior a la necesaria para el riego.

En lo que se refiere a los anillos de los greens, la tubería de Ø 32 da unas pérdidas de carga aceptables, por lo que no se precisa tubería de diámetro superior.

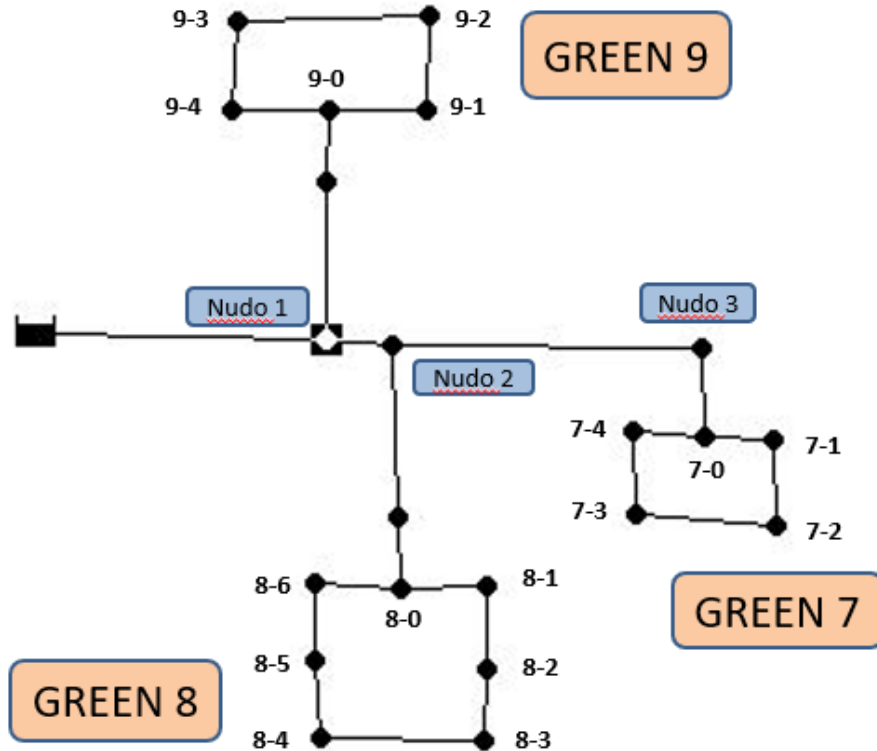
Sin embargo, el diámetro comercial inferior de tubería de Ø 25, da unas pérdidas unitarias elevadas en algunas tuberías (319 m/km).

En lo que respecta a las tuberías principales, se observa que el Ø 50 da unas pérdidas unitarias elevadas de hasta 289 m/km.

Como ya se ha comentado anteriormente, en la tabla anterior se ha calculado también el efecto de eliminar la demanda de un aspersor de cada green. Hay que tener en cuenta que en función de las necesidades de riego del césped, el tiempo de riego programado de cada aspersor puede no ser el mismo, de ahí el interés en calcular con EPANET cuál es el efecto sobre la red cuando se desconecta un aspersor de cada green. Se observa una presión aceptable de riego y una reducción en lo que respecta a pérdidas unitarias.

Greens 7, 8 y 9

El esquema hidráulico que se ha representado en EPANET es el siguiente (incluye la denominación de cada nudo y aspersor tal como se ha nombrado en el programa):



Anexo 7. Esquema 2. Esquema hidráulico greens 7, 8 y 9

La solución de riego elegida presenta las siguientes características según los cálculos de EPANET:

**Tabla de Red - Nudos**

	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Suministro	-6.30	46.00	0.00
Nudo 1	0.00	45.45	45.45
Nudo 2	0.00	44.74	44.74
Conexión GR7.0	0.00	44.02	44.02
Conexión GR7.1	0.45	43.65	43.65
Conexión GR7.2	0.45	43.54	43.54
Conexión GR7.3	0.45	43.54	43.54
Conexión GR7.4	0.45	43.65	43.65

Conexión GR8.0	0.00	42.85	42.85
Conexión GR8.1	0.45	42.76	42.76
Conexión GR8.2	0.45	42.37	42.37
Conexión GR8.3	0.45	42.26	42.26
Conexión GR8.4	0.45	42.26	42.26
Conexión GR8.5	0.45	42.37	42.37
Conexión GR8.6	0.45	42.76	42.76
Conexión GR9.0	0.00	45.02	45.02
Conexión GR9.1	0.45	44.65	44.65
Conexión GR9.2	0.45	44.54	44.54
Conexión GR9.3	0.45	44.54	44.54
Conexión GR9.4	0.45	44.65	44.65

**Tabla de Red - Líneas**

Unit.	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd.
ID Línea m/km	m	mm	LPS	m/s	
Sum. a nudo 1 25.22	22	75	6.30	1.43	
Nudo 1 a GR9.0 18.67	23	50	1.80	0.92	
Nudo 1 a nudo 2 31.88	22	63	4.50	1.44	
Nudo 2 a GR8.0 38.72	49	50	2.70	1.38	
GR9.0 a GR9.1 46.34	7.8	32	0.90	1.12	
GR9.1 a GR9.2 13.56	8.3	32	0.45	0.56	
GR9.4 a GR9.5 46.35	7.8	32	0.90	1.12	
GR9.3 a GR9.4 13.56	8.3	32	0.45	0.56	

GR9.2 a GR9.3 0.00	15.6	32	0.00	0.00
GR8.0 a GR8.1 11.18	7.8	50	1.35	0.69
GR8.1 a GR8.2 46.34	8.3	32	0.90	1.12
GR8.2 a GR8.3 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR8.6 a GR8.7 11.18	7.8	50	1.35	0.69
GR8.5 a GR8.6 46.35	8.3	32	0.90	1.12
GR8.4 a GR8.5 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR8.3 a GR8.4 0.00	15.6	32	0.00	0.00
Nudo 2 a GR7.0 18.67	39	50	1.80	0.92
GR7.0 a GR7.1 46.34	7.8	32	0.90	1.12
GR7.1 a GR7.2 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR7.4 a GR7.5 46.35	7.8	32	0.90	1.12
GR7.3 a GR7.4 13.56	8.3	32	0.45	0.56
GR7.2 a GR7.3 0.00	15.6	32	0.00	0.00

*Justificación de la solución adoptada*

A la solución de elegida se ha llegado probando en EPANET distintos diámetros de tubería y comparando los resultados.

En el caso de los greens 7, 8 y 9 son también válidas las conclusiones obtenidas de la justificación de la solución de ingeniería para los greens 1, 2, 3 y 4.

Un resumen de los resultados obtenidos por EPANET se presenta a continuación:

<b>GREEN 7, 8 y 9</b> DIAMETROS DE TUBERIA (mm)	Presión max (m)	Presión min (m)	Velocidad max (m/s)	Perd. max (m/Km)
Ø 75: sum. A nudo 1 Ø 63: nudo 1 a 2 Ø 32: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	42,26	1,44	46,35
Ø 75: sum. A nudo 1 Ø 63: nudo 1 a 2 Ø 25: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	38,72	1,83	319,10
Ø 32: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías	46	37,37	3,21	181,68
Ø 75: sum. A nudo 1 Ø 63: nudo 1 a 2 Ø 32: anillo de riego de greens Ø 50: resto de tuberías CON UN ASPERSOR MENOS EN FUNCIONAMIENTO EN CADA GREEN	46	43,38	1,15	35,23

Anexo 7. Tabla 2. Resultados diseño hidráulico greens 7, 8 y 9.

Puesto que EPANET no ha tenido en cuenta las pérdidas debidas a codos y uniones en T, a continuación se procede al cálculo de pérdidas localizadas mediante el método del coeficiente mayorante.

$$h_L = C_m \cdot h_{\text{continuas}} \text{ con } C_m = 1.2$$

Entonces:

$$h_L = 1,2 \times (46 - 42,26) = 4,49 \text{ m}$$

Por consiguiente, se deduce que la presión mínima en el nudo crítico en vez de ser 42.26mca, considerando las pérdidas localizadas y del filtro de anillas, será de  $46 - 4,49 - 1 = 40.51 \text{ mca}$

La solución elegida se considera óptima porque resulta una pérdida de carga asumible entre la cabecera y el nudo crítico. En efecto, si en base al resultado de EPANET consideramos el aspersor que tiene mayor presión (44.65 mca) y lo comparamos con el de menor presión (42.26 mca), se ve que esta diferencia de presión es aceptable para conseguir una buena uniformidad en el riego.

En cuanto a las pérdidas unitarias, las mayores pérdidas se dan en las primeras tuberías de los anillos de los greens. Sin embargo, esto supone pérdidas de presión asumibles.

En lo que se refiere a los anillos de los greens, la tubería de Ø 32 da unas pérdidas de carga aceptables, por lo que no se precisa tubería de diámetro superior. Sin embargo, el diámetro comercial inferior de tubería de Ø 25, da unas pérdidas unitarias elevadas en algunas tuberías (319 m/km).

En lo que respecta a las tuberías principales, se observa que el Ø 50 da unas pérdidas unitarias elevadas de hasta 182 m/km.

Asimismo, desconectar un aspersor de cada green permite seguir disponiendo de presiones adecuadas de riego.

### **Justificación de soluciones en el diseño de tuberías**

*<<Property lines, setbacks rights-of-way, wetlands, and easements must be identified and their restrictions determined. These can have a significant effect on head locations and the routing of pipe and wires.>> (Barrett et al. 2003, 132)*

Se establecen como criterios para el diseño del trayecto de tuberías: minimizar al máximo el recorrido para obtener la menor longitud posible de tubería, evitar la proximidad de raíces de árboles y tener en cuenta que son preferibles trayectos que atraviesen zonas fuera de las calles del campo grande. No existe interferencia con propiedades limítrofes ni tampoco con senderos o caminos con derecho público de paso.

*<<When selecting the route of mainline pipe, a designer must consider elements of hydraulics, site conditions, the construction and maintenance of the golf course, local regulations and restrictions, the game of golf itself, and cost.>> (Barrett et al. 2003, 201)*

*<<In terms of hydraulics, it is important to loop mains wherever possible and minimize the amount and length of dead-end stubs. Golf course systems frequently have several large loops and many subloops. Loops balance losses and pressures throughout a system and will usually result in smaller pipe sizes, which equates to lower material and installation costs. They also provide multiple paths for water flow to all points in the system. This, coupled with properly located isolation valves, allows most of the piping network to remain in operation when a section of main has to be closed for repairs.>> (Barrett et al. 2003, 201-202)*

El riego de greens se ha efectuado mediante lazos que los rodean, evitándose de este modo tuberías sin salida. Asimismo, se ha previsto en cabecera de cada sector de riego una válvula de corte para de este modo facilitar el mantenimiento del campo.

*<<Ideally, the large pipe coming out of the pump station should be split into smaller branches as soon as possible.>> (Barrett et al. 2003, 202)*

Se ha optado por diseñar 2 acometidas para el riego del campo de pitch and putt partiendo del anillo principal de riego. Con ello se logra reducir la longitud de las tuberías y una división en sectores de riego que facilita el mantenimiento de la instalación. Así, se podría hacer uso de parte de los hoyos del campo de pitch and putt mientras se efectúan operaciones de mantenimiento o reparación en un sector de riego (greens 1, 2, 3 y 4 o bien greens 7, 8 y 9)

*<<Whenever possible, mainline (and lateral) pipe should not be routed in or across key elements of a golf course. No pipe should be installed under putting surfaces, approaches, tee surfaces, or sand bunkers because of the high cost*



*of restoring these areas if a pipe or fitting fails beneath them. Mains should not be located in fairways for several reasons: Valve boxes and reachwells over valves and cable splices can affect play and are aesthetically unpleasant, and excavations to repair leaks or breaks will be located where they are very disruptive to play. Mains and their associated reachwells and valve boxes should be located only in the rough, where their effect on play and aesthetics is minimized.>> (Barrett et al. 2003, 203)*

Ninguna tubería atraviesa la superficie de greens ni bunkers. Asimismo, tampoco se colocan cajas ni válvulas en las calles del campo grande.

## 6. USO DEL AGUA DEPURADA Y CALIDAD DEL AGUA

*<<The use of effluent or wastewater in a golf course system is closely regulated.>> (Barrett et al. 2003, 132)*

No se utiliza agua de pozo, por lo que no es aplicable normativa al respecto de extracción de agua de acuíferos subterráneos.

En cuanto a la normativa de uso de aguas depuradas, aplica el RD 1620/2007, por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas. Según la Guía de aplicación del RD 1620/2007 editada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino, el riego por aspersión puede suponer la aerosolización del agua, por lo que deben cumplirse determinadas normas para evitar el contacto de las personas con el agua. En concreto, hacer el riego de noche o cuando las instalaciones estén cerradas al público, que las plantas tengan tiempo de secarse antes de que los usuarios entren en contacto con el área regada, usar aspersores que permanezcan tapados a nivel del suelo cuando no estén en servicio, no proyectar aerosol sobre fuentes de agua, respetar distancias de seguridad con el público y, por último, no alcanzar de forma permanente a <<vías de comunicación asfaltadas o áreas habitadas, estableciendo si es preciso, obstáculos o pantallas que limiten la propagación>>.

*<<Environmental issues are a serious concern in all aspect of a golf course project. The irrigation designer must be aware of all environmental restrictions very early in the process. [...] Of course, the most critical environmental restrictions are those limiting the amount of water a course is allowed to use.>> (Barrett et al. 2003, 133)*

El Club de Golf Costa de Azahar es un campo existente desde el año 1960, y el suministro del agua de riego desde EDAR fue estudiado por parte del Ayuntamiento de Castellón en el año 1996, en el Proyecto de instalación de infraestructura para reutilización de agua desde la EDAR de Castellón hasta el parque "El Pinar" (Enero 2009). Desde entonces, el riego del campo se efectúa en su mayoría con agua depurada de la EDAR de Castellón. Por razones medioambientales, el presente proyecto plantea utilizar el suministro de agua depurada como única fuente de agua. Puesto que la superficie a regar es de aproximadamente 0,1 Ha (suma de la superficie ocupada por greens de pitch and putt), se deduce que no va a ser una

limitación la falta de caudal de agua de riego ni tampoco se va a producir un aumento significativo de la demanda de agua de riego por causa del proyecto. La principal limitación en cuanto al suministro de agua es que cuando se producen episodios de lluvia, se lleva a cabo el corte del suministro, el cual se efectúa previo aviso al greenkeeper del campo como se indica en el siguiente ejemplo:

Buenos días,

Debido a la imposibilidad de regeneración del agua depurada de la EDAR de Castellón a causa de las incidencias derivadas de las lluvias registradas durante las últimas horas, el suministro de agua regenerada a los destinos habituales de reutilización va a permanecer cerrado.

Se restablecerá el suministro en un periodo máximo de 72 horas tras la finalización del periodo de lluvias y se comunicará por esta misma vía.

Saludos y disculpen las molestias.

Sara Gargallo Bellés  
Adjunto Jefe Explotación EDAR Castellón  
Área de Saneamiento y Depuración  
sara.gargallo@facsa.com

gimeno<sup>®</sup>  
servicios



Anexo 7. Imagen 29. Comunicación corte de agua. Fuente: Greenkeeper campo de golf

*<<No existe ningún estudio que indique alguna diferencia entre el estado del césped regado por este tipo de agua y el regado con agua de otros orígenes, por lo que se trata de un método recomendable.*

*Los beneficios directos del uso de agua reutilizada son la reducción de nutrientes y de agentes contaminantes a través del filtrado por el césped, la reducción de los fertilizantes a usar en el riego, la mejora del balance hidrológico y la posibilidad de suprimir definitivamente el riego con agua potable de los campos de golf>> (Ortuño 2013, 19)*

*<<La Comunidad Valenciana cuenta con más de 30 campos de golf en la actualidad. En este caso, es la Ley 9/2006, de 5 de diciembre, reguladora de campos de golf, la que recoge, entre otros aspectos ambientales, los relacionados con el riego de los campos de golf: procedencia del agua de riego, optimización y protección de los recursos hídricos existentes. [...] Concretamente, la Ley prioriza el uso de agua depurada, con los mínimos de caudal exigibles, sin que en ningún caso se usen caudales destinados al consumo humano o al agrícola que no hayan sido liberados de dicho uso.>> (Ortuño 2013, 33)*

*<<En la Comunidad de Madrid el uso de agua reutilizada se ha impuesto para el riego de los campos de golf. Su caso ha sido menos permisivo que otras comunidades autónomas, pues el gobierno regional a través del Canal de Isabel II y la Confederación Hidrográfica del Tajo dio un ultimátum de dos años en 2006 para que los campos de golf usaran agua depurada para el riego>> (Ortuño 2013, 28)*

*<<La comunidad autónoma que cuenta con más campos de golf en la actualidad -más de 100- es Andalucía. [...] En cuanto al riego de los campos de golf, se impone que debe realizarse con agua regenerada, si bien en determinados casos se podría regar con agua de origen distinto. De esta forma, cuando no exista un caudal depurado suficiente, el Organismo de Cuenca correspondiente podrá autorizar otros recursos hídricos de diferente origen. [...] Por lo que se refiere a la gestión interna de los recursos hídricos,*

*se deberá realizar un Plan de Conservación de Agua que explique los procesos y actividades que realizará para optimizar el consume de este recurso. En el se detallarán los avances técnicos de los que el campo de golf deberá disponer para ahorrar agua, tales como sistemas inteligentes de riego, limitando a su vez las zonas de riego con el objetivo de reducir los volúmenes necesarios (Cayetano Espejo, Gemma Cànoves, 2008)>> (Ortuño 2013, 29)*

En el caso del Club de Golf Costa de Azahar el uso de agua residual en el proyecto presenta una serie de ventajas, en línea con las ventajas del uso de agua depurada apuntadas en la Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó: las especies cespitosas necesitan grandes cantidades de nitrógeno para su crecimiento con lo cual se evita el uso de abono nitrogenado mediante su aprovechamiento en greens, el contenido en nutrientes (NPK y algunos microelementos) es suficiente en muchas épocas del año, se dispone de red de abastecimiento de agua depurada para el campo de golf debido a su cercanía a la depuradora de aguas de Castellón, coste más barato que el agua potable, suministro continuo de agua puesto que la depuradora trabaja todos los días, debido a que se riega de noche se minimizan los riesgos para la salud, la especie utilizada (*Agrostis stolonífera*) tiene alta tolerancia a la salinidad y, por último, el beneficio para el medio ambiente que supone no verter directamente al medio aguas con contenido en nutrientes.

*<<Among the key factors affecting the water window on today's courses are the requirements of special applications. These determine system capacities more than the requirements of a complete irrigation cycle. An example is the rapid syringing of greens and approaches, or even fairways that are stressed in the afternoon of a day with high ET. Another is the rapid watering in of a "hot" chemical or fertilizer. This is necessary to prevent leaf burn and to avoid exposing golfers to the product.>> (Barrett et al. 2003, 137-138)*

Se considera que no hay limitación de caudal de agua por el hecho de utilizar agua depurada (Se precisan 0,495 m<sup>3</sup>/día frente a los 417,13 m<sup>3</sup>/día de caudal de diseño de la red de agua depurada) y que la mayor limitación para el riego son las horas disponibles de riego, lo cual implica que el proyecto de pitch and putt habría de acomodarse, según criterio del greenkeeper, en la programación de riego del campo grande como 2 nuevos sectores de riego (controlados por sendas electroválvulas). Obviamente el riego se efectuaría en la ventana nocturna de 12 horas para evitar el quemado de las hojas y la exposición de los golfistas al riego de los aspersores.

*<<The quality of water in the available source(s) is critical. Water quality can be affected by a wide variety of factors. [...] In areas with minimal rainfall, however, water quality must be higher.*

*Water quality must be accurately determined by testing as early as possible in the initial planning stages of a project. Water of poor or marginal quality may necessitate ongoing treatment, entailing significant cost. The possibilities range from a simple injector for correcting pH to a complex and very expensive reverse osmosis plant.*

*Poor-quality water in the primary source on a site may force the use of parallel systems. In some cases, marginal-quality water is satisfactory for irrigation of the rough and fairways, but unacceptable for greens and tees. A completely separate system, using good-quality water from a separate source, can be*

*installed to irrigate only the critical green and tee areas.>> (Barrett et al. 2003, 141)*

*<<Al usar el agua reutilizada hay que considerar la aportación ya incorporada de nutrientes (nitrógeno y fósforo)>> (Ortuño 2013, 20)*

No hay tratamiento del agua en la instalación, excepto filtro de malla para evitar paso de partículas. En el proyecto de campo de pitch and putt, no se considera necesario efectuar tratamientos adicionales del agua debido al precio que ello supondría frente a la relativa mejora obtenida.

A continuación se discuten los principales parámetros del agua de riego depurada en base a las siguientes analíticas de agua facilitadas por la empresa suministradora:

RESULTADOS DE LA MUESTRA				
PARAMETRO	METODO	LIM.CUANT	RESULTADO	UNIDADES
pH	EL/002-a	1.0 pH	7.4	Unidad pH (1)
Conductividad a 20°C	EL/001-a	10.0 µS/cm	2020	µS/cm (1)
Cloruros	CI/002-a	0.50 mg/l	325	mg/l (1)
Sulfatos	CI/002-a	0.50 mg/l	245	mg/l (1)
Carbonatos	VL/002-a	20 mg/l	<20	mg/l (1)
Bicarbonatos	VL/002-a	20 mg/l	324	mg/l (1)
Dureza	CALCU/001-a	4.0 mg/l	49	°F (1)
Calcio	ICP/014-a	0.50 mg/l	129	mg/l (1)
Magnesio	ICP/014-a	0.50 mg/l	40	mg/l (1)
Sodio	ICP/014-a	1.0 mg/l	210	mg/l (1)
Nitratos	CI/002-a	0.50 mg/l	19	mg/l (1)
SAR	CALCU/001-a	0	4.1	(1)
Clasificación	Fórmula		C3-S1	(*)(1)

RESULTADOS LABORATORIO				
PARAMETRO	METODO	LIM.CUANT	RESULTADO	UNIDADES
Sólidos en suspensión 0,45µ	GRV/003-a	5,0 mg/L	<5,0	mg/L (1)
DQO	EA/011-a	5 mg/L	52	mg/L (1)
DBO5	MN/001-a	5 mg/L	<5	mg/L (1)
Amonio	VL/013-a	1,0 mg/L NH3	66	mg/L NH3 (1)
Aceites y grasas	IR/001-a	0,20 mg/L	<0,20	mg/L (1)
Fosforo total	EA/046-a	0,050 mg/L	0,48	mg/L (1)
Nitrógeno total	CAL/004-a	1,0 mg/L	61	mg/L (1)
Sulfatos	CI/002-a	0,50 mg/L	290	mg/L (1)
Cloruros	CI/002-a	0,50 mg/L	570	mg/L (1)
Detergentes aniónicos	EA/030-a	0,10 mg/L	<0,10	mg/L (1)
<i>Escherichia coli</i>	FIL/010-a (Recuento)		<1	UFC/100ml (1)
Enterococos intestinales	FIL/005-a (Recuento)		<1	UFC/100ml (1)

Anexo 7. Imagen 30. Resultados analíticas agua depurada. Fuente: Greenkeeper campo de golf

Fecha	Fósforo (ppm)	Nitrógeno (ppm)	Conductividad (µS/cm)
Julio 2019	0,88	28,38	3454
Agosto 2019	0,26	24,54	2622
Diciembre 2019	0,40	37,09	3591
Enero 2020	0,70	33,06	3170

Anexo 7. Tabla 3. Analíticas de agua depurada. Fuente: FACSA

Según la Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, se pueden adoptar los siguientes rangos indicativos de calidad de un agua de riego:

				en ppm	
	pH	CE(dS.m-1)	SAR	Ca	Mg
Rango deseado	6,5-8,4	<1,2	<6,0	<100	<40
en ppm	Na	Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	B
Rango deseado	<160	<100	<90	<200	<0,50

Anexo 7. Imagen 31. Rangos calidad del agua. Fuente: Guía técnica semillas Fitó

Y según Carrazón (2007) en manual de riego de la FAO:

<b>Tabla 8 Parámetros normalmente requeridos en análisis de agua para riego.</b>		
Determinación	Unidad de medida	Valores normales
Contenido en sales:		
CE	dS/m	0 – 3
ó SD	mg/L	0 – 2000
Sodicidad:		
RAS	–	0 – 15
Cationes y aniones:		
Ca <sup>2+</sup>	meq/L	0 – 20
Mg <sup>2+</sup>	meq/L	0 – 5
Na <sup>+</sup>	meq/L	0 – 40
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	meq/L	0 – 10
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	0 – 20
Cl <sup>-</sup>	meq/L	0 - 30
Varios:		
Boro	mg/L	0 – 2
pH	–	6.0 – 8.5

Anexo 7. Imagen 32. Rangos calidad del agua. Fuente: USDA (1997)

A continuación se analizan los principales parámetros del agua de riego:

*pH*: aguas de pH prácticamente neutro por lo que son de pH idóneo para el riego de los greens conforme a las normas USGA y recomendaciones generales de riego.

*Dureza (Ca + Mg)*: aguas de alta dureza según la referencia orientativa de dureza la siguiente tabla de la guía técnica de Semillas Fitó:

0-60 ppm(Ca++ + Mg++)	Blanda
61-120	Moderadamente dura
121-180	Dura
>180	Muy dura

Tabla4. Dureza. Fuente: Semillas Fitó

Se concluye que con los 169 ppm de (Ca + Mg) obtenidos en la analítica, el agua depurada se puede considerar dura. Esto puede provocar obstrucciones en el sistema de riego.

**Conductividad:** Salinidad del agua de riego alta frente al rango deseado (2-3,5 dS/m frente a los <1.2 dS/m recomendados), lo cual se añade a la naturaleza salina del agua del subsuelo. Carrazón (2007), en manual de riego de la FAO, propone como restricción severa del agua de riego una salinidad mayor de 3 dS/m

Tabla 4 Grado de restricción para la utilización del agua en función de la salinidad.			
Parámetro	Ninguna	De ligera a moderada	Severa
CE (dS/m)	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
ó SD (mg/L)	< 450	450 – 2,000	> 2,000

Anexo 7. Imagen 33. Salinidad del agua de riego. Fuente: Ayers y Westcot (1985). FAO

Puesto que la tolerancia a la salinidad de *Agrostis stolonífera* es alta comparada con otras especies cespitosas (8-16 dS/m), se considera que la salinidad es asumible.

La salinidad provoca sequía fisiológica y un efecto tóxico por la alta concentración de iones. De acuerdo a la guía técnica de Semillas Fitó, los síntomas son un crecimiento a manchas con eflorescencias salinas en distintas zonas de la superficie. No obstante, según el estudio de investigación de tolerancia a la salinidad de especies cespitosas de Ramirez-Suárez (2016), las cespitosas tolerantes a la salinidad son capaces de crecer y completar su ciclo de vida sin disminuir significativamente su rendimiento.

Los greens se recuperan lavando con agua de baja salinidad.

**Riesgo de sodicidad (SAR):** la analítica indica que SAR = 4.1 y puesto que el valor obtenido es < 6, puede utilizarse sin riesgo de que influya en la estructura del terreno aportando niveles perjudiciales de Na<sup>+</sup> (ya que el agua compensa el efecto del ión sodio con un alto contenido en ión calcio). La pérdida de estructura del suelo conlleva problemas posteriores de infiltración.

**Cloruros:** El valor obtenido es de 325 ppm y 570 ppm frente al <100 recomendado. Carrazón (2007), en manual de riego de la FAO, explica que en riego por aspersión y a bajas humedades relativas (<30%) se puede absorber también sodio y cloruros a través de las hojas, presentando la siguiente tabla:



**Tabla 5 Toxicidad por iones específicos.**

Ión	Parámetro	Grado de restricción			
		Ninguno	De ligero a moderado	Severo	
Sodio (Na <sup>+</sup> ):	Absorción radicular	RAS	< 3	3 – 9	> 9
	Absorción foliar	meq/L	< 3	> 3	–
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	Absorción radicular	meq/L	< 4	4 – 10	> 10
	Absorción foliar	meq/L	< 3	> 3	–
Boro (B <sup>-</sup> )	Absorción radicular	meq/L	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0

Fuente: Ayers y Westcot (1985).

Anexo 7. Imagen 34. Toxicidad por iones. Fuente: Ayers y Westcot (1985). FAO

Si a partir de 355 ppm (10 meq/l) de absorción radicular puede aparecer toxicidad por cloruros, ello implica que se debe prestar atención a este parámetro.

No obstante, en la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó matiza que <<no es particularmente tóxico a las cespitosas aunque niveles superiores a 355 ppm puede provocar problemas de toxicidad en árboles y arbustos>>

El exceso de cloruros puede suponer quemaduras en las puntas de las hojas que avanza por los bordes de las mismas.

Cloruro en agua		Comentarios
mmol/l	ppm	
<2	<70	En general, seguro para todos los cultivos.
2-4	70-140	Plantas sensibles muestran normalmente síntomas de toxicidad leves a moderados.
4-10	140-350	Plantas moderadamente tolerantes muestran efectos de toxicidad leves a sustanciales.
>10	>350	Puede causar problemas severos.

Anexo 7. Imagen 35. Cloruro. Fuente: Samuel Román. (2002) Libro Azul. Manual de fertirriego. SQM.

**Boro:** elemento tóxico a concentraciones bajas, en aguas depuradas proviene de jabones y detergentes. Según la guía técnica de Semillas Fitó, <<su concentración varía normalmente de 0.5 a 1 ppm. Los céspedes lo toleran mejor que otras plantas, sobre todo si se eliminan los restos de siega.>>. Sus síntomas son amarilleamiento de las puntas de las hojas más antiguas, que va desplazándose hacia el centro de las hojas.

**Nitrógeno:** Valor adecuado de nitratos (19 mg/l) según puede verse en la tabla siguiente y que permite el aprovechamiento por el césped del nitrógeno como nutriente, aparte de no contribuir a la contaminación de las aguas subterráneas. Carrazón (2007), en manual de riego de la FAO, alerta sobre los problemas que puede conllevar un alto contenido de nitratos y bicarbonatos en agua de riego:

Tabla 7 Problemas varios con la calidad del agua.				
Problema potencial	Parámetro	Grado de restricción		
		Ninguno	De ligero a moderado	Severo
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H):	meq/L	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
Acidez / basicidad	pH	Rango normal: 6.5 – 8.4		

Fuente: Ayers y Westcot (1985).

Anexo 7. Imagen 36. Problemas de calidad del agua. Fuente: Ayers y Westcot (1985). FAO

Si consideramos el nitrógeno asimilable por la planta (nitratos + amonio), el agua depurada está, según las analíticas, entre 19 y 66 ppm (habitualmente en torno a 30 ppm).

Comparando con los niveles aceptables según la pluviometría que recomienda la guía técnica de Semillas Fitó, el nitrógeno se encuentra en nivel medio:

	Bajo	Alto	Medio
Nitrógeno total (ppm) en el agua de riego	11 ppm	285 ppm	35 ppm
Riego de 25 mm	2,75 u.N	71,25 u.N	8,75 u.N
Pluviometría en riego:			
Total anual de 800 mm	88 u.N	2.280 u.N	280 u.N
Total anual de 1.600 mm	176 u.N	4.560 u.N	560 u.N

Anexo 7. Imagen 37. Nitrógeno recomendado. Fuente: Guía técnica Semillas Fitó

**Bicarbonatos:** Sin que los 324 mg/l de la analítica alcancen los 518 mg/l que según Carrazón (2007) suponen una restricción severa, el valor de bicarbonatos es alto. Según explica dicho autor, en riego por aspersión la presencia de ión calcio, bicarbonatos y sulfatos, con tasas de evaporación elevadas, forma depósitos blancos sobre las hojas debido a la formación de precipitados de cal (CaCO<sub>3</sub>) y yeso (CaSO<sub>4</sub>).

**Metales pesados:** Según la guía técnica de Semillas Fitó, los niveles de cadmio deben ser inferiores a 0,005 ppm, los de cobre a 0,2 ppm, los de níquel a 0,5 ppm y los de zinc a 5 ppm.

*<<El uso de agua depurada para regar campos de golf viene recogido en el RD 1620 de 7 de diciembre de 2007, en el cual se establecen los usos de este tipo de agua en función de su prioridad. El caso de riego de los campos de golf está incluido entre los Usos Recreativos, donde se especifica la calidad que debe tener el agua>> (Ortuño 2013, 54)*

El agua depurada a utilizar cumple con los requisitos de calidad del RD 1620/2007 ya que según se aprecia en las analíticas de aguas facilitadas por la empresa suministradora, tanto los parámetros microbiológicos como en cuanto a sólidos en suspensión, el agua depurada está dentro de lo exigido por la legislación nacional.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				OTROS CRITERIOS
	NEMATODOS INTESTINALES	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	
4.- USOS RECREATIVOS					
CALIDAD 4.1 <sup>1</sup> a) Riego de campos de golf.	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3 <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)

Anexo 7. Imagen 38. Requisitos calidad agua depurada. Fuente: RD 1620/2007

Las frecuencias de análisis del agua depurada son las siguientes:

Nemátodos intestinales: quincenal

Escherichia coli: 2 veces por semana

SS: semanal

Turbidez: 2 veces por semana

## 7. DISEÑO ELÉCTRICO, PROGRAMADOR Y SISTEMA DE COMUNICACIONES

### DISEÑO ELECTRICO

<<All modern irrigation systems require the use of electricity to operate a variety of components. These components typically include central control systems, field controllers, decoders, electric valves and/or valve-in-head rotors, and pumping stations.>> (Barrett et al. 2003, 209)

<<It is very important that all potential electrical requirements be identified early in the conceptual design phase of an irrigation system. Electrical properties are typically identified with the following terms: voltage, current, cycles per second (hertz), and phase(s). [...] The type of electricity used in irrigation systems is usually alternating current (AC).>> (Barrett et al. 2003, 210)

<<Many types of controllers are used on golf course irrigation systems, and innovations in irrigation system controls continue to become available at a much faster pace than in any other component of the irrigation system.>> (Barrett et al. 2003, 212)

<<An irrigation system that offers individual sprinkler control provides the most programming flexibility.>> (Barrett et al. 2003, 216)

<<The correct sizing of field controller power wire is essential to the proper operation of an irrigation control system. [...] A conservative wire design should take into consideration the potential variables. Irrigation equipment is typically designed to operate at  $\pm 10$  percent of its rated voltage.>> (Barrett et al. 2003, 219)

<<The power from field controllers to the electric valves and valve-in-head sprinklers is distributed through the zone wire. Such wires provide the 24 VAC required for the operation of a valve solenoid coil. [...] Zone wire is insulated with either a UF PVC jacket or PE jacket. These wires are typically color coded so they can be easily identified in the field.>> (Barrett et al. 2003, 222-223)

<<The distance between the controller and the valve, as well as the number of valves operating on a single common wire, are sizing variables. An irrigation consultant often prepares a project specification that identifies the maximum allowable distance between the field controller and a solenoid. Each field controller should utilize its own valve common wire(s) and should not share a common wire with another controller. [...] Manufacturers provide charts and electrical data for the electrical requirements of their solenoids.>> (Barrett et al. 2003, 224)

Según la Información técnica del fabricante, la Resistencia se calcula aplicando la formula:

$R = 1000 \cdot AVL / 2L \cdot I$ , siendo:

R: Resistencia máxima permitida del cable en ohmios por 1000m.

AVL: Pérdida de tensión permitida. Se calcula restando el voltaje de funcionamiento mínimo de la válvula al voltaje a la salida del programador

L: longitud del cable en metros

I: corriente de irrupción.

Donde tenemos:

$AVL = 24V - 20V = 4$  (según especificaciones técnicas del fabricante de aspersores)

I: 0,41A

L:

Distancia máxima de válvula de riego a la cabecera en:

Hoyos 1,2 ,3 y 4 es de 99 m

Hoyos 7, 8 y 9 es de 117 m

Suponiendo que la torre del programador se coloca en 30 m a la redonda de la cabecera, podemos asegurar una distancia máxima de cable de 150 m

Por consiguiente, sustituyendo:

$R = 1000 * 4 / 2 (150) * 0,41 = 32,5$  ohmios / 1000 metros.

Con este dato se debe ir a la tabla de Resistencia del cable de cobre, que según el fabricante es:

Tamaño del cable (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a 20°C (ohmios / 1000m)
0,5	38,4
1	18,7
1,5	13,6
2,5	7,4

Anexo 7. Tabla 5. Resistencia cable para aspersores. Fuente: Guía instaladores de Rain Bird

Puesto que la resistencia del cable no puede ser superior a 32,5 ohmios por 1000m, el cable de menor sección podría ser de 1 mm<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que 1,5 mm<sup>2</sup> es un tamaño más común y su precio está incluido en la tarifa de Rain Bird, se calcula el presupuesto con tamaño de cable 1,5mm<sup>2</sup>.

#### PROGRAMADOR

*<<A modern satellite control system provides a high degree of field and central control functionality [...] Advanced capabilities can greatly affect the potential load. Each field controller has an electrical demand while at rest.>> (Barrett et al. 2003, 219)*

En el Proyecto se plantea un programador satélite en el SECTOR 1 y otro en el SECTOR 2. Dichos programadores están instalados en una torre, lo que permite al operador de jardinería manipular cómodamente las opciones de riego.

Este control es importante cuando se desea regar a una hora del día donde pudieran existir jugadores en el campo. La observación directa del operador permite evitar interferencias con los jugadores.





Anexo 7. Imagen 39. Control del riego con programador. Fuente: Catálogo Rain Bird de 2018

Las especificaciones técnicas del programador facilitadas por el fabricante son las siguientes, según “Catálogo de productos de golf Rain Bird de 2018”:

**PROGRAMADOR ESP-LXME**

Transformarlo en un programador satélite IQ

- El programador mejorado ESP-LXME proporciona opcionalmente detección de caudal y gestión del agua.
- Diseño modular para una versatilidad inigualable - Capacidad de 8 a 48 estaciones. Modelos de módulos de estaciones disponibles: 8 y 12 estaciones.
- Programación ultrasencilla gracias a la interfaz de usuario.

**CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMADOR**

- Amplia pantalla de cristal líquido con interfaz de usuario con toques y fácil de usar.
- Entrada para sensor meteorológico con interruptor de anulación manual.
- Circuito de arranque de válvula maestra/bomba.
- El usuario puede escoger entre 6 idiomas.
- Memoria no volátil (100 años).
- Protección antidescargas estándar de 10 kV.
- El panel frontal es desmontable y puede programarse con alimentación por pilas.

**CARACTERÍSTICAS DE PROGRAMACION**

- SimulStations™ es una función programable que permita el funcionamiento simultáneo de 2 estaciones por módulo, hasta un máximo de 5 estaciones.
- Función Cycle Soak™ (Ciclo-Ramejo) programable por estación.
- Función Rain Delay (retazo del riego).
- Calendario de 365 días con días sin riego.
- Retazo entre estaciones programable por programa.
- Válvula maestra normalmente abierta o cerrada programable por estación.
- Sensor meteorológico programable por estación para impedir o interrumpir el riego.
- Tiempo de funcionamiento de las estaciones: de 0 minutos a 12 horas.
- Retazo entre estaciones: entre 1 segundo y 9 horas.
- Ajuste estacional: de 0 a 300% (tiempo máximo de funcionamiento por estación: 16 horas).
- 4 programas independientes (ABCD).
- Los programas ABCD pueden solaparse.
- 8 horas de arranque por programa.
- Los programas permiten escoger los días de riego: días de la semana escogidos, días impares, días impares excepto el día 31 de cada mes, días pares y dígitos.
- Modo manual: estación, programa, programa de prueba.

**FUNCIONES DE GESTION DEL CAUDAL**

- La opción "Flow Smart Module" añade las siguientes funciones en la gestión del caudal:
- El Flow Smart Module admite la entrada de un sensor de caudal que no sea de pulsos.
  - La utilidad "FlowWatch Learn Flow" determina el caudal que debe circular por cada una de las estaciones. El FlowWatch compara el caudal instantáneo y real con el que debería circular y ejecuta las acciones definidas por el usuario si hay un exceso o defecto de caudal o si no hay caudal alguno. FlowWatch localiza automáticamente el punto con el problema de caudal para aislarlo desactivando la estación y/o la válvula maestra. FlowWatch es compatible con válvulas normalmente cerradas y normalmente abiertas.
  - El "Manual Master Valve Water Windows" se encarga de coordinar los riegos manuales diarios con el sensor de caudal. El "Water Windows" permite la programación de días semanales para los riegos manuales así como definir que caudales adicionales deben usarse en estos riegos.

**ESPECIFICACIONES**

- Dimensiones (AnxAlxP): 36,4 x 32,2 x 14,0 cm

- Entrada necesaria: 230 VCA ± 10%, 50 Hz.
- Salida: 26,5 VCA, 1,9 A.
- Soporte de alimentación: una pila de botón de litio mantiene la hora y la fecha mientras que la memoria no volátil memoriza el calendario.
- Capacidad para múltiples estaciones: funcionamiento simultáneo de hasta cinco válvulas de solenoides de 24 VCA, 7 VA. Máximo dos válvulas de solenoides por estación.

**MODELOS**

IBLXMEEU (Ref.: F440R2SP): programador básico de 8 estaciones.  
 I12E SPLXMEEU (Ref.: F45122SP): programador básico de 12 estaciones con módulo Flow Smart.  
 FSM-LXME (Ref.: F45000SP): Flow Smart Module

Armario metálico para ESP-LX (Ref.: F42420)

Podestal metálico para ESP-LX (Ref.: F42430)



**Módulos de estaciones ESP-LXME**

La capacidad básica del programador ESP-LXME es de 8 ó 12 estaciones. En los emplazamientos para extensiones se pueden instalar módulos de 4, 8 ó 12 estaciones para aumentar la capacidad del programador hasta 48 estaciones. La numeración dinámica de estaciones elimina los saltos en la numeración de estaciones.

**MODELOS**

ESPLXMSM8 (Ref.: F42270): módulo de 8 estaciones  
 ESPLXMSM12 (Ref.: F42220): módulo de 12 estaciones



Anexo 7. Imagen 40. Especificaciones técnicas programador. Fuente: Catálogo Rain Bird de 2018



<<An irrigation controller has a maximum electrical output, which is determined by the volt amp (VA) output of its transformer. This output determines the maximum number of valves or valve-in-head sprinklers that can be activated simultaneously. >> (Barrett et al. 2003, 247)

Para cada sector de riego se elige un Programador modular ESP-LXME de 8 estaciones de Rain Bird (Modelo: I8LXMEEU) dotado de 2 módulos de ampliación de 12 estaciones (Modelo: ESP LX M SM12).

En el caso del sector 1, existen 18 aspersores. Por consiguiente, se necesitan 36 estaciones (una por cada cable eléctrico del aspersor más otras 18 conexiones para el cable común).

El programador y sus módulos de ampliación cubren  $12 + 12 + 8 = 32$  estaciones. Para las 4 estaciones que faltan (green del 1 del campo de pitch and putt, por ejemplo), podría usarse el programador existente junto al green del 9 del campo grande, ya que tras consultar al greenkeeper, se confirma que sobran estaciones de conexión.

En el caso del sector 2, existen 14 aspersores, por lo que se necesitan 28 estaciones. Así pues, las 32 estaciones del programador y sus módulos de ampliación cubren las necesidades de conexión eléctrica.

Se han elegido dichos modelos de programador tras consultar al responsable técnico comercial de Rain Bird, confirmando que se trata de una elección adecuada para el campo de pitch and putt.

#### SISTEMA DE COMUNICACIONES

<<Communication cables are usually installed in open cut trenches and below mainline pipe for protection. >> (Barrett et al. 2003, 192)

<<Another problem with communication cables is their susceptibility to physical damage, suffered either during installation or in subsequent renovation or repair operations. Nicked insulation or improper splices made during installation will cause problems for the life of the systems>> (Barrett et al. 2003, 192)

<<Central-controlled irrigation systems require a communication link between the central and field controllers.>> (Barrett et al. 2003, 224)

Hay que tener en cuenta que la ubicación de la torre del programador está diseñada cerca de la existente junto al green del 9, y que de dicha torre parte cable de comunicaciones enterrado, por lo que se podría aprovechar dicha red para que el greenkeeper tuviera un control del campo de pitch and putt a distancia utilizando un terminal como, por ejemplo, su propio teléfono móvil.

# DRENAJE DE GREENS Y BUNKERS

**ANEXO 8. DRENAJE DE GREENS Y BUNKERS**

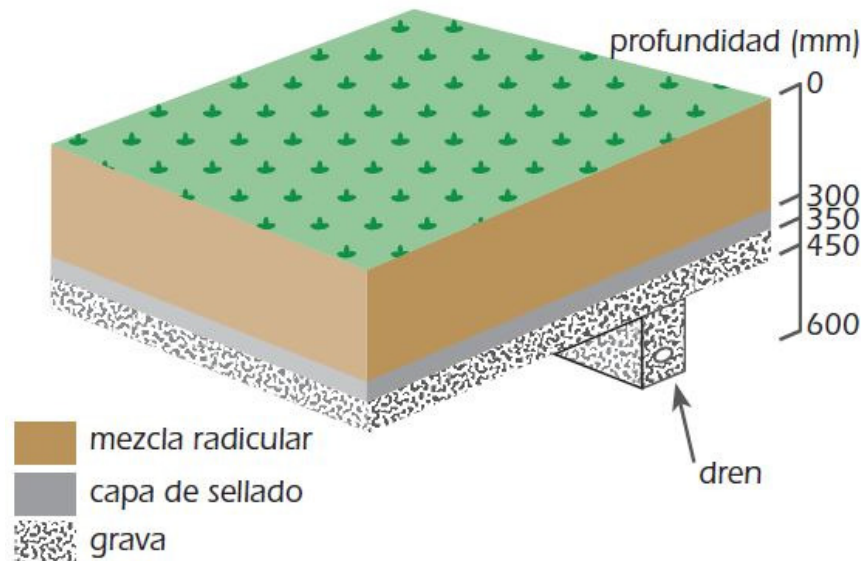
<<For nearly 60 years the USGA recommendations for putting green construction have been the most widely used method of putting green construction throughout the United States and other parts of the world>>  
(USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 1)



Anexo 8. Imagen 1. Drenaje. Fuente: USGA recommendations for a method of putting green construction

Dada su extensa implantación en campos de golf y prestigio en cuanto a la rigurosidad de la información aportada, las recomendaciones USGA (*United States Golf Association*) para la construcción de greens de golf han sido utilizadas como base en el presente proyecto.

Otra representación gráfica del perfil del terreno conforme a las normas USGA de drenaje de greens es la siguiente:



Anexo 8. Imagen 2. Drenaje de greens. Fuente: Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes. Semillas Fitó.

Es decir, podemos distinguir las siguientes capas de terreno en un corte transversal de un green de golf, de más a menos profundidad:

- Sub-base (terreno sobre el que se asienta el green)
- Zanjas de drenaje
- Capa de gravilla (que puede ir recubierta de una capa intermedia de sellado)
- Mezcla radical

A continuación se describen las características de cada una de estas capas:

#### Sub-base

<<Es imperativo que la sub-base sea bien compactada para evitar futura sedimentación o desplazamiento.>> (Construyendo el green de la USGA: consejos para el éxito. 2002, 9)

<< Cavity walls should be 90 degrees to the cavity floor or steeply sloped. If the cavity walls are sloped, they should be sloped enough to prevent differences in the depth of the rootzone mixture near the putting green perimeter. (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 2)

Se asume en los planos del Proyecto que la cavidad es de 90 grados y se considera que la sub-base debe ser adecuadamente compactada.

#### Zanjas de drenaje

<<The pattern of drainage system should be designed so that the main drains are placed along the lines of maximum fall. Install cleanout ports on the main drainage lines upstream and downstream from the putting green. These ports are created by extending risers from the main drain pipes to the surface. Attach a cap to the riser that is equipped with a stainless-steel insert or metal washer so that the riser can be easily located with a metal detector.

Install lateral drainage pipes at an angle across the slope of the subgrade, allowing for a continuous slope of 0.5 percent or greater to the main drain. Space the lateral drains not more than 5 meters apart and extend them to the perimeter of the putting green cavity. Laterals should also be placed in water-collecting depressions if they exist.

At any low points where a main drain exits the putting green, place drainage pipe along the perimeter of the putting green cavity to facilitate the drainage of water that may accumulate along the cavity wall. Also install perimeter drains at any other low point along the edge of the putting green where water is likely to accumulate. It is important that the perimeter drains be installed immediately adjacent to the cavity wall. Perimeter drains installed even a short distance from the cavity wall may not adequately drain water from the putting green perimeter.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 3)

Se ha optado por tener en cuenta las normas USGA para el drenaje de greens en la mayoría de greens, excepto en hoyos 2, 3 y 8 para los que se diseñan greens elevados al objeto de tener el máximo cuidado con los pinos circundantes. Por consiguiente, en la construcción de greens según recomendaciones USGA será obligatorio seguir estas normas.

<<Drainage pipe shall be perforated polyvinyl chloride (PVC) or corrugated polyethylene (PE) pipe minimally conforming to ASTM D2729 or ASTM F667, respectively. The pipe shall have a minimum diameter of 100 mm. [...] Drainage trenches shall be at least 150mm wide, 200mm deep and cut into thoroughly compacted subsoil so that the drainage pipes maintain a consistent 0.5-percent slope to the outlet. Remove all spoil from the trenches and smooth the trench floors. The subgrade floor also should be smooth and clean of all debris after trenching.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 4)

<<Place a layer of gravel in the drainage trenches to a minimum depth of 25 mm. [...] Install all drainage pipes on top of a gravel layer in the drainage trenches. If using PVC drain pipe, install the pipe with the holes facing down. Pipe connections shall not impair the overall function of the pipeline. Backfill the trenches with additional gravel, taking care not to displace any of the drainage pipes or fittings. Ensure that there is gravel between the pipes and the trench walls.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 4)

Se ha optado en el proyecto por las siguientes características técnicas del drenaje:

Pendiente de drenaje: 1% en greens planos o bien misma pendiente del green.

Separación entre desagües laterales: 3 m aprox.

Longitud de los desagües: hasta perímetro putting green

Profundidad de las zanjas: 20 cm

Anchura de las zanjas: 15 cm

Tubería de drenaje: PE corrugado perforado de 100 mm de diámetro

Profundidad capa de grava bajo tubería drenaje: 3 cm



Anexo 8. Imagen 3. Tuberías de drenaje. Fuente: Construyendo un green de la USGA. (Detalle de unión entre tuberías de drenaje y colocación del alambre de señalización)

#### Mezcla radicular:

<< The surface of finished gravel layer should be 300 mm below the finished grade and shall conform to the proposed finished grade, plus or minus 25 mm.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 5)

En el proyecto se opta por una mezcla radicular de 30 cm de profundidad.

Otra alternativa a este sistema, según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, es construir un green de golf con una base de 300 mm de arena directamente sobre el suelo. Esta solución se aplica en el presente proyecto para la construcción de greens elevados cercanos a pinos cuando se pretende cuidar las raíces de dichos árboles. En dicha guía técnica de semillas Fitó se indica que <<las características de esta arena son: 85-90% de partículas entre 0.1 – 1 mm de diámetro, estando el 60% entre 0.25 y 0.5 mm.>> En cuanto a las zanjas de drenaje, se señala que <<si el suelo original es drenante (6-12mm/h de infiltración), se puede obviar>>.

#### Composición físico-química de las capas:

<<Gravel composed of soft limestones, sandstones or shales is not acceptable. Questionable materials should be tested for stability using the Micro-Deval test ASTM D6928. [...] There is evidence that placing low-pH rootzone mixtures over high-pH gravel materials such as limestone and dolomite contributes to the formation of iron oxide layers at the rootzone



mixture to the gravel layer. If given the option, selecting a neutral-pH gravel is recommended. [...] If propel sized gravel cannot be sourced, an intermediate layer must be installed.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 5)

Para evitar la instalación de una capa intermedia, el árido utilizado para el drenaje debe de cumplir estrictamente según normas USGA las siguientes especificaciones:

**TABLE 1. Rootzone and Gravel Performance Factors When Intermediate Layer is Not Required**

Bridging Factor	$\frac{D15 \text{ (gravel)}}{D85 \text{ (rootzone)}}$	$\leq 8$
Permeability Factor	$\frac{D15 \text{ (gravel)}}{D15 \text{ (rootzone)}}$	$\geq 5$
Uniformity Factors	$\frac{D90 \text{ (gravel)}}{D15 \text{ (gravel)}}$	$\leq 3$
	100% passing a 12-mm screen	
	$\leq 10\%$ passing a 2-mm screen	
	$\leq 5\%$ passing a 1-mm screen	

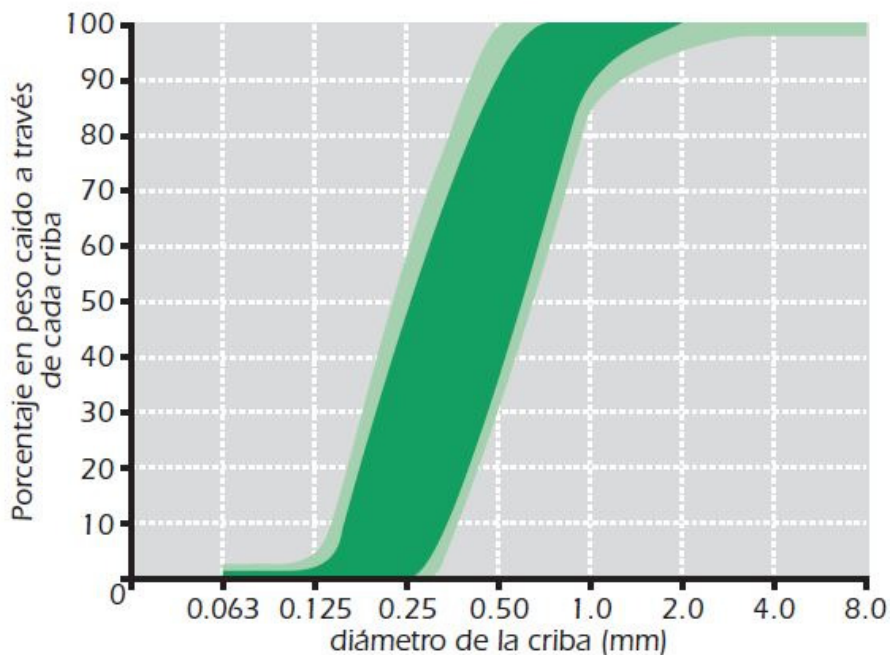
Anexo 8. Tabla 1. Especificaciones del árido según normas USGA.

Semillas Fitó en la guía técnica de cultivo en céspedes recomienda gravas de diámetro entre 5 y 10, lo más uniformes posible, y un D50 < 8 mm.

<<Putting green built to USGA recommendations are sand-based systems – i.e., sand is the primary component of the growing medium or rootzone mixture. [...] Many, if not most, of the sands used for putting green construction are a composite of silica minerals including quartz, feldspars and other minerals. [...] Sand selection, especially with regard to particle size, is critical to the successful performance of a putting green. Sand particle size will have a profound influence on putting green performance; affecting factors such as water retention, drainage and firmness. Fine sands will have greater water retention than coarse sands, so less organic or inorganic amendment can be used to achieve adequate capillary porosity. Coarse sands retain little water and, therefore, often must be amended to increase capillary porosity.

Sands that are too uniform may lack sufficient particle packing to form a stable or firm surface. To quantify particle size uniformity, the USGA recommends sands have a coefficient of uniformity (Cu) within the ranges in table 3. The lower the Cu, the more uniform the particle size and the greater the risk for unstable or soft putting greens. Conversely, sand with high Cu values will pack, potentially providing firmer surfaces. Sands with excessively high Cu values may pack too tightly, adversely affecting drainage and rooting.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 7-8)

En efecto, la capa de arena que forma parte de la mezcla radicular deberá de cumplir unas especificaciones que quedan ilustradas en la siguiente gráfica:



Anexo 8. Gráfico 1. Especificaciones de granulometría para mezcla radicular. Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes. Semillas Fitó.

Que de forma numérica en las normas USGA se expresa en la siguiente Tabla:

TABLE 3. Recommended Particle Size Distribution for a Putting Green Rootzone Mixture			
PARTICLE	DIAMETER	SIEVE	% BY WEIGHT
Coarse gravel	> 4 mm	No. 5	0%
Fine gravel	2.0 – 3.4 mm	No. 10	≤ 3% gravel
Very coarse sand	1 – 2 mm	No. 18	≤ 10% combined in this range
Coarse sand	0.5 – 1.0 mm	No. 35	≥ 60% of the particles in this range
Medium sand	0.25 – 0.5 mm	No. 60	
Fine sand	0.15 – 0.25 mm	No. 100	≤ 20%
Very fine sand	0.05 – 0.15 mm	No. 270	≤ 5%
Silt	0.002 – 0.05 mm		≤ 5%
Clay	< 0.002 mm		≤ 3%
Total fines	Very fine sand + silt + clay		≤ 10% combined
Coefficient of Uniformity (D60/D10)	1.8 - 3.5	Rootzone mixtures with peat	
	2.0 - 3.5	Rootzone mixtures with inorganic amendments	
	2.0 - 3.5	Pure sand rootzone mixtures	

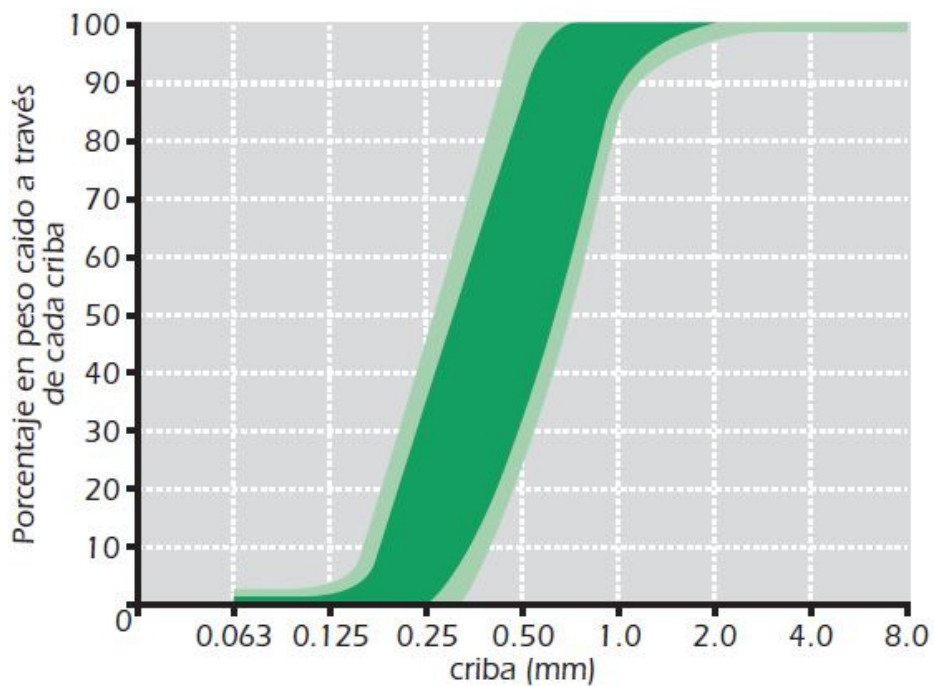
Anexo 8. Tabla 2. Especificaciones del tamaño de partícula según normas USGA.

A continuación se presenta una tabla comparativa con las especificaciones habituales de los sustratos de greens de golf comparadas con las especificaciones USGA:

Materiales	Ensayos	Especificaciones																							
		U.S.G.A.	Otros																						
Turbas y Composts	Inspección visual Humedad Materia orgánica Relación C/N Densidad aparente Fibra pH Cond. eléctrica	– – >85% – – – – –	– >30% – – 40-180 g MS/l 20-50% – – <250µS																						
Tierras	Granulometría Materia orgánica Carbonatos pH Cond. eléctrica	>60% Arena; 5-20% Arcilla – – – –	<10% de partículas >2mm 2-12% – 4,0-6,0 –																						
Arenas	Granulometría Carbonatos pH Cond. eléctrica	– – – –	Curva de gradación STR <0,5% – 1900-2800µS																						
<b>U.S.G.A.</b>																									
Capas sellado	Granulometría	Al menos 90% de partículas entre 1-4mm																							
Gravas	Sulfatos Abrasión LA Granulometría	<12% <40 <b>Si se usa capa Intermedia</b> Menos del 10% de las partículas >12mm Al menos 65% de las partículas entre 6 y 9mm Menos del 10% de las partículas <2mm <b>Cuando no se usa capa Intermedia</b> Factor puenteo D15 (grava) <=5xD85 (zona enraiz) Factor permeabilidad D15 (grava) >=5xD15 (zona enraiz) Factor uniformidad D90 (grava)/D15 (grava) <=2,5 Ninguna partícula >12mm Menos del 10% <2mm Menos del 5% <1mm																							
Mezclas de enraizamiento	Granulometría	<table border="0"> <tr> <td><b>Nombre</b></td> <td><b>Ø partícula (en mm)</b></td> <td><b>Recomendación (en peso)</b></td> </tr> <tr> <td>Grava fina</td> <td>2-3,4</td> <td rowspan="2">Menos del 10% del total de partículas en este rango, incluyendo un máx. de 3% de grava fina, preferiblemente nada</td> </tr> <tr> <td>Arena muy gruesa</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Arena gruesa</td> <td>0,5-1</td> <td rowspan="2">Mínimo 60% de las partículas deben entrar en este rango.</td> </tr> <tr> <td>Arena media</td> <td>0,25-0,5</td> </tr> <tr> <td>Arena fina</td> <td>0,15-0,25</td> <td rowspan="4">Menos del 20% de las partículas pueden quedar en este rango.</td> </tr> <tr> <td>Arena muy fina</td> <td>0,05-0,15</td> </tr> <tr> <td>Limo</td> <td>0,002-0,05</td> </tr> <tr> <td>Arcilla</td> <td>&lt;0,002</td> </tr> </table>	<b>Nombre</b>	<b>Ø partícula (en mm)</b>	<b>Recomendación (en peso)</b>	Grava fina	2-3,4	Menos del 10% del total de partículas en este rango, incluyendo un máx. de 3% de grava fina, preferiblemente nada	Arena muy gruesa	1-2	Arena gruesa	0,5-1	Mínimo 60% de las partículas deben entrar en este rango.	Arena media	0,25-0,5	Arena fina	0,15-0,25	Menos del 20% de las partículas pueden quedar en este rango.	Arena muy fina	0,05-0,15	Limo	0,002-0,05	Arcilla	<0,002	El total de partículas en este rango no excederá del 10%.  33-55% 15-30% 15-25% rango normal: 15-30cm/h rango acelerado: 30-60cm/h 1-5% (idealmente, 2-4%)
<b>Nombre</b>	<b>Ø partícula (en mm)</b>	<b>Recomendación (en peso)</b>																							
Grava fina	2-3,4	Menos del 10% del total de partículas en este rango, incluyendo un máx. de 3% de grava fina, preferiblemente nada																							
Arena muy gruesa	1-2																								
Arena gruesa	0,5-1	Mínimo 60% de las partículas deben entrar en este rango.																							
Arena media	0,25-0,5																								
Arena fina	0,15-0,25	Menos del 20% de las partículas pueden quedar en este rango.																							
Arena muy fina	0,05-0,15																								
Limo	0,002-0,05																								
Arcilla	<0,002																								
	Porosidad total Porosidad de aire Porosidad capilar Cond. hidráulica Materia orgánica																								

Anexo 8. Tabla 3. Comparativa de especificaciones de sustratos. Fuente: Guía técnica Semillas Fitó.

En cuanto a la arena de los bunkers, en la Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó se indica que «el grosor de la capa de arena es de aprox. 100 mm, preferentemente angular y siguiendo el esquema siguiente:



>> Anexo 8. Gráfico 2. Especificaciones de granulometría para arena del bunker. Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes. Semillas Fitó.

<<Organic matter, usually in the form of peat, can be added to sand to increase water and nutrient retention compared to sand alone. Organic matter should be incorporated throughout the full 300 mm rootzone depth. [...] The peat used in the rootzone mixture shall have an organic matter content of at least 85 percent by weight as determined by loss on ignition ASTM D2974, Method C. In addition, the peat shall be screened to not larger than 6.4 mm. [...] In addition, a rootzone mixture amended with compost must meet the physical performance parameters outlined in these recommendations.

Compost can vary only by source, but also from batch to batch within a source. Extreme caution must be exercised when using compost in rootzone mixtures. Any compost selected for a rootzone mixture amendment shall meet the following parameters:

- 95-100% passing a 6.4 mm screen
- Organic matter content > 50% as determined by ASTM D2974, Method C
- Moisture content between 30% - 60%
- Carbon to nitrogen ratio between 15:1 – 30:1
- Solvita compost maturity index of 7-8
- Electrical conductivity < 6 dS/m
- pH between 4-8
- Proven to be non-phytotoxic
- Meet or exceed ceiling concentrations and pollutant concentrations as specified by US EPA>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 10)

Se considera que las especificaciones de las normas USGA en cuanto a turbas se deben cumplir tanto en contenido mínimo en materia orgánica como en porosidad, ya que en caso contrario se corre el riesgo de que los poros de la arena se taponen

y se perjudique tanto la aireación del sustrato como la capacidad de drenaje de agua. Además, según la Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, <<la turba debe estar exenta de malas hierbas y tener una conductividad eléctrica baja>>. En cuanto a la proporción de turba que puede constituir la mezcla del sustrato radicular, en dicha guía técnica de Semillas Fitó se fija que <<la proporción de turba en la mezcla del suelo puede llegar al 20%>>.

La situación actual en el Campo de Golf Costa de Azahar es que no se utiliza compost como abono.

<<Porous inorganic amendments such as calcinated diatomites, porous ceramics – e.g., calcined clays – and zeolites may be used in place of or in addition to peat in a rootzone mixture. However, the particle size of the amendment and the performance characteristics of the rootzone mixture must meet the recommendations in tables 3 and 4>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 10)

Actualmente no se utilizan enmiendas minerales en los greens, el sustrato es arena.

<< A rootzone mixture shall have physical properties tested per ASTM F1815. Sometimes referred to as performance parameters, these properties include total porosity, air-filled porosity, capillary porosity and saturated hydraulic conductivity – i.e., infiltration rate. Rootzone mixtures shall have physical properties meeting those listed in table 4.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 10-11)

**TABLE 4. Physical Properties of a Rootzone Mixture**

PHYSICAL PROPERTY	RECOMMENDED RANGE
Total Porosity	35%–55%
Air-filled Porosity	15%–30%
Capillary Porosity	15%–25%
Saturated Hydraulic Conductivity (Ksat)	≥ 6 inches/hour (150 mm/hr.)

Anexo 8. Tabla 4. Especificaciones de la mezcla radicular Fuente: USGA.

<<Once the gravel and rootzone mixture have been approved, it is important that samples of each be tested prior to delivery to ensure consistency throughout the project.>> (USGA recommendations for a method of putting green construction. 2018, 12)

En el Proyecto se assume el cumplimiento de las normas USGA en los materiales utilizados para greens, lo cual debe controlarse con la supervisión de los correspondientes ensayos de cada partida empleada.

# JARDINERIA



## ANEXO 9. JARDINERIA

### Fichas técnicas de especies arbustivas

*Pistacia lentiscus L.*



Anexo 9. Imagen 1 y 2. Lentisco. Fuente: <https://www.floresyplantas.net/lentisco/>

- **Familia:** *Anacardiaceae* (Anacardiáceas).

- **Nombre común**

inglés: lentisk, Mastic tree

castellano: Lentisco, chameca.

Valenciano: Llentiscle, llentisc

- **Descripción:**

Arbusto perenne que puede llegar hasta los 4 – 8 m de altura, aunque su tamaño normal, en la maquia mediterránea, es de uno a dos metros. Crece en forma de mata y a medida que aumenta su tamaño, desarrolla gran cantidad de ramas gruesas y largas.

*Corteza:* rojiza o verdosa en las ramas jóvenes, grisácea en ramas adultas.

*Hojas:* compuestas, persistentes y paripinnadas con 2-12 folíolos opuestos, enteros, coriáceos, de contorno lanceolado a oval y color verde oscuro.

Las hojas emanan olor a resina al quebrarse.

*Flores:* muy pequeñas, de color amarillento o rojizo, de apenas 2-3 mm de diámetro, formando apretados grupos. Inflorescencia paniculada con pedúnculos cortos. Flores masculinas y femeninas en distintos pies. La época de floración va desde febrero hasta mayo.

*Frutos*: forma de drupa glabra, poco carnosa y con hueso en el interior, de 3-8 mm de diámetro. Es un fruto muy aromático, que adquiere primero el color rojo y luego el negro. Frutos apreciados como alimento por las aves que ayudan a dispersar sus semillas. La recogida de los frutos para la obtención de semillas debe hacerse cuando estén bien maduros. La época de fructificación va desde noviembre a febrero.

**- Hábitat:**

Especie que crece espontáneamente en las áreas mediterráneas

Crece en matorrales, sotobosques de pinares y encinares, hábitats de bosques degradados. En general, se desarrolla sobre cualquier clase de suelo, asociándose a mirtos (*Myrtus communis*), palmitos (*Chamaerops humilis*), coscojas (*Quercus coccifera*), aladiernos... Poco resistente a las heladas, aunque tolera bien la sequía y la cercanía al mar. Tiene forma achaparrada y coloniza áreas gracias a una vegetación espesa.

Tiene capacidad de rebrotar (o germinar sus semillas) tras un incendio no muy severo.

**- Uso en jardinería:**

Utilizada en xerojardinería, es una planta muy adecuada para jardines secos mediterráneos. Con pocos cuidados potencia su calidad como especie ornamental. Su floración carece de interés, al contrario de los frutos, que además atraen a las aves.

Evoluciona como un arbusto que tiende a achaparrarse y colonizar como una mata espesa. Si deseamos que no adquiera gran tamaño, será necesario podarla durante el invierno.

Se planta sola o en pequeños grupos junto a especies como mirtos, palmitos, coscojas... incluso además con ciertas aromáticas. Puede ser utilizado en grupos para crear grandes masas verdes todo el año, o en alineación para crear setos libres.

**- Técnicas de propagación**

Se multiplica por semillas y muy rara vez por medio de esquejes debido a la poca inducción de raíces adventicias. Existen viveros especializados que la cultivan *o bien* para jardinería o bien para reforestación. Según la finalidad del cultivo, está disponible en contenedores de 12 a 30 centímetros de diámetro o en bandejas forestales de uno a dos años de cultivo. La germinación es bastante pobre en rendimiento debido, principalmente, a la cubierta impermeable que cubre las semillas, necesitándose un tratamiento previo de escarificación mecánica o con ácido + inmersión en agua.

La siembra se realiza sobre un sustrato a base de turba y perlita a partes iguales y bajo invernadero a una temperatura de 20°C. Las semillas suelen germinar al mes de efectuar la siembra y el rango idóneo de temperatura de cultivo va entre los 10 a 30°C.

La plantación sobre el terreno puede efectuarse cuando la planta obtiene un tamaño final entre 10 y 15 centímetros de altura.

**- Cuidados generales:**

Planta muy rústica y que apenas requiere cuidados. Ello le permite crecer en casi cualquier tipo de terreno. Un abonado de mantenimiento será más que suficiente para su desarrollo adecuado.

Su ubicación ideal es a pleno sol, en zonas resguardadas de las heladas.

**- Plagas y enfermedades:**

Crece sin apenas ataques o enfermedades.

**- Curiosidades:**

Usada como astringente en medicina natural.

Su principal utilidad es la extracción, mediante incisión en el tronco, de su resina aromática usada para elaborar goma de mascar, barnices, aromatizar la boca, fortificar las encías...

*Phillyrea angustifolia*



Anexo 9. Imagen 3 y 4. Labiérnago blanco. Fuente <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/ruta-jardines-sants/especies/labiernago>

**Familia:** Oleaceae

**- Nombre común:**

Inglés: Narrow-leaved mock privet

Castellano: Labiérnago blanco, falso aladierno, olivillo

Valenciano: Aladern de fulla estreta

**- Descripción**

Pequeño arbusto polígamo de hoja perenne, muy ramificado, de 2 a 3 m de altura. Las ramas son flexibles y largas y la copa más o menos ovoidal.

*Hojas:* coriáceas, opuestas, enteras, sésiles o con el peciolo muy corto, y forma alargada linear-lanceolada, de forma similar a las del olivo. El color varía de verde oscuro en el haz a verde más claro en el envés.

*Corteza:* lisa y grisácea.

*Flores:* pequeñas, olorosas, de color blanco verdosas, se encuentran dispuestas en racimos axilares de eje muy corto. Su corola es tetralobada. Inflorescencia en cimas racemiformes. Hermafrodita o androdioico. Florece entre marzo y mayo, si bien las flores suelen pasar desapercibidas.

*Frutos:* drupas globosas de color negro-azulado, de pequeño tamaño, carnosos, los cuales contienen un huesecillo generalmente con una semilla.

**- Hábitat:**

Esta especie es originaria del Mediterráneo Occidental.

Habita en la región mediterránea, tanto en áreas marítimas como continentales, mayoritariamente en laderas soleadas, zonas rocosas y matorrales, disperso en bosques secos esclerófilos (carrascales y alcornocales), o también en pinares y sabinares.

Se cría en zonas cálidas, con humedad ambiental y áreas protegidas (donde las heladas son raras), desde el nivel del mar hasta los 1200 m. Es capaz de tolerar heladas de hasta - 8 °C.

El labiérnago aparece en los catálogos de especies protegidas o amenazadas de las comunidades de Castilla-La Mancha y Murcia.

Es indiferente edáfica (es indiferente al sustrato). Puede prosperar en cualquier suelo, ya sea arenoso, calcáreo, salino, pobre o arcilloso. No obstante, conviene que no sean pesados.

**- Uso en jardinería**

Son plantas de crecimiento relativamente rápido que toleran bien la poda de formación y el recorte.

Se usa como arbusto aislado o formando masas arbustivas siempreverdes, setos o barreras.

Especie muy adecuada para estar junto al mar en suelos pobres.

Prefiere una exposición a pleno sol, pero también puede vivir en semisombra.

Es una planta muy resistente a la sequía, pero necesita riego en verano. Se debe esperar a que la tierra se haya secado bien antes de aportar más agua.

Especie de bajo mantenimiento, No necesita abonados especiales, pero agradecen un ligero aporte de compost a principios de la primavera.

**- Plagas y enfermedades:**

Planta resistente que no suele verse afectada por las habituales plagas y enfermedades.

**- Técnicas de propagación**

Se multiplica por semillas y por esquejes. Por consiguiente, la forma más rápida de multiplicarlas es a partir de esquejes semileñosos, a finales de verano, plantados en tierra húmeda. También se pueden sembrar las semillas retirando (previo secado) la parte carnosa, pero es un proceso más lento.

**- Curiosidades:**

Al tener un porte reducido, su madera, que es de buena calidad, sólo se ha usado para producir carbón vegetal. También se emplea en jardinería porque aguanta bien la poda.

*Teucrium fruticans*



Anexo 9. Imagen 5 y 6. Olivilla. Fuente <https://www.riomoros.com/2012/06/la-olivilla-teucrium-fruticans.html>

**Familia:** Lamiaceae

**- Nombre común:**

Inglés: tree germander, shrubby germander

Castellano Teucro, Olivilla, Olivillo.

Valenciano: Teucrí blau, teucrí fruticós

**- Descripción**

Arbusto perennifolio, muy ramificado y voluminoso, de forma redondeada y de vegetación bastante compacta, de tallos erectos y foliosos. Tallos jóvenes herbáceos, leñosos una vez engruesan.

*-Hojas:* simples, opuestas, con el peciolo corto, lanceoladas, persistentes, con el haz de coloración verde grisáceo y el envés blanquecino por la presencia de pelos.



- *Flores*: hermafroditas o femeninas, con pedicelos tormentosos (unión de la flor con la rama), y cáliz campanulado. La está corola formada por 5 pétalos soldados y cinco lóbulos, de los cuales el central está más desarrollado. El color es violeta con los nervios más oscuros. Tanto los estambres como el estilo sobresalen ampliamente de la flor.

Su inflorescencia en racimo laxo de 8 a 15 verticilastros de dos flores (cimas fuertemente apretadas que forman aparentes verticilos). La época de floración es de marzo a junio.

-*Fruto*: es una núcula

- **Hàbitat:**

Especie originaria de las regiones mediterráneas y norte de África.

En la naturaleza se da en bosques esclerófilos y en zonas de degradación de los mismos, formando parte del matorral.

Soporta bien las altas temperaturas y prefiere lugares a pleno sol. Aguanta heladas débiles (-5°C).

Prefiere suelo fértil, profundo y algo arenoso.

Muy resistente a la sequía y al mar.

Se encuentra en los claros de encinar, alcornocal, y también de pinares, en roquedos de sustrato silíceo o calizo.

Asimismo, éste arbusto se encuentra en infinidad de jardines públicos por su resistencia. Crece en matorrales heliófilos, claros de encinar, de alcornocal o de pinares, roquedos en substrato calizo o silíceo, desde el nivel del mar a los 1200m de altitud.

Esta especie está incluida en la Orden SCO/190/2004, de 28 de enero, por la que se establece la lista de plantas cuya venta al público queda prohibida o restringida por razón de su toxicidad.

- **Uso en jardinería**

Está considerada como una especie autóctona, muy apropiada para ambientes mediterráneos junto al mar.

Especie que aguanta bien la poda, muy apto para borduras y setos bajos. Presenta vegetación densa si se poda con asiduidad (preferiblemente después de la floración podar las ramas que han dado flor) De esta manera, presentará un porte más compacto, si bien ello supone renunciar a una segunda floración invernal.

Es una especie muy rústica, adecuada para xerojardinería, que soporta la sequía, prefiere el sol directo (aunque puede prosperar en semisombra) y aguanta la salinidad marina, si bien sobrevive mal a las heladas fuertes.

- **Técnicas de propagación:**

Se puede multiplicar por esquejes al final del verano, o también por semilla, aunque lo más sencillo es por estaca en primavera.

- **Cuidados generales**

El riego debe de ser muy esporádico. Una vez arraigado es suficiente un riego al mes.

Requiere de suelos profundos, con buen drenaje, fértiles y algo arenosos. Necesita un abonado con en la primera plantación y algo de fertilizante mineral durante primavera y verano.



- **Plagas y enfermedades**

Plagas, en cuanto a plagas y enfermedades es sumamente resistente, pero muy sensible a la humedad que conduce rápidamente a su pudrición.

Estos arbustos son muy resistentes a las enfermedades y las plagas, pero muy sensibles al exceso de humedad.

- **Curiosidades:**

El nombre Teucrium parece ser que tiene su origen en Teucro, rey de Troya, del que se afirmaba que descubrió las propiedades medicinales de estas plantas.

Estas plantas se utilizaban para bajar la fiebre y en tratamientos intestinales.

# MANTENIMIENTO DEL GREEN

## ANEXO 10. MANTENIMIENTO DEL GREEN

A una variedad de cespitosa utilizada en greens de golf se le pide como características ideales:

- Alta tolerancia al estrés tanto en altas como en bajas temperaturas
- Alta densidad que impida el desarrollo de maleza y otras especies
- Mínima necesidad de fertilizantes y fungicidas para su mantenimiento
- Alta resistencia a las enfermedades
- Mantenimiento del color verde
- Establecimiento rápido, creando superficies tupidas donde se pueda mover la bola
- Buena tolerancia al desgaste, ya que está sometida al pisoteo por parte de los jugadores
- Alto vigor de crecimiento que permita la reparación de piques
- Capacidad de adaptación a zonas de umbría

La especie utilizada en los greens del Club de Golf Costa de Azahar es *Agrostis stolonifera*.

Por consiguiente, a continuación se presenta una ficha técnica con sus características más sobresalientes:

### 1. Ficha técnica *Agrostis stolonifera*

#### *Clasificación*

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Agrostis*

*Características principales:* es una planta perenne, cespitosa de clima templado (C3), con características de planta invasiva, ya que puede crear un alfombra que cubra todo el terreno donde está sembrada. No tolera el pisoteo intenso.

*Hojas:* densamente dispuestas en los brotes basales, cortas y puntiagudas, de textura fina y haz liso. Lígula bastante corta y sin aurículas. Son de color aguamarina verde.

*Raíz:* tiene nudosidades y enraíza superficialmente, lo que implica que resiste mal la sequía.

*Flores:* suelen crecer en panículos sueltos y hay una flor por cada espiguilla. La floración se da entre los meses de junio y agosto.

*Substrato:* suelos fértiles y no ácidos (Ver capítulo Drenajes)

*Riego:* Necesita mucho riego, ya que resiste mal la sequía. (Ver capítulo diseño hidráulico)

*Siembra:* Las semillas de *Agrostis* son muy pequeñas (un gramo de semillas de esta especie contiene unas 15.000 semillas). Esto hace que su recolección y limpieza sea complicada, por lo que es una semilla cara. Es preferible no sembrar durante los meses de calor intenso, siendo lo adecuado en otoño o principios de primavera. Si las condiciones ambientales son las apropiadas, puede llegar a crecer en tan sólo 15 días a partir de su plantación.

*Crecimiento:* hábito de crecimiento bajo y rastrero. Presenta estolones que cubren toda la superficie de césped. Gracias a dichos estolones y rizomas cortos, forma una alfombra densa y fina, verde azulado y que se mantiene todo el año.

*Mantenimiento:* Altos requerimientos de mantenimiento en cuanto a corte, abonado y control de plagas. Tolera cortes a partir de 2-3 mm. Exigente en fertilización y riego. Se efectúan pinchados con púas varias veces al año con los consiguientes recebados de arena.

*Condiciones ambientales:* Soporta muy bien los fríos invernales, con una ligera pérdida de color. Se ve afectado por las altas temperaturas veraniegas. La temperatura más recomendable es entre 20 y 30 grados. Tolera algo la sombra, si bien necesita bastantes horas de luz al día. Lo óptimo es conseguir que tenga unas 16 horas de luz. Aguanta el exceso de humedad, por lo que puede sobrevivir a algunas inundaciones.

*Usos:* Es la especie más utilizada en los greens de los campos de golf. Por su uso tan extendido para el golf se fueron obteniendo variedades de excelente calidad, como las de la serie Penn. Actualmente se han desarrollado nuevas variedades como Cobra, Putter, etc.

*Enfermedades:* Bastante sensibles a las enfermedades de origen fúngico, sobre todo en las zonas de veranos cálidos y húmedos, principalmente a Dollar Spot (*Sclerotinia*), *Pythium* y *Fusarium*.

*Control:* Debido a su alta susceptibilidad a los hongos, se aplican tratamientos fungicidas preventivos especialmente en los momentos de mayor riesgo (primavera y verano).

*Abonado:* Altas necesidades de abonado que se describen a continuación.

## 2. Abonado

Al llevarse a cabo el riego con aguas depuradas, se solicitó a la compañía suministradora del agua depurada las analíticas del agua, ofreciendo los siguientes resultados (promedios mensuales de las analíticas efectuadas):

	<b>Conductividad</b>	<b>Nitrógeno (mg/l)</b>	<b>Fósforo (mg/l)</b>
<b>Julio 2019</b>	3454	28,38	0,88
<b>Agosto 2019</b>	2622	24,54	0,26
<b>Diciembre 2019</b>	3591	37,09	0,4
<b>Enero 2020</b>	3170	33,06	0,7
<b>MEDIA</b>	3209,25	30,77	0,56

Anexo 10. Tabla 1. Analíticas agua depurada. Fuente: FACSA

A los efectos de comparar las prácticas culturales del abonado tradicional con el riego mediante agua depurada, a continuación se desarrollan los fundamentos de un abonado tradicional de greens de golf. El uso de agua depurada permite ahorrar el uso de abono.

Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, las necesidades nutritivas en unidades fertilizantes/Ha y año de cada elemento de un green de golf de arena son:

Nitrógeno: 350

Fósforo: 80-100

Potasio: 300

El abonado de fondo debe hacerse en función de los resultados de análisis del suelo.

#### *Nitrógeno*

Determinación de las necesidades anuales en función de los requerimientos de la especie, las condiciones climáticas y la textura del suelo. La guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó da como orientación de programa de fertilización entre 100 y 300 unidades de nitrógeno anuales para *Agrostis stolonífera*.

Las fechas de aplicación del nitrógeno son importantes y se debe aplicar cuando el césped lo necesita.

En la elección del abono se debe tener en cuenta el tiempo de liberación. Según la guía técnica de Semillas Fitó <<los de liberación lenta son más utilizados en especies de clima templado, suelos arenosos y zonas donde sólo se fertiliza una o 2 veces por año.>>.

En cuanto a la dosis de nitrógeno por aplicación, para especies de clima templado la guía técnica de Semillas Fitó recomienda aplicar las dosis más altas a principio y finales de otoño.

En dicha guía se especifica que <<Los nitrogenados solubles en agua se aplican a dosis entre 5 y 50 unidades de N/aplicación>>

El programa de fertilización anual, según la guía técnica de Semillas Fitó deberá modificarse en función de la evolución del color, crecimiento, condiciones climáticas, experiencia del responsable..., así como enfermedades agravadas por el N soluble como *Phytium* o *Rhizoctonia*.

#### *Fósforo*

Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, <<para sustratos arenosos, aportar 100 unidades a 5 cms de profundidad antes de la siembra>>.

La aportación anual se calcula en 50 unidades y, en principio, basta con una aplicación anual en primavera.

#### *Potasio*

La guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó recomienda dividir las aplicaciones en 3 épocas: 50 unidades a mediados de primavera, 12-25 unidades a finales de primavera y 25-50 unidades a mediados de otoño.

Incrementa la resistencia al stress, por lo que interesa aumentar la dosis de cara al verano a la vez que se disminuye el nitrógeno el cual incide negativamente en el desarrollo radicular.

### *Magnesio*

En suelos arenosos puede notarse su deficiencia. Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, <<mejora la coloración del césped sin acelerar su crecimiento>> y <<aportaciones anuales de 30 a 50 unidades de MgO son suficientes en céspedes intensivos>>

### *Hierro*

Deficiencia por inmovilización a pH alto. Su falta provoca clorosis. Mejora la coloración.

### *Otros oligoelementos*

En principio, no debería haber carencias ya que la propia agua de riego suministra estos elementos.

## **3. Siega**

La siega influye sobre el desarrollo del sistema radicular, densidad de la cubierta vegetal, homogeneidad y ausencia de malas hierbas.

La frecuencia de corte viene determinada por la velocidad de crecimiento del césped, que depende de la especie, el riego, la fertilización y los factores climáticos. En verano se cortará dos veces por semana, cuando la hierba crece vigorosamente. En primavera y otoño se cortará una vez por semana. Es recomendable realizar un programa de cortes sistemáticos e intentar cortar siempre a la misma altura.

El segar con frecuencia, pero no en exceso, evita un desarrollo foliar excesivo y reduce el riesgo de aparición de malas hierbas, lombrices y gramíneas gruesas.

Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, <<Levantando la altura de corte se disminuye la evaporación a nivel del suelo pero también aumenta el área foliar, se incrementa la transpiración, y en conjunto aumenta ligeramente la ET.>> No obstante, los efectos generales de aumentar la altura de corte son beneficiosos para tolerar las altas temperaturas ya que <<aumenta la profundidad radicular, la planta puede extraer más agua y es posible espaciar más los riegos>>.

Las siegas muy bajas pueden provocar la parada vegetativa de la planta y una reducción del sistema radicular. Asimismo, las siegas cortas favorecen el desarrollo de enfermedades como *Sclerotinia*.

Además, la guía técnica resalta que <<la siega constituye la operación más importante para tener un césped en su estado óptimo después de la elección de las especies y variedades cespitosas>> lo cual argumenta con una serie de razones:

- Proporciona la característica fundamental de uniformidad y estética
- Mantiene hojas y tallos a una altura compatible con las necesidades del juego
- Aumentando la frecuencia de corte se consigue mejorar la densidad de la cubierta vegetal
- Una altura inadecuada de corte puede provocar el debilitamiento del césped

En cuanto a la altura de corte, recomienda lo siguiente:



Especie	Mínima	Óptima
Agrostis	3 mm	5-10 mm

Puntualizando que hasta 10 mm en tees de salida, pero entre 3-5 mm en greens de golf tanto en invierno como en verano.

La altura de césped en antegreens oscila 6 a 15 mm.

Asimismo, la guía técnica de Semillas Fitó recomienda como estrategia de corte las siguientes:

- En verano levantar la altura de siega como defensa contra el stress hídrico y la temperatura, mientras que en invierno dar un corte para eliminar amarilleamientos de las puntas en momentos de leve crecimiento.
- La frecuencia de la siega ha de seguir la regla de cortar como máximo 1/3 de la altura de la planta por siega.
- Segar con la planta seca excepto cuando la planta ha crecido demasiado en épocas lluviosas, donde tiene preferencia segar aunque el césped esté húmedo.

El tipo de segadora más adecuado para céspedes de uso intensivo es la *helicoidal* debido a que proporciona mayor calidad de corte para alturas muy cotas y siegas frecuentes, ya que logra regularidades bastante perfectas. El tambor tiene una serie de cuchillas helicoidales (entre 5 y 12, a mayor número de cuchillas, más perfecto es el corte) que giran alrededor de un eje horizontal ante una contra-cuchilla.

Las partes de la segadora son:

- Motor
- Cilindro donde se insertan las cuchillas
- Rodillo regulador de la altura de corte
- Carcasa protectora de las cuchillas
- Opcionalmente, pueden llevar una tolva para la recogida del césped

A continuación se presenta una fotografía de una de las segadoras del Club Costa de Azahar:



Anexo 10. Imagen1: Fotografía de segadora del Club de Golf Costa de Azahar

Como operaciones básicas del manejo de la segadora hay que citar

- Regular la distancia de corte antes de cada siega
- Las cuchillas se deben afilar después de cada corte y también engrasarlas
- Alternar la dirección de siega para evitar deformaciones

La recogida de restos de siega se deberá hacer obligatoriamente en greens de golf por muchas razones: uniformidad necesaria para el juego, evitar aparición de enfermedades por acumulación de materia orgánica, etc. Según la guía técnica de Semillas Fitó, en el caso de Agrostis, rico en ligninas de difícil descomposición, es recomendable recoger los restos de siega.

En resumen, la guía técnica de Semillas Fitó recomienda las siguientes prácticas culturales orientativas (que pueden verse alteradas según la especie):

	Períodos de crecimiento activo	Períodos de no crecimiento	Tipo de segadora	Núm. aprox. de cuchillas/cilindro	Frecuencia de corte durante el crecim. activo	Retirada de restos de siega	Dirección de siega
Greens (siega horizontal)	5 mm	7mm	Helicoidal	9-11	3-7 veces por semana	Obligatoria	Cambiar la dirección en cada siega utilizando como mínimo 4 direcciones
Greens (escarificados)	—	—	—	—	Cada 7-14 días	Obligatoria	Cambiar la dirección en cada siega utilizando como mínimo 4 direcciones

Anexo 10. Tabla 2. Prácticas culturales de siega. Fuente: Guía técnica semillas Fitó

No obstante, las especies estoloníferas son las que necesitan más escarificados, los cuales deben realizarse siempre en las épocas de crecimiento activo de la planta, fuera de épocas de stress. Asimismo, recomienda como profundidad de escarificado incisiones de 2-3 cm como máximo.

### 3. Pinchado y recebado de greens

El pinchado se lleva a cabo para que los green estén sanos y perduren en el tiempo. Mediante esta operación se logran una serie de beneficios como son eliminar materia orgánica sobrante, aumentar la porosidad del terreno, mejorar la aireación de las raíces, disminuir la compactación del suelo, mejorar el acceso de los nutrientes al sistema radicular, facilitar la circulación del agua y estimular el rejuvenecimiento de la pradera.

De acuerdo con la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, <<es una práctica muy beneficiosa, aumenta la velocidad de infiltración y la profundidad y regeneración radicular permitiendo espaciar más los riegos>>

Por otro lado, según la guía de instalación y manejo de césped de Infoagro, esta operación debe <<efectuarse en primavera y en otoño, cuando la planta está en fase de crecimiento, evitando épocas de elevadas temperaturas o de excesiva humedad en el suelo>>.

Añadiendo que <<El escarificado se realiza con la ayuda de un escarificador o verticut, que está provisto de unas cuchillas o discos giratorios, situados sobre un eje horizontal>>.



Anexo 10. Imagen 2. Pinchado de greens

[http://www.aeggolf.org/enlaces/V\\_jornadas\\_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global](http://www.aeggolf.org/enlaces/V_jornadas_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global).

De forma resumida, el proceso consiste en introducir unos pinchos con la máquina y extraer un pequeño canuto del suelo, de unos 2-3 cm de largo, a intervalos de distancia regulares como muestra la imagen siguiente:



Anexo 10. Imagen 3. Detalle del Pinchado de greens

A continuación hay que aplicar recebo y barrer el green. La aplicación de arena permite mantener abiertos los canales de oxigenación y drenaje.

Se recomienda que varias veces al año se realicen pinchados con púas y sus correspondientes recebados de arena para conseguir greens de buena calidad. A los 10-15 días el césped estará apto para su uso.

#### 4. Escarificado

El escarificado, poda vertical o verticut, es una operación de mantenimiento que produce el corte y disgregación de las raíces superficiales, así como la aireación y mejora del suelo.

Debido a la acumulación de restos de plantas, poco a poco se va formando en la superficie del green el fieltro (capa difícil de penetrar bajo el césped superficial), el cual entorpece el crecimiento de las raíces y no deja penetrar al agua. Otros problemas del fieltro son que dificulta la ventilación de la planta, hace que la superficie se encharque con el riego y por consiguiente favorece la aparición de enfermedades fúngicas.

Para limpiar el suelo del fieltro, se rasga superficialmente con un escarificador (rodillo con varillas verticales). Una vez realizado el trabajo, se deberán recoger los restos. Con más de 5 mm de fieltro, se debe llevar a cabo el escarificado.



Anexo 10. Imagen 4. Escarificado.

[http://www.aeggolf.org/enlaces/V\\_jornadas\\_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global](http://www.aeggolf.org/enlaces/V_jornadas_tecnicas/ponencias/Jornadas%20Gerentes%20Mantenimiento%20vision%20global).

## 5. Optimización del riego

Según la guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó, se puede observar la falta de agua porque la turgencia de la hoja disminuye, se evidencia enrollamiento foliar y el suelo se desmenuza en las manos cuando se toma una muestra.

La guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó recomienda las siguientes pautas para optimizar el riego:

1. Preparar el método para conocer la ETo diaria (Tanque evaporimétrico, método Penman...)
2. Instalar pluviómetros
3. Determinar la pluviometría de los aspersores
4. Guardar las anotaciones diarias de evapotranspiración y pluviometría
5. Regar cada noche con una cantidad equivalente al 70-80% de la evapotranspiración diaria
6. Hacer ajustes en función de la lluvia, viento, microclimas y tiempo previsto para el día siguiente
7. Después de una lluvia significativa (8mm o más), empezar el siguiente riego con una evapotranspiración acumulada de 12 mm

Para más información acerca del riego, consultar el capítulo diseño hidráulico.

## 6. Enfermedades

La magnitud de la enfermedad de la planta depende de tres factores que constituyen el llamado triángulo de las enfermedades.

- Medio ambiente: humedad relativa, temperatura, luz, viento, presencia de vectores de transmisión.
- Patógeno: virulencia, abundancia, latencia

- Hospedante: susceptibilidad, uniformidad genética, edad, separación entre plantas

En el caso del campo de golf, las especies cespitosas están próximas unas de otras formando un césped tupido, sin posibilidad de rotación del cultivo. El riego es frecuente y la humedad relativa del clima mediterráneo puede ser alta. En resumen, las condiciones ambientales y del hospedante pueden llegar a ser bastante favorables al establecimiento de la enfermedad si está presente el patógeno. Por consiguiente, se hacen necesarias medidas de control mediante fungicidas para prevenir la aparición de enfermedades.

Aparte de los hongos, otros agentes infecciosos pueden ser bacterias, nemátodos y virus.

En concreto, las enfermedades que han afectado en los últimos años al campo de golf han sido las siguientes:

*Rhizoctonia solani* (Mancha parda)

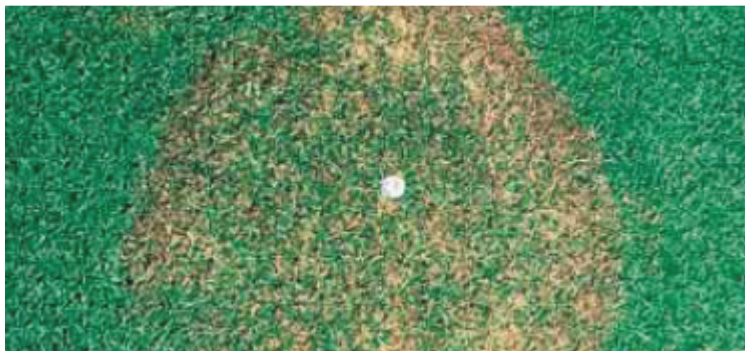
*Sclerotinia homoeocarpa* (Mancha del dólar)

*Fusarium culmorum*

Por consiguiente, al objeto de orientar hacia las prácticas culturales más adecuadas, se ha elaborado una ficha para cada uno de estos hongos, las cuales se presentan a continuación:



### Rhizoctonia solani (Mancha parda)



Anexo 10. Imagen 5. Imagen del césped con mancha parda. Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó



Anexo 10. Imagen 6. Placa de Petri mancha parda Fuente: . I.A. Papa y col.(2016) Biocontrol potential of actinomycetes against Rhizoctonia Solani. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Riyaz\\_Sayyed/publication/298714259](https://www.researchgate.net/profile/Riyaz_Sayyed/publication/298714259)

#### Clasificación:

Reino: Fungi

Filo: Basidiomycota

Clase: Adelomicetos

Orden: Agonomycetales

#### Especies afectadas:

*Agrostis stolonifera*, *Poa*, *Festuca arundinacea*...

#### Condiciones que favorecen la enfermedad:

Las condiciones más favorables son temperatura entre 15 y 35°C y pH del substrato mayor de 5,8. También temperaturas nocturnas de más de 20°C unidas a una continuidad en la humedad de la hoja, alta humedad relativa y alta humedad del suelo. Con 20°C el tiempo de incubación es tan solo de 3 días y en



esas condiciones la propagación de la infección es muy rápida. La aplicación de nitrógeno favorece la enfermedad.

*Sintomatología:*

Manchas circulares de quemazón o pudrición de las hojas entre 60 y 75 cm de diámetro. Se decolora de verde púrpura a marrón claro. A primera hora de la mañana pueden llegar a observarse anillos de color gris-púrpura de unos 12 cm.

*Características y ciclo de vida:*

Hongo hidrófilo y termófilo. Forma un micelio estéril que es incoloro en su etapa juvenil pero que se vuelve amarillo o color café conforme madura. Se localiza en los dos primeros centímetros del suelo. Viven en condiciones saprofitas. Puede conservarse en el suelo varios años bajo la forma de micelio o esclerocios en el suelo o en plantas perennes infectadas. No se reproducen sexualmente.

*Identificación:*

Se reconoce por su micelio. El micelio consta de células largas y produce ramificaciones que crecen casi en ángulo recto respecto de la hifa principal. Este tipo de ramificación es una característica clave para la identificación del hongo.

Sobre el terreno, se puede observar el micelio con apariencia de telaraña muy temprano en la mañana.

Cultivo en placa de Petri con medio PDA (Potato Dextrose Agar).

*Tratamiento:*

Propiconazol (más efectivo preventivamente), clortalonil...

Para un mayor control, evitar excesos de agua, usar pequeñas cantidades de nitrógeno, moderadas de fósforo y altas de potasio. Incrementar la altura de corte y la circulación de aire. Regar de forma que las hojas se sequen lo más pronto posible.

**Sclerotinia homoeocarpa (Mancha del dólar)**

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Ascomicetos

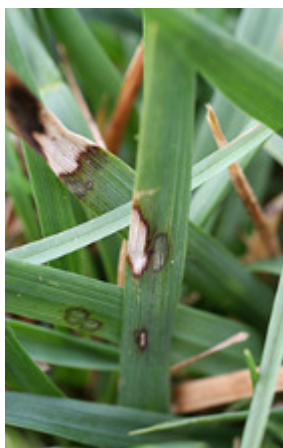
Orden: Helotiales



*Anexo 10. Imagen 7.* Imagen del césped con mancha del dólar. Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó



*Anexo 10. Imagen 8.* Imagen del césped con mancha del dólar. Fuente: Tom W. Allen, Alfredo Martínez-Espinoza, and Lee L. Burpee (2016) Mancha dólar del césped



*Anexo 10. Imagen 9. Detalle* Imagen del césped con mancha del dólar. Fuente Tom W. Allen, Alfredo Martínez-Espinoza, and Lee L. Burpee (2016) Mancha dólar del césped



Anexo 10. Imagen 10. Imagen del micelio. Fuente: Grupo de trabajo de laboratorios de diagnóstico. 2006. Laboratorio de Sanidad Vegetal. Diputación Foral de Guipúzkoa.



Anexo 10. Imagen 11. Imagen parte inferior placa de Petri. Fuente: Grupo de trabajo de laboratorios de diagnóstico. 2006. Laboratorio de Sanidad Vegetal. Diputación Foral de Guipúzkoa.

*Distribución:*

Ampliamente distribuida en España

*Especies afectadas:*

Agrostis stolonifera, Poa pratensis, Poa annua, Festucas finas, Lolium perenne (principalmente)

*Condiciones que favorecen la enfermedad:*

Temperaturas de 15°C a 32°C, humedad ambiental elevada, rocíos intensos y alta irrigación. La enfermedad es más frecuente en primavera y otoño. Suelos secos y con niveles bajos de nitrógeno acentúan la enfermedad. Esto se debe al efecto de la sequía y el estrés nutricional, que hace que aumente la susceptibilidad del huésped. Asimismo, crecimiento con poco nitrógeno supone mayor proporción de follaje senescente donde el hongo se alimenta mejor.

*Sintomatología:*

Al inicio, numerosas manchas de forma redondeada de color blanco-pajizo que siguen desarrollándose desde la punta hacia abajo o lateralmente a través de la

hoja. Los círculos se van desecando con aspecto de manchas amarillentas de las hojas hasta finalmente adquirir un color marrón pajizo y con bordes marrones.

En los greens, los parches se ven como manchas de color blanco a pajizo, formando conjuntos que parecen parches circulares hundidos, que miden entre 1 y 10 cm de diámetro. Las manchas pueden llegar a unirse formando zonas más grandes de césped deteriorado.

*Sclerotinia homoeocarpa* produce un metabolito tóxico para las raíces del *Agrostis*. La toxina hace que las raíces dejen de crecer y expandirse, careciendo de pelillos radiculares.

#### *Características y ciclo de vida:*

El micelio de *S. homoeocarpa* puede entrar a través de las puntas cortadas de las hojas o por estomas, colonizando las células epidérmicas y mesófilas. El hongo secreta enzimas y toxinas que provocan necrosis en los tejidos. *S. homoeocarpa* sobrevive como micelio o estroma en plantas infectadas. Cuando las condiciones climáticas son apropiadas para el desarrollo de la enfermedad, el micelio infecta plantas cercanas. El hongo no produce esporas, por lo que la diseminación del micelio o restos de hojas infectadas se realiza a través de la maquinaria de corte, pisoteo por parte de personas, agua o viento.

Numerosas especies de hongos bacterias e insectos son parásitos o interfieren en su crecimiento.

#### *Identificación:*

Al principio de la mañana, con el césped húmedo del rocío, puede observarse el micelio blanco algodonoso sobre el limbo de las hojas.

El micelio foliar de *S. homoeocarpa* surge de lesiones blancas o ligeramente amarillentas. Este micelio es similar al de *Pythium aphanidermatum*, pero se puede distinguir porque tiene la hifa septada.

Seleccionar zonas en proceso de ser invadidas, conteniendo zonas sanas y enfermas. Si se cultiva en placa de Petri con medio PDA produce un micelio blanquecino que va tomando tonos crema. A partir de 1-2 semanas se vuelve negruzco. Para visualizar el estroma hay que observar la parte inferior de la placa.

#### *Tratamiento:*

El control de las enfermedades de *Sclerotium* es difícil. Por consiguiente, se recomienda aplicar fungicidas a intervalos de 7-10 días o 14-21 días cuando las condiciones ambientales sean favorables para el desarrollo de la enfermedad, alternando fungicidas con diferentes grupos químicos para evitar la resistencia a fungicidas. Por ejemplo, propiconazol, clortalonil...

Otras medidas de control son realizar aplicaciones ligeras y frecuentes de nitrógeno para mantener el crecimiento aceptable del césped sin que exista un exceso de fertilización con nitrógeno, así como podar cuando sea necesario.

Regar el césped por la mañana (evitar la humedad en las hojas durante la noche), con riego de penetración profunda y que mantenga la humedad del suelo cerca de la capacidad de campo.

***Fusarium culmorum***

Reino: Fungi

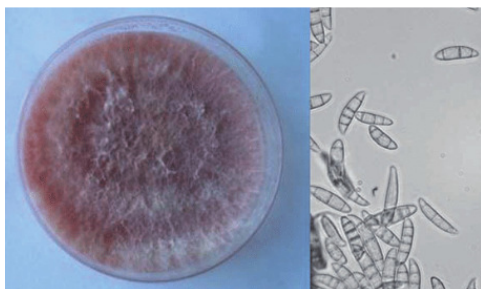
Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomicetos

Orden: Hypocreales



Anexo 10. Imagen 12. Imagen del césped con Fusarium. Fuente: Guía técnica de cultivo en céspedes de Semillas Fitó



Anexo 10. Imagen 13. Micelio y conidios Fuente Imagen: [https://www.researchgate.net/figure/Fusarium-culmorum-on-potato-dextrose-agar-PDA-and-macroconidia\\_fig3\\_235909623](https://www.researchgate.net/figure/Fusarium-culmorum-on-potato-dextrose-agar-PDA-and-macroconidia_fig3_235909623)

***Especies afectadas:***

*Agrostis stolonifera, Poa, Festuca rubra*

***Condiciones que favorecen la enfermedad:***

Temperatura diurnas entre 29 y 35°C y temperatura nocturna de 21°C o más. Su desarrollo se ve favorecido con aplicaciones altas de nitrógeno y en períodos de alta humedad ambiental y con baja humedad del suelo. La fertilización nitrogenada aumenta la posibilidad de pudrición de la raíz.

***Sintomatología:***

Manchas verdes entre 12 y 15 cm de diámetro que se puede incrementar a 1-2 metros. El color del área afectada cambia rápidamente a marron rojizo y después



pasa a tener un color pajizo. La forma de la mancha varía entre circular, alargada y media luna.

*Identificación:*

Las colonias crecen rápidamente en placa de Petri con medio PDA (Potato Dextrose Agar). El micelio aéreo es de color entre blanco y amarillento, volviéndose con el paso del tiempo a marrón rojizo.

*Características y ciclo de vida:*

Se reproduce asexualmente al desarrollar conidias, siendo éste el principal modo de dispersión. Causa el tizón de las plántulas y la pudrición de la raíz. Las clamidosporas pueden sobrevivir en los desechos del huésped durante el invierno. Las salpicaduras de lluvia o el viento pueden transmitir la enfermedad.

*Tratamiento:*

Triadimefón, metal tiofanato...

Para un adecuado control preventivo, empezar la fumigación cuando la temperatura nocturna alcanza los 20°C.

La aplicación de microbios antagonistas naturales de *F. culmorum* sobre la planta huésped puede llegar a ser efectivo.

MES	Semana	FUNGICIDA L/Ha	INSECTICIDA L/Ha	REG. CRECIM.	VERT Prof	PINCHADO GREEN	REC	HUMECT L/Ha
ENERO	1-6							
	7-13							
	14-20							
	21-27							
	28-3							
FEBRERO	4-10							
	11-17							
	18-24							
	25-3							
MARZO	4-10	3				HUECO	X	
	11-17							
	18-24			0,2 + 4				
	25-31	1				MICROPINCHADO	X	
ABRIL	1-7			0,2 + 4				
	8-14		1,5					25
	15-21	1,5			X			
	22-28		2			VERTIDRAIN	X	
	29-5							
MAYO	6-12	1						10
	13-19			0,2 + 4	X		X	
	20-26							
	27-2	1,5		0,2 + 4		MICROPINCHADO	X	
JUNIO	3-9			0,2 + 4				10
	10-16			0,2 + 4				
	17-23	1			X		X	
	24-30			0,2 + 4		MICROPINCHADO		
JULIO	1-7							10
	8-14	1,5		0,2 + 4				
	15-21				X		X	
	22-28			0,2		MICROPINCHADO		
AGOSTO	29-4	1						10
	5-11			0,2				
	12-18						X	
	19-25	1,5		0,2		MICROPINCHADO		
	26-1							10
SEPTIEMBRE	2-8						X	
	9-15	1						
	16-22				X			
OCTUBRE	23-29		1,5			HUECO	X	
	30-6	1,5						
	7-13		2					
	14-20					MICROPINCHADO	X	
	21-27	1						
NOVIEMBRE	28-3							
	4-10						X	
	11-17					MICROPINCHADO		
	18-24							
	25-1							
DICIEMBRE	2-8							
	9-15							
	16-22							
	23-29							
		FUNGICIDAS	INSECTICIDAS	REGULADORES DE CRECIMIENTO				
		AZOXISTROBÍN	CLORPIRIFOS	TRIN + ETEFON				
		CLORTALONIL	IMIDACLOPRIO	TRINEXAPAC-ETHYL				
		PROPICONAZOL						
		FOSETIL-AL						

Anexo 10. Tabla 3. Plan de mantenimiento de los greens. Fuente: Real Federación Española de Golf.

Así pues, para el cuidado de los greens y tratamientos fitosanitarios, se propone hacer uso del plan de mantenimiento elaborado y recomendado por la Real Federación Española de Golf.

Por consiguiente, las cantidades anuales que se precisan para los greens del campo de pitch and putt son ([www.agroterra.com](http://www.agroterra.com)):

*Fungicidas*

Azoxistrobín:  $6\text{l}/\text{Ha} \times 0,063\text{Ha} = 0,38\text{ l} \times 56,09\text{ €/l}$  [Ortiva Top] = 21,31€

Clortalonil:  $3\text{l}/\text{Ha} \times 0,063\text{ Ha} = 0,19\text{ l} \times 11,32\text{€/l}$  [Clortalonil 50% Fungicida Agrofit] = 2,15€

Propiconazol:  $7,5\text{ l}/\text{Ha} \times 0,063\text{ Ha} = 0,47\text{ l} \times 36,97\text{ €/l}$  [Bumper P.] = 17,38€

*Insecticidas*

Clorpirifos:  $3\text{l}/\text{Ha} \times 0,063\text{ Ha} = 0,19\text{ l} \times 9,2\text{ €/l}$  [Pyrgos] = 1,75 €

Imidacloprid:  $4\text{l}/\text{Ha} \times 0,063\text{ Ha} = 0,25\text{ l} \times 16,45\text{€/l}$  [Insect. Duloc Imidacloprid 20% P/v] = 4,11 €

*Reguladores del crecimiento*

Trin:  $1,4\text{l}/\text{Ha} \times 0,063 = 0,09\text{ l}$

Etefon:  $28\text{l}/\text{Ha} \times 0,063 = 1,76\text{ l}$

Trinexapac-ethyl:  $0,6 \times 0,063 = 0,04\text{ l}$

Aproximamos el precio de los reguladores de crecimiento a 1,9l Etefon 48% P/v de [www.fitoagricola.net](http://www.fitoagricola.net), es decir, 40,98€.

Por consiguiente, el gasto anual en fitosanitarios para los greens de pitch and putt se puede estimar en 87,68€, considerando que puede aprovecharse el envase de los fitosanitarios utilizados para el campo grande y que por tanto no se precisa la compra de unidades individuales sólo para uso del pitch and putt.

El resto del campo de pitch and putt aparte de los greens, como no precisa de fitosanitarios en forma diferente a la situación actual, se considera que no incrementa el gasto de mantenimiento.

# ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

## **ANEXO 11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO**

### **1. Introducción**

En estudios de ingeniería que requieren inversiones, es habitual utilizar como indicadores de la viabilidad económica el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rentabilidad.

En el presente proyecto, para estudiar su viabilidad económica, se proponen estos 2 indicadores financieros citados anteriormente:

1.- El Valor Actual Neto (VAN), el cual es el valor actualizado de los rendimientos netos esperados de la inversión. El VAN calcula la rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, lo que nos indica el valor del proyecto a día de hoy. Con  $VAN > 0$  la inversión será aconsejable y cuanto mayor sea su valor, mayor es la ganancia. Se ha calculado para un plazo de 10 años.

2.-La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), la cual es la ganancia obtenida por cada euro invertido en el proyecto. El TIR proporciona una medida relativa, en tanto por ciento, de la rentabilidad del proyecto. Si el TIR es superior a la tasa de descuento asumida para el proyecto, la inversión es aconsejable. En el caso del presente proyecto, la tasa de descuento utilizada han sido los intereses bancarios que generaría un préstamo inicial para hacer frente a los costes de construcción del campo de pitch and putt.

Al respecto de la viabilidad económica es importante señalar que el promotor no aspira a obtener un beneficio industrial. Esto es debido a que no se trata de un proyecto con ánimo de lucro, sino que el campo de pitch and putt es para un club de golf que pretende el fomento del deporte y que se considera rentable el proyecto si se cubren los intereses bancarios (ver más adelante cálculo de VAN y TIR). Si se quisiera un beneficio concreto como por ejemplo, beneficio industrial del 6% u otro superior, se indicaría en el cálculo de VAN y TIR como tasa de descuento.

En resumen, lo que se busca es ampliar la oferta deportiva sin que ello suponga un detrimento de las finanzas del club. Obviamente, si además hay un beneficio económico, el proyecto se vuelve más atractivo.

### **2. Hipótesis para el cálculo de la viabilidad económica**

Para hacer posible el cálculo de los indicadores financieros, previamente han de efectuarse necesariamente una serie de hipótesis de partida (por ejemplo, cuáles serán los ingresos futuros, lo cual se desconoce a priori). Dichas hipótesis se exponen a continuación antes de proceder al cálculo del VAN y el TIR.

La principal hipótesis es que el campo de pitch and putt podría abrirse durante 2 horas diarias. No obstante, esto sólo sería posible si se iluminara con luminarias LED el área de actuación, por ejemplo, de 18 a 20h en invierno (con el consiguiente aumento de gastos de mantenimiento por iluminación) o si se dejaran de jugar los hoyos 8 y 9 del campo grande a últimas horas de la tarde o en campeonatos (con la consiguiente disminución

de ingresos). No obstante, se ha estimado en el estudio de viabilidad un greenfee bastante asequible de 1 € para socios y 15 € para no socios, por lo que se podrían replantear los greenfees en función del coste de la luz o disminución de ingresos en campo grande (por ejemplo, hasta 2 €), con lo que el proyecto supuestamente seguiría siendo viable (si bien habría que calcularlo disponiendo de un estudio pormenorizado de los costes de iluminación). El greenfee de no socios se ha propuesto teniendo en cuenta los precios habituales de pitch and putt.

Para poder visualizar la viabilidad económica del proyecto de la manera más gráfica posible, se ha considerado un periodo de vida útil del proyecto de 10 años. No obstante, esto no es así, sino que el proyecto seguiría igualmente generando ingresos después de esta fecha, ya que no sería previsible su clausura pasada esta fecha.

Para realizar los cálculos de ingresos se supone que se pueden efectuar cada día 10 salidas de 4 jugadores (máxima ocupación del campo de pitch and putt). Tras consultar al personal del club, se efectúa la hipótesis que la ocupación del campo durante 300 días/año es de un promedio de 50% de socios y 2% no socios.

Se considera que la Federación Valenciana de Golf podría otorgar al Club una subvención de 6.000 €, cifra que se considera razonable, ya que es habitual que la federación valore la concesión de ayudas cuando se efectúa un proyecto de mejora de campos de golf.

El tipo de interés al que el Club de Golf Costa de Azahar podría endeudarse se asemejaría al otorgado por los créditos del Instituto de Crédito Oficial (ICO), que en su página web para la tramitación de financiación orientada a autónomos, empresas y entidades públicas y privadas, indica que un préstamo a 4 años con o sin 1 año de carencia tendría el 4,04% de TAE Máximo con tipo de interés fijo.

Según el Instituto Nacional de Estadística, la variación del Índice General Nacional de Precios de Consumo entre Enero de 2010 y Enero de 2020 fue del 12,7%. Por consiguiente, se estima que la variación entre 2020 y 2030 será similar, por lo que se realiza la hipótesis de que los gastos de mantenimiento del campo crecerán un 1,27% anual.

La evolución anual de ingresos a partir del segundo año se le supone de un 0,2% porque los ingresos provienen de los greenfees y ésta es aproximadamente la evolución de greenfees en los 3 últimos años en el Club de Golf Costa de Azahar. Se considera además que conforme el campo se ponga en funcionamiento, el número de usuarios irá aumentando, ya que el conocimiento del campo se irá extendiendo. Hay que tener en cuenta que los campos de golf son también visitados por jugadores de otras provincias y por jugadores que disfrutan de sus vacaciones en época estival.



No se precisa contratar personal adicional, puesto que el greenkeeper y los 4 jardineros encargados del campo grande podrían también llevar el mantenimiento del pitch and putt, siendo que el proyecto no aumenta la superficie del terreno disponible.

Se ha calculado la superficie de los greens del pitch and putt, siendo un 15% de la superficie de los greens del campo grande. Por consiguiente, el gasto en fitosanitarios se ha valorado en un 15% respecto del campo grande. En cuanto al consumo de agua, se estima el mismo precio/m<sup>3</sup>.

### 3. Cálculo del VAN y el TIR

Teniendo en cuenta las hipótesis anteriores, se cumplimenta la siguiente tabla para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN):

Año	Gastos	Ingresos	Ingresos netos	Inversión inicial	Tipo de descuento	VAN	Flujo acumulado
				59408	0,0404	-59408	
1	1831,07	15600	13768,93			13234,27	-46173
2	1854,32	9600,00	7745,68			7155,81	-39018
3	1877,87	9619,20	7741,33			6874,08	-32143
4	1901,72	9638,44	7736,72			6603,22	-25540
5	1925,87	9657,72	7731,84			6342,81	-19197
6	1950,33	9677,03	7726,70			6092,45	-13105
7	1975,10	9696,38	7721,29			5851,77	-7253
8	2000,18	9715,78	7715,60			5620,39	-1633
9	2025,58	9735,21	7709,62			5397,97	3765
10	2051,31	9754,68	7703,37			5184,15	8949

Anexo 11. Tabla 01. Estudio de viabilidad del proyecto. Cálculo del VAN.

El Valor Actual Neto (VAN), que es el valor actualizado de los rendimientos netos esperados de la inversión, se calcula como:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+k)^n}, \text{ siendo:}$$

k = tipo de descuento aplicable a la inversión

Q<sub>n</sub> = diferencia entre los cobros y los pagos generados por la inversión

n = número de años durante los que se producen entradas y salidas de dinero

A = desembolso inicial debido al pago de las obras de construcción del campo

Puesto que VAN > 0, la inversión será aconsejable. El VAN obtenido es de 8.949 €, por lo que se recupera la inversión. Además, como puede observarse en la tabla anterior, al noveno año el proyecto ya empieza a generar beneficios.

Por otro lado, la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), que es la ganancia obtenida por cada euro invertido en el Proyecto, se calcula como:

$$-A + \frac{Q1}{(1+r)^1} + \frac{Q2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1+r)^n} = 0, \text{ siendo:}$$

r = rentabilidad de la inversión (incógnita)

Para el cálculo del TIR se ha utilizado la calculadora de TIR de *Calcuvio.com* disponible en internet, e indicando como datos de partida para el cálculo los obtenidos en el presupuesto del proyecto.

Para ello, se introdujeron los siguientes datos de partida:

Inversión inicial:	59408	€	▼
Tipo de interés:	4,04	%	
<b>Flujos de caja:</b>			
Año 1:	13768,93	€	✕
Año 2:	7745,68	€	✕
Año 3:	7741,33	€	✕
Año 4:	7736,72	€	✕
Año 5:	7731,84	€	✕
Año 6:	7726,70	€	✕
Año 7:	7721,29	€	✕
Año 8:	7715,60	€	✕
Año 9:	7709,62	€	✕
Año 10:	7703,37	€	✕

Anexo 11. Tabla 02. Estudio de viabilidad del proyecto. Datos de partida para el cálculo del TIR.

Obteniendo el siguiente resultado:

Tasa interna de retorno (TIR):	<input type="text" value="7.202"/>	<input style="width: 30px;" type="text" value="%"/>
--------------------------------	------------------------------------	---

La rentabilidad obtenida calculando el TIR es del **7,2%**, el cual es superior a la tasa de descuento del 4,04% asumida para el proyecto, por lo que puede aceptarse la inversión. El hecho de que el TIR obtenido sea superior al TAE del préstamo indica que la inversión desde el punto de vista económico es **viable**, puesto que se recupera la inversión inicial.

# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Índice

1. Objeto del estudio
2. Descripción de la obra
3. Planificación de la obra
4. Trabajos previos a la realización de la obra
5. Análisis de riesgos durante la ejecución de las obras
  - 5.1 Construcción de instalación para agua de riego
    - 5.1.1 Replanteos
    - 5.1.2 Excavación, preparación de canalización de servicios y relleno de zanjas
    - 5.1.3 Montaje de instalación de riego
  - 5.2 Construcción de greens y tees de salida
    - 5.2.1 Sustitución de cubierta vegetal
    - 5.2.2 Compactación del terreno
    - 5.2.3 Construcción del drenaje y adición del substrato
    - 5.2.4 Albañilería
  - 5.3 Red de seguridad
    - 5.3.1 Construcción de cimentaciones
    - 5.3.2 Instalación y montaje de la red
  - 5.4 Jardinería e instalación de mobiliario de golf
    - 5.4.1 Riego
    - 5.4.2 Plantación
    - 5.4.3 Montaje de mobiliario de golf
    - 5.4.4 Aclareo de árboles
  - 5.5 Prevención de riesgos en maquinaria utilizada en trabajos auxiliares
6. Medios de protección
7. Instalaciones para la higiene
8. Formación de los empleados
9. Prevención de daños a terceros
10. Servicios de prevención de la obra
11. Medicina preventiva y primeros auxilios
12. Normativa aplicable
13. Conclusión

## 1. Objeto del estudio

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales durante la construcción de un campo de pitch and putt en las instalaciones del Club de Golf Costa de Azahar sitas en El Pinar del Grao de Castellón.

Según se establece en el *Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, el promotor está obligado a encargar la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que la duración estimada sea superior a 30 días laborables.

El presente estudio tiene la finalidad de proporcionar a la empresa constructora adjudicataria del proyecto las directrices básicas para llevar a cabo su trabajo bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el citado *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción*.

Por último, señalar que el presente Estudio de Seguridad y Salud servirá de base para la redacción del Plan de Seguridad y Salud por parte del Contratista de la obra en el cual se analizarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este Estudio de Seguridad y Salud, adaptándolo a sus propios medios, equipos y procesos constructivos, y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos.

## 2. Descripción de la obra

### *Construcción de instalación de agua de riego*

Se deben realizar replanteos como fase previa a los trabajos de excavación, con el fin de delimitar con exactitud el recorrido de las tuberías de riego.

Como sistema de riego se emplean tuberías de polietileno PE100 de diámetro entre 75 y 32 mm. Se deben realizar 2 acometidas a la red de riego del campo de golf, cuya red de riego está aproximadamente a 6 atm de presión. La instalación de canalizaciones hasta los aspersores cubre tanto la tubería de conducción de agua como los cables de cobre que conectan cada aspersor con el programador modular. Para ello, se deben abrir zanjas lineales donde se enterrarán las tuberías de riego y cableado. La mayor profundidad de las zanjas es de unos 60 cm y el ancho es de unos 50 cm. También se deben instalar arquetas de registro, si bien se trata de arquetas de polipropileno prefabricadas de dimensiones adecuadas.

El montaje de la red de riego incluye la instalación en 2 sectores de riego, en cuya cabecera hay un filtro de anillas, válvula de corte y válvula reductora de presión. En cuanto a los accesorios de la red de riego, está prevista la utilización de codos, Tes y conos de reducción.

### *Construcción de greens y tees de salida:*

Se trata de reemplazar la superficie vegetal del área de actuación por otro tipo de superficie acondicionada para el juego (superficie de césped en greens y de arena en bunkers). La superficie vegetal a arrancar se trata, principalmente, de césped que crece en los márgenes de las calles del interior del campo de golf existente. La cubierta vegetal arrancada se reutiliza en el proyecto.



Al efecto de valorar la extensión de la actuación, los greens de pitch and putt pueden tener, orientativamente, unas dimensiones promedio de 15 m de largo por 10 m de ancho. La superficie de bunkers anexos a los greens es sensiblemente inferior. La actuación supondría la creación de 7 nuevos greens.

Se debe realizar una compactación previa y nivelación de la sub-base para estabilizar el suelo de los greens.

La construcción de greens incluye además una red de drenaje con PE corrugado, perforado, 10 cm de diámetro nominal. Las zanjas de drenaje son de 20 cm de profundidad por 15 cm de ancho.

La mezcla radicular de los greens requiere de un substrato específico con arena gruesa y materia orgánica de unos 30 cm. de espesor.

La construcción de greens son actuaciones puntuales (7 greens de 10x15m aprox.) frente a la extensión de 2,5 Ha que representa la totalidad del campo de pitch and putt. A tener en cuenta que a veces se protege algún green con un pequeño montículo. Estas actuaciones suponen una elevación de cotas entre 1 y 2 metros en lugares muy concretos. No se plantean modificaciones del relieve en las calles del campo de pitch and putt.

No se prevé la existencia de residuos de tierras, ya que por su pequeña cantidad pueden ser aprovechados en el campo (por ejemplo, en el campo de prácticas).

Los tees de salida de los hoyos lo constituyen una alfombra de césped artificial de 1,5 x 1,5 m. Se plantean 8 tees de salida de nueva construcción.

#### *Instalación de red de seguridad*

Este apartado supone la instalación de una red deportiva de polipropileno que sirva de protección frente a bolas de golf disparadas desde el driving range. La altura de la red es de 12 m, instalada sobre apoyo metálico, el cual está cimentado sobre hormigón según normativa LG14. La instalación de estos casi 500m<sup>2</sup> de red de seguridad será efectuado por empresa especializada.

#### *Jardinería e instalación de mobiliario de golf*

Este apartado será llevado a cabo por el servicio de jardinería del campo de golf, no por la empresa contratista.

Siembra y plantación de especies vegetales: Se lleva a cabo la plantación de *Agrostis stolonífera* (especie cespitosa) en greens. Esta especie es la misma que la ya existente en el campo.

Además, se plantea la creación de una barrera vegetal de unos 30 metros de ancho en el linde norte del campo.

También se incorporan nuevas zonas ajardinadas con especies autóctonas. Aunque se trata de áreas pequeñas en superficie.

Trazado de caminos e introducción de elementos artificiales: Entre el green y el siguiente tee se debe poder caminar con carro de golf. Ello supone la creación de alguna rampa para salvar pequeños desniveles. Asimismo, la jardinería sirve en el proyecto para encauzar el tránsito de personas. En cuanto a los elementos artificiales, se trata de papeleras y carteles indicativos del hoyo, los cuales se plantean en madera o similar.

### 3. Planificación de la obra

El plazo de realización de la obra es de 6 meses

La coordinación de seguridad y salud será llevada a cabo por la dirección facultativa.

El orden de los trabajos será el siguiente, para evitar interferencias entre trabajos de distinta naturaleza:

- 1) Replanteo
- 2) Movimiento de tierras (zanjas para instalación de riego y construcción de greens)
- 3) Montaje de instalación de riego
- 4) Instalación de red de seguridad
- 5) Jardinería y montaje de mobiliario

El personal que trabajará simultáneamente en la construcción del campo de pitch and putt será establecido por la empresa constructora en función de sus necesidades.

### 4. Trabajos previos a la realización de la obra

Antes del comienzo de las obras se deberán realizar las siguientes actividades:

#### *Medidas preventivas organizativas*

- Conocimiento por parte de los empleados afectados de la empresa constructora del Plan de Seguridad y Salud, especialmente del Jefe de Obra.
- Entregar normativa de uso de máquinas en materia de seguridad.
- Alquiler o utilización de máquinas con aseguramiento previo de su estado de conservación y funcionamiento.
- Delimitación de zonas de acceso y lugares del campo de golf por los que se permite el tráfico.
- Señalización de la obra de acuerdo a la normativa vigente mediante carteles.
- Delimitación de espacio para la recepción de materiales de forma ordenada.
- Asegurar el orden y limpieza en toda la obra.
- Delimitación de zanjas y áreas de trabajo.

### *Reconocimiento previo del campo de golf*

Dicho reconocimiento tiene como objeto el averiguar el trazado los servicios existentes en el recinto de las obras: conducciones eléctricas, cable de comunicaciones, tuberías de riego, ubicación de arquetas y válvulas.

Antes de comenzar los trabajos se asegurará la disponibilidad de los terrenos, así como la disposición de los permisos de los servicios afectados durante la ejecución de dichos trabajos.

Los obstáculos enterrados o aéreos deberán estar perfectamente señalizados y protegidos en toda su longitud.

La señalización se colocará antes de empezar los trabajos y sólo se retirará cuando la obra haya terminado totalmente.

En el caso de existir interferencias con líneas eléctricas existentes:

- Todo trabajo en las proximidades de una línea eléctrica será dirigido por el Jefe de Obra.
- Las distancias mínimas que deben guardarse ante una línea eléctrica de baja tensión es de 1m, quedando prohibido todo trabajo a distancias inferiores a las indicadas. Estas distancias se asegurarán mediante la colocación de obstáculos o gálibos.
- Si la línea eléctrica es subterránea, la Compañía suministradora indicará claramente su recorrido y profundidad, debiéndose señalar correctamente. No se llevarán a cabo trabajos a distancias inferiores a 1 m., hasta que no exista garantía por parte de la Compañía suministradora de que no hay tensión.

### *Medidas previas al inicio de las obras*

Se dispondrá de los siguientes elementos de señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos a la obra.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco, botas de seguridad y chaleco reflectante en el interior del recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

Las medidas de prevención a adoptar en cuanto a circulación por el interior del recinto de la obra son las que a continuación se citan:

- Se eliminarán interferencias de personas extrañas a la obra mediante vallas, cintas señalizadoras y señales.
- Se colocarán carteles para las limitaciones de velocidad de maquinaria.
- Los pasos sobre zanjas se harán con chapas metálicas y señalización de anchura suficiente para permitir el cruce de las zanjas sin riesgo para pequeños vehículos y peatones.
- Ningún trabajo adicional al operador debe hacerse en el radio de acción de cualquier máquina.

## **5. Análisis de riesgos durante la ejecución de las obras**

### **5.1 Construcción de instalación para agua de riego**

#### **5.1.1 Replanteos**

*Descripción de los trabajos:*

Delimitación de la obra y replanteo de excavaciones de zanjas de tuberías.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Estación total, teodolito, nivel, GPS, miras, estacas, cinta métrica...

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel
- Caídas de objetos durante su manipulación
- Caídas de objetos desprendidos, especialmente árboles en caso de viento
- Caída de cargas
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Exposición al polvo
- Ruido
- Atropellos o golpes con vehículos

- Contagio por Covid-19

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en las zanjas y accesos
- Señalización de los tajos
- Zonas de paso libres de obstáculos
- Paralización de los trabajos con fuertes vientos. En ese caso, no situarse bajo los árboles
- No situarse en la cercanía de los trabajos cuando se realicen aclareos de árboles
- No fumar en las instalaciones
- No situarse en el radio de acción de la maquinaria
- Pulverizar con agua la zona de trabajo con mayor polvo
- Debido al riesgo para los equipos de replanteo, no se realizarán trabajos con lluvia
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Señalización perimetral de la zona de obras
- Señales de advertencia en entrada y salida de vehículos del campo de golf. Señal de STOP para salida.
- Señal informativa de botiquín y extintor
- Cinta de balizamiento para las zanjas de riego
- La maquinaria dispondrá de avisador acústico
- Se dispondrá de extintores portátiles.
- Existirá siempre a disposición de los trabajadores un botiquín de primeros auxilios con el material sin caducar.
- En la obra estarán expuestos en un lugar visible y conocido por todos los trabajadores los números de teléfono de urgencia, así como un croquis sobre cómo acceder al centro de salud más cercano.
- Los trabajadores dispondrán en todo momento de teléfono móvil para comunicarse ante cualquier accidente.
- En la obra existirá en todo momento un vehículo para la evacuación de un herido ante cualquier accidente.

*Equipos de protección individual:*

- Casco
- Uso de mascarilla buco-nasal tipo II
- Protectores auditivos (cuando exista ruido o en la cercanía de maquinaria)
- Ropa de trabajo
- Cinturón de seguridad, en el caso de manejarse vehículos
- Guantes de protección adecuada conforme al trabajo a realizar
- Botas de seguridad

**5.1.2 Excavación, preparación de canalización de servicios y relleno de zanjas***Descripción de los trabajos:*

Excavación de zanjas, compactación del terreno, rasanteo del fondo, colocación de la tubería sobre la zanja y relleno de zanjas con tierra.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Retroexcavadora, dumper de obra, grúa para manipulación de tuberías, carretilla eléctrica, compactador manual, picos, palas, azadas.

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas desde la máquina.
- Caída de material transportado.
- Caída de objetos durante su manipulación.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Rotura de canalizaciones de agua a presión
- Pisadas sobre objetos.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes con herramientas manuales
- Proyección de partículas de tierra al ojo.
- Vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos.



- Atrapamientos
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al polvo.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en zanjas para canalizaciones de riego.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Antes de iniciar los trabajos, se asegurará que las máquinas tienen en perfecto estado sus elementos de seguridad. En concreto, no se encontrarán rotos o inoperativos los faros, espejos retrovisores, señales luminosas, señales acústicas de marcha atrás ni cinturones de seguridad.
- Antes de iniciar la jornada, se comprobará el adecuado funcionamiento de los frenos. Antes de poner el vehículo en marcha, se revisará la posición del freno de mano.
- El acopio de tuberías se realizará sobre superficie horizontal. El guiado de las tuberías se realizará con cabos guía.
- No sobrecargar con acumulación de tierra los bordes de la excavación de zanjas. La acumulación de tierras se efectuará de forma que no entorpezca el desarrollo de los trabajos y no impidan la libre evacuación de las aguas pluviales, evitando aumentar el riesgo de inundación de parte del campo de golf.
- Mantener las zanjas abiertas el menor tiempo posible.
- Para evitar accidentes, apoyar en el suelo la cuchara de la retroexcavadora, parar el motor, poner el freno de mano y bloquear a máquina. A continuación se pueden realizar las operaciones previstas.
- Alejarse de la máquina cuando se realice la compactación de la sub-base.
- Queda prohibido rellenar más de lo debido el cubilote del dúmper de modo que se impida la visibilidad frontal. No se cargará más de la carga admisible.
- Se prohíbe transportar materiales de obra que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.
- No debe pararse el dúmper empleando la palanca del descompresor.
- El vertido de tierras o arenas por el dúmper, el cual se realice junto a zanjas, respetará una distancia prudencial al borde del desnivel.
- Caminar con precaución, observando los desniveles y obstáculos del terreno
- Utilizar siempre las zonas destinadas al paso de personas. No saltar las zanjas.

- No se trabajará subido a las tuberías.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No saltar desde la máquina. Utilizar peldaños y asideros para subir o bajar de la maquinaria, evitando lesiones por caída.
- No transportar personas en las máquinas. Queda prohibido que personas no autorizadas hagan uso de la maquinaria y puedan provocar accidentes o lesionarse.
- El personal que maneje maquinaria será especialista y tendrá capacitación suficiente para su manejo. En el caso de vehículos, deberá además estar en posesión de la formación legal requerida.
- Todos los vehículos se conducirán en la obra a velocidades no superiores a 20 Km/h.
- Vigilar la presión / desgaste de los neumáticos, Avisar a mantenimiento en caso de inadecuado estado de la banda de rodadura.
- En caso de avería de las máquinas, se avisará al servicio de mantenimiento, no se efectuarán reparaciones con el motor en marcha. No se trabajará con la maquinaria en situación de avería.
- No permanecer personas ajenas a su accionamiento en el radio de acción de la maquinaria
- Posicionar la máquina adecuadamente en función de la estabilidad del terreno. Si existiera sobrecarga móvil en el borde de las zanjas por circulación de vehículos, se deberán reforzar las excavaciones.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Precaución con líneas eléctricas subterráneas.
- No fumar en las instalaciones donde se lleva a cabo la obra
- Pulverizar con agua la zona de trabajo cuando se evidencie la generación de polvo en el ambiente
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.
- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas.
- Excavación manual junto a líneas eléctricas subterráneas.
- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados

- Acceso para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección adecuada en función del trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad (vehículos).
- Cinturón antivibración (manejo del compactador manual).
- Gafas de protección.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal tipo II.
- Protectores auditivos.

### **5.1.3 Montaje de instalación de riego**

*Descripción de los trabajos:*

Montaje de acometida a red de riego, aspersores, conexiones entre tuberías, válvulas y filtro.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Soldador-sellador para soldadura térmica de tubería PE, radial, llaves aprieta-tuercas, picos, palas, azadas.

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de material transportado.
- Caída de objetos durante su manipulación.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Rotura de canalizaciones de agua a presión
- Pisadas sobre objetos.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes con herramientas manuales
- Proyección de partículas al ojo.
- Sobreesfuerzos

- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al polvo.
- Ruido.
- Quemaduras.
- Contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en zanjas para canalizaciones de riego.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- No sobrecargar con acumulación de tierra los bordes de la excavación de zanjas. La acumulación de tierras se efectuará de forma que no entorpezca el desarrollo de los trabajos y no impidan la libre evacuación de las aguas pluviales, evitando aumentar el riesgo de inundación de parte del campo de golf.
- Mantener las zanjas abiertas el menor tiempo posible.
- Utilizar la radial con precaución. Los discos de corte serán adecuados.
- No se trabajará subido en las tuberías.
- Evitar el contacto directo con las tuberías calentadas para su ensamblaje por calor. Usar con precaución el equipo de soldadura térmica de PE.
- Caminar con precaución, observando los desniveles y obstáculos del terreno
- Utilizar siempre las zonas destinadas al paso de personas. No saltar las zanjas.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Precaución con líneas eléctricas subterráneas.
- No fumar en las instalaciones
- Pulverizar con agua la zona de trabajo con mayor polvo
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.

- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas.
- Excavación manual junto a líneas eléctricas subterráneas.
- Señales indicativas de riesgos en el área de trabajo.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados
- Acceso a la obra para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección adecuada en función del trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de protección.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal tipo II.
- Protectores auditivos.

## **5.2 Construcción de greens y tee de salida**

### **5.2.1 *Sustitución de cubierta vegetal***

*Descripción de los trabajos:*

Excavación del terreno para eliminar tierra vegetal.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Excavadora, pala cargadora, retroexcavadora, dúmper, picos, palas, azadas.

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas desde la máquina.

- Caída de material transportado.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Rotura de canalizaciones de agua a presión
- Pisadas sobre objetos.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes con herramientas manuales
- Proyección de partículas de tierra al ojo.
- Vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos
- Atrapamientos
- Incendios.
- Electrocutación
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al polvo.
- Ruido.
- Contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en obra.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Antes de iniciar los trabajos, se asegurará que las máquinas tienen en perfecto estado sus elementos de seguridad. En concreto, no se encontrarán rotos o inoperativos los faros, espejos retrovisores, señales luminosas, señales acústicas de marcha atrás ni cinturones de seguridad.
- Antes de iniciar la jornada, se comprobará el adecuado funcionamiento de los frenos. Antes de poner el vehículo en marcha, se revisará la posición del freno de mano.
- La acumulación de tierras se efectuará de forma que no entorpezca el desarrollo de los trabajos y no impidan la libre evacuación de las aguas pluviales, evitando aumentar el riesgo de inundación de parte del campo de golf.
- Para evitar accidentes, apoyar en el suelo la cuchara de la retroexcavadora, parar el motor, poner el freno de mano y bloquear a máquina. A continuación se pueden realizar las operaciones previstas.
- Queda prohibido rellenar más de lo debido el cubilote del dúmper de modo que se impida la visibilidad frontal. No se cargará más de la carga admisible.
- Se prohíbe transportar materiales de obra que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.



- No debe pararse el dúmper empleando la palanca del descompresor.
- Caminar con precaución, observando los desniveles y obstáculos del terreno
- Utilizar siempre las zonas destinadas al paso de personas.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No saltar desde la máquina. Utilizar peldaños y asideros para subir o bajar de la maquinaria, evitando lesiones por caída.
- No transportar personas en las máquinas. Queda prohibido que personas no autorizadas hagan uso de la maquinaria y puedan provocar accidentes o lesionarse.
- El personal que maneje maquinaria será especialista y tendrá capacitación suficiente para su manejo. En el caso de vehículos, deberá además estar en posesión de la formación legal requerida.
- Todos los vehículos se conducirán en la obra a velocidades no superiores a 20 Km/h.
- Vigilar la presión / desgaste de los neumáticos, Avisar a mantenimiento en caso de inadecuado estado de la banda de rodadura.
- En caso de avería de las máquinas, se avisará al servicio de mantenimiento, no se efectuarán reparaciones con el motor en marcha. No se trabajará con la maquinaria en situación de avería.
- No permanecer personas ajenas a su accionamiento en el radio de acción de la maquinaria
- Posicionar la máquina adecuadamente en función de la estabilidad del terreno. Si existiera sobrecarga móvil en el borde de las zanjas por circulación de vehículos, se deberán reforzar las excavaciones.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Precaución con líneas eléctricas subterráneas.
- No fumar en las instalaciones donde se lleva a cabo la obra
- Pulverizar con agua la zona de trabajo cuando se evidencie la generación de polvo en el ambiente
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.
- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas.
- Excavación manual junto a líneas eléctricas subterráneas.

- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados
- Acceso para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección adecuada en función del trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad (vehículos).
- Gafas de protección.
- chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal tipo II.
- Protectores auditivos.

### **5.2.2 Compactación del terreno**

*Descripción de los trabajos:*

Compactación del terreno con máquina apisonadora

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Apisonadora

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas desde la máquina.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Rotura de canalizaciones de agua a presión.
- Vuelco de máquinas.
- Atrapamientos
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Exposición al polvo.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en obra.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Antes de iniciar los trabajos, se asegurará que la apisonadora tienen en perfecto estado sus elementos de seguridad. En concreto, frenos, faros, espejos retrovisores, señales luminosas, señales acústicas de marcha atrás y cinturones de seguridad.
- Alejarse de la máquina cuando se realice la compactación de la sub-base.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No saltar desde la máquina. Utilizar peldaños y asideros para subir o bajar de la maquinaria, evitando lesiones por caída.
- El personal que maneje maquinaria será especialista y tendrá capacitación suficiente para su manejo. En el caso de vehículos, deberá además estar en posesión de la formación legal requerida.
- Todos los vehículos se conducirán en la obra a velocidades no superiores a 20 Km/h.
- En caso de avería de las máquinas, se avisará al servicio de mantenimiento, no se efectuarán reparaciones con el motor en marcha. No se trabajará con la maquinaria en situación de avería.
- No permanecer personas ajenas a su accionamiento en el radio de acción de la maquinaria
- Posicionar la máquina adecuadamente en función de la estabilidad del terreno. Si existiera sobrecarga móvil en el borde de las zanjas por circulación de vehículos, se deberán reforzar las excavaciones.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Precaución con líneas eléctricas subterráneas.
- No fumar en las instalaciones donde se lleva a cabo la obra
- Pulverizar con agua la zona de trabajo cuando se evidencie la generación de polvo en el ambiente
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.
- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas y tuberías.
- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados
- Acceso para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección adecuada en función del trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad (vehículos).
- Cinturón antivibración.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal para protección ante Covid-19.
- Protectores auditivos.

### **5.2.3 Construcción del drenaje y adición del substrato**

*Descripción de los trabajos:*

Construcción de red de drenaje, colocación de la tubería de PE corrugado perforado sobre la zanja y relleno de zanjas con arena de granulometría adecuada, relleno con substrato hasta nivel del green.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Pala cargadora, retroexcavadora, dúmper de obra, grúa para manipulación de tuberías, carretilla eléctrica, picos, palas, azadas, equipos de topografía.

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas desde la máquina.

- Caída de material transportado.
- Caída de objetos durante su manipulación.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Rotura de canalizaciones de agua a presión
- Pisadas sobre objetos.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes con herramientas manuales
- Proyección de partículas de tierra al ojo.
- Vuelco de máquinas.
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al polvo.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas:*

- Orden y limpieza en obra.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- Antes de iniciar los trabajos, se asegurará que las máquinas tienen en perfecto estado sus elementos de seguridad. En concreto, no se encontrarán rotos o inoperativos los faros, espejos retrovisores, señales luminosas, señales acústicas de marcha atrás ni cinturones de seguridad.
- Antes de iniciar la jornada, se comprobará el adecuado funcionamiento de los frenos. Antes de poner el vehículo en marcha, se revisará la posición del freno de mano.
- El acopio de tuberías se realizará sobre superficie horizontal. El guiado de las tuberías se realizará con cabos guía.
- Para evitar accidentes, apoyar en el suelo la cuchara de la retroexcavadora, parar el motor, poner el freno de mano y bloquear a máquina. A continuación se pueden realizar las operaciones previstas.
- Alejarse de la máquina cuando se realice la compactación de la sub-base.
- Queda prohibido rellenar más de lo debido el cubilote del dúmper de modo que se impida la visibilidad frontal. No se cargará más de la carga admisible.

- Se prohíbe transportar materiales de obra que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.
- No debe pararse el dúmper empleando la palanca del descompresor.
- El vertido de tierras o arenas por el dúmper, el cual se realice junto a zanjas, respetará una distancia prudencial al borde del desnivel.
- Caminar con precaución, observando los desniveles y obstáculos del terreno
- Utilizar siempre las zonas destinadas al paso de personas. No saltar las zanjas.
- No se trabajará subido a las tuberías.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No saltar desde la máquina. Utilizar peldaños y asideros para subir o bajar de la maquinaria, evitando lesiones por caída.
- No transportar personas en las máquinas. Queda prohibido que personas no autorizadas hagan uso de la maquinaria y puedan provocar accidentes o lesionarse.
- El personal que maneje maquinaria será especialista y tendrá capacitación suficiente para su manejo. En el caso de vehículos, deberá además estar en posesión de la formación legal requerida.
- Todos los vehículos se conducirán en la obra a velocidades no superiores a 20 Km/h.
- Vigilar la presión / desgaste de los neumáticos, Avisar a mantenimiento en caso de inadecuado estado de la banda de rodadura.
- En caso de avería de las máquinas, se avisará al servicio de mantenimiento, no se efectuarán reparaciones con el motor en marcha. No se trabajará con la maquinaria en situación de avería.
- No permanecer personas ajenas a su accionamiento en el radio de acción de la maquinaria
- Posicionar la máquina adecuadamente en función de la estabilidad del terreno. Si existiera sobrecarga móvil en el borde de las zanjas por circulación de vehículos, se deberán reforzar las excavaciones.
- Correcto mantenimiento de la maquinaria.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- Precaución con líneas eléctricas subterráneas.
- No fumar en las instalaciones donde se lleva a cabo la obra
- Pulverizar con agua la zona de trabajo cuando se evidencie la generación de polvo en el ambiente
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*



- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.
- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas.
- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados
- Acceso para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección adecuada en función del trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad (vehículos).
- Gafas de protección.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal para protección ante Covid-19.
- Protectores auditivos.

#### **5.2.4 Albañilería**

*Descripción de los trabajos:*

Hormigonado de la base de los tees.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Hormigonera portátil, pala, rastrillo para nivelación del hormigón.

*Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel
- Caídas de cargas
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

- Electrocutación.
- Ruido
- Incendios
- Atrapamiento con partes móviles.
- Vuelco de hormigonera portátil.
- Proyecciones de hormigón
- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto
- Contagios por Covid-19

*Medidas preventivas*

- Orden y limpieza en obra.
- Conexión a tierra al realizar las operaciones con hormigonera.
- Revisar el estado de cables, clavijas y enchufes. No se permite la existencia de hilos pelados o empalmes provisionales. Se vigilará que los cables no estén en contacto con agua.
- Realizar la descarga de hormigón con las debidas precauciones.
- No realizar trabajos con fuertes vientos o lluvias.
- Repartir uniformemente el hormigón. Evitar el contacto del cemento con la piel.
- No fumar en las instalaciones de la obra.
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente.
- Señalamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Toma de tierra, interruptor diferencial.
- Clavijas normalizadas.
- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Accesos y circulación de vehículos distinto al de peatones.
- Reconocimiento médico a operarios.

*Equipos de protección individual*

- Casco.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.

- Guantes de protección adecuada al trabajo a realizar.
- Ropa de trabajo.
- Gafas de protección.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal para protección frente a contagios.
- Protectores auditivos.

### **5.3 Red de seguridad**

#### **5.3.1 Construcción de cimentaciones**

*Descripción de los trabajos:*

Construcción de las zapatas aisladas para la fijación de la red de seguridad.

*Equipos técnicos y medios auxiliares:*

Camión hormigonera, grúa autocargante, sistema de encofrado vertical de madera, pala manual, rastrillo para nivelación del hormigón.

*Riesgos*

- Vuelco del camión hormigonera o camión pluma.
- Atrapamientos.
- Atropello de personas.
- Choques contra otros vehículos.
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de cargas
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Incendios
- Atrapamiento con partes móviles.
- Proyecciones de hormigón
- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto
- Contagios por Covid-19

*Medidas preventivas:*

- Se señalarán caminos de circulación dentro del campo de golf al objeto de evitar su aproximación a las zanjas y el consiguiente riesgo de vuelco.
- Previamente al inicio del vertido de hormigón en las cimentaciones de la red de seguridad por parte de la cuba del camión hormigonera, se colocarán calzos antideslizantes en las ruedas.
- El camión hormigonera no se aproximará a más de 2m de las excavaciones del terreno.
- Ningún empleado permanecerá debajo de la zona de caída del hormigón.
- Orden y limpieza en obra.
- Conexión a tierra al realizar las operaciones con hormigonera.
- Revisar el estado de cables, clavijas y enchufes.
- Realizar la descarga de hormigón con las debidas precauciones.
- No realizar trabajos con fuertes vientos o lluvias.
- Repartir uniformemente el hormigón. Evitar el contacto del cemento con la piel.
- Los paneles de encofrado serán guiados por cabos.
- Se coordinarán las maniobras entre el gruista y los operarios. La grúa no se trasladará con cargas suspendidas. Las cargas estarán convenientemente sujetas.
- No se deberá trepar por los encofrados.
- Los paneles de encofrado no se desengancharán hasta no haber llevado a cabo su estabilización.
- No fumar en las instalaciones de la obra.
- Mantener distancias de seguridad entre personas para evitar contagios

**5.3.2 Instalación y montaje de la red***Riesgos*

- Caída a distinto nivel por resbalones, mala ejecución de amarres, anclajes insuficientes, vuelcos de la cesta elevadora.
- Golpes o cortes por mal uso de las herramientas.
- Golpes por caídas de objetos desde la cesta elevadora.
- Golpes y atrapamientos por caída del poste metálico de sujeción de la red
- Lesiones musculares por posturas inadecuadas, posturas con tensión durante mucho tiempo, sobreesfuerzos, movimientos repetitivos (contracturas, esguinces).
- Calambre o problemas circulatorios por opresión de las cinchas del arnés

- Riesgos producidos por agentes atmosféricos (viento, agua, sol, etc).
- Exposición a altas temperaturas.
- Picadura de avispas u otros insectos.
- Riesgos de daños a terceros como atropellos o colisiones mientras se desplaza la cesta elevadora.
- Riesgo de contagio por Covid-19.

#### *Medidas preventivas*

- Emplear personal cualificado y formado en las técnicas de trabajo, utilización de las herramientas y riesgos del trabajo en altura.
- Utilizar sistemas anticaídas para impedir caídas de altura. Obligatorio llevar arnés anticaídas EN-361 y anclar el elemento de amarre a la cesta elevadora.
- Avisadores acústicos de marcha en perfecto estado de funcionamiento
- Cintas de balizamiento que delimiten el área de trabajo
- Mantener distancias mínimas de seguridad entre trabajadores
- Revisión periódica de los elementos de seguridad (arnés, etc.)
- Utilización de la cesta elevadora cuando existan garantías de haber realizado previamente una revisión completa de mantenimiento, la cual incluya los elementos de seguridad. La cesta dispondrá de marcado CE, con elementos de amarre para el arnés anticaídas.
- Trabajar en buen estado de salud físico y mental.
- No utilizar ropas holgadas ni accesorios que puedan provocar enganchones.
- No trabajar con música ni utilizar el móvil, para evitar despistes o desconcentración.
- Organizar el trabajo en el suelo y subir a la cesta elevadora solo la herramienta necesaria.
- Es muy importante asegurarse que la cesta elevadora no se asienta o circula sobre terreno irregular con riesgo de vuelco.
- Beber agua y mantenerse hidratado. Detener la faena con síntomas de mareo o fatiga.
- Realizar descansos periódicos.
- Posicionar la cesta elevadora a la altura correcta manteniendo la espalda recta evitando las posturas forzadas.
- No estar mucho tiempo mirando hacia arriba para evitar la tensión en las vértebras cervicales.
- Usar la herramienta adecuada para cada tarea.

#### *Equipos de protección individual*

- Casco de Seguridad
- Guantes específicos adaptados al trabajo a realizar.

- Botas de Seguridad.
- Ropa de Trabajo
- Chaleco reflectante
- Arnese anticaídas EN 361
- Mascarilla de seguridad tipo II.

#### **5.4 Jardinería e Instalación de mobiliario de golf**

Se considera que las operaciones de siega, aplicación de fitosanitarios, pinchado de greens y cualquier otra operación de mantenimiento de las especies vegetales, no forma parte propiamente de la construcción del campo de pitch and putt, sino de una fase posterior fuera del alcance del presente Estudio de Seguridad y Salud.

A continuación se describen los riesgos así como las medidas preventivas a adoptar, en los trabajos de construcción a efectuar por los propios jardineros del Club de Golf (promotor).

##### **5.4.1 Riego**

###### *Riesgos*

- Caídas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Contagios por Covid-19

###### *Medidas preventivas*

- Se mantendrá el orden y la limpieza de la obra, comprobando que no existen herramientas sueltas u otros objetos que supongan un riesgo.

###### *Protecciones colectivas*

- Señalización de las obras, mediante vallado y señales.
- No permanecer en el radio de acción de máquinas.
- Cintas de Balizamiento.
- Señales de seguridad

###### *Protecciones individuales*

- Casco de Seguridad



- Guantes específicos adaptados al trabajo de jardinería.
- Botas de Seguridad.
- Ropa de Trabajo
- Mascarilla de seguridad tipo II

#### 5.4.2 Plantación

##### *Riesgos*

- Cortes y heridas.
- Golpes e impactos
- Lesiones en la piel.
- Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas.
- Caída de operarios al mismo nivel.
- Caídas de materiales transportados.
- Afecciones en la piel.
- Incendio
- Quemaduras.

##### *Medidas preventivas (Manejo de ahoyadora manual):*

- Delimitar el área de trabajo con cintas de balizamiento.
- Tapar los agujeros de perforación.
- Sujetar la ahoyadora con ambas manos.
- No llevar ropa suelta, cadenas o pelo largo sin recoger, que se pueda enganchar cuando se efectúa el trabajo.
- Si es la primera vez que se utiliza la ahoyadora leer las instrucciones de uso.
- No tocar las piezas calientes.
- Antes de repostar combustible hay que parar el motor y no repostar cuando el motor está caliente, ya que existe riesgo de incendio.
- Limpiar inmediatamente si la ropa o el suelo se ha manchado con gasolina.
- Las empuñaduras estarán limpias y secas, no resbaladizas, libres de aceite y suciedad.
- El traslado de la ahoyadora se efectuará siempre con el motor parado.
- No inclinar la ahoyadora.

##### *Protecciones individuales*

- Casco de Seguridad
- Guantes específicos adaptados al trabajo a realizar.

- Botas de Seguridad.
- Ropa de Trabajo
- Mascarilla de seguridad tipo II

#### **5.4.3 Montaje de mobiliario de golf**

##### *Riesgos*

- Caídas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Caídas de objetos
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Contagios por Covid-19

##### *Medidas preventivas*

- Se mantendrá el orden y la limpieza de la obra.
- A la hora de colocar cualquier elemento del mobiliario, se asegurará que está suficientemente sujeto antes a proceder a su colocación definitiva. En caso necesario, se realizará el trabajo entre varias personas para evitar golpes mientras se lleva a cabo el anclaje definitivo de los mismos.
- Prestar atención si se utiliza el martillo, para evitar golpearse a uno mismo.
- Mantener distancia de seguridad con los compañeros

##### *Protecciones colectivas*

- Señalización de las obras.
- Cintas de Balizamiento.
- Señales de seguridad

##### *Protecciones individuales*

- Casco de Seguridad
- Guantes específicos adaptados al riesgo de golpes.
- Botas de Seguridad.
- Ropa de Trabajo
- Chaleco reflectante
- Mascarilla de seguridad tipo II, para evitar polvo y contagios por Covid-19

#### **5.4.4 Aclareo de árboles (utilización de cestas elevadoras)**

*Riesgos*

- Caída a distinto nivel por resbalones, mala ejecución de amarres, anclajes insuficientes, vuelcos de la cesta elevadora.
- Cortes y amputaciones, por despiste o mal uso de las herramientas, rebote de la motosierra o rotura de la cadena de corte.
- Golpes o aplastamientos por caídas de objetos o ramas, tropiezo con ramas o madera apilada, retrocesos de la motosierra.
- Heridas y cortes por manipulación de herramientas y maquinaria.
- Lesiones musculares por posturas inadecuadas, posturas con tensión durante mucho tiempo, sobreesfuerzos, movimientos repetitivos (contracturas, esguinces).
- Calambre o problemas circulatorios por opresión de las cinchas del arnés
- Daños en el ojo por roces con ramas o proyección de partículas
- Exposición al ruido.
- Problemas circulatorios y pérdida de la sensibilidad por vibraciones.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos (viento, agua, sol, etc).
- Exposición a altas temperaturas.
- Picadura de avispas u otros insectos.
- Riesgos de daños a terceros como atropellos o colisiones mientras se desplaza la cesta elevadora.
- Riesgo de contagio por Covid-19.

*Medidas preventivas*

- Emplear personal cualificado y formado en las técnicas de trabajo, utilización de las herramientas y riesgos del trabajo en altura.
- Utilizar sistemas anticaídas para impedir caídas de altura. Obligatorio llevar arnés anticaídas EN-361 y anclar el elemento de amarre a la cesta elevadora.
- Avisadores acústicos de marcha en perfecto estado de funcionamiento
- Cintas de balizamiento que delimiten el área de trabajo
- Mantener distancias mínimas de seguridad entre trabajadores
- Información de los riesgos laborales asociados a los trabajos de poda.
- Revisión periódica de los elementos de seguridad (arnés, etc.)
- Utilización de la cesta elevadora cuando existan garantías de haber realizado previamente una revisión completa de mantenimiento, la cual incluya los elementos de seguridad. La cesta dispondrá de marcado CE, con elementos de amarre para el arnés anticaídas.
- Trabajar en buen estado de salud físico y mental.
- Realizar estiramientos antes del inicio del trabajo.

- No utilizar ropas holgadas ni accesorios que puedan provocar enganchones.
- No trabajar con música ni utilizar el móvil, para evitar despistes o desconcentración.
- Organizar el trabajo en el suelo y subir a la cesta elevadora solo la herramienta necesaria.
- Es muy importante asegurarse que la cesta elevadora no se asienta o circula sobre terreno irregular con riesgo de vuelco.
- No realizar labores de poda con viento, lluvia, granizo, nieve, de frente a los rayos solares, o con poca luz. Los aclareos se realizarán obligatoriamente con luz natural.
- Mantener un ritmo de trabajo constante evitando llegar a situaciones de cansancio. No presionarse para ir más deprisa forzando las propias posibilidades físicas.
- Beber agua y mantenerse hidratado. Detener la faena con síntomas de mareo o fatiga.
- Realizar descansos periódicos.
- Posicionar la cesta elevadora a la altura correcta manteniendo la espalda recta evitando las posturas forzadas.
- No estar mucho tiempo mirando hacia arriba para evitar la tensión en las vértebras cervicales.
- Usar la herramienta adecuada para cada tarea.

#### *Equipos de protección individual*

- Casco de Seguridad
- Guantes específicos adaptados al trabajo a realizar.
- Botas de Seguridad.
- Ropa de Trabajo
- chaleco reflectante
- Arnese anticaídas EN 361
- Mascarilla de seguridad tipo II.

#### Medidas preventivas específicas para la utilización de la motosierra

- Seguir todas las normas de seguridad del fabricante para el manejo de la motosierra.
- Comprobar el buen funcionamiento de la herramienta y que está en buen estado antes de comenzar a utilizarla. Es básico que la espada de la motosierra esté correctamente montada. Debe observarse que la cadena, el acelerador, y el interruptor de stop estén en perfectas condiciones. El acelerador y su bloque deben funcionar fácilmente.
- El arranque de la motosierra en la copa se hará extremando las precauciones. La máquina se posicionará en caída libre, se sujetará con la mano derecha y

con la mano izquierda se efectuará el movimiento de arranque.

- No modificar o realizar apaños en la motosierra
- Asegurarse que las empuñaduras están limpias y secas, sin superficies resbaladizas.
- Trabajar siempre en una posición estable y con los sistemas anticaídas puestos.
- Cuando el árbol tenga ramas secas, se prestará atención a su posible caída por vibraciones.
- No cortar ramas con la punta de la espada.
- Evitar despistar a los podadores que estén trabajando con la motosierra, pero si es necesario llamar la atención de un podador, acercarse siempre por delante, nunca por la espalda.
- Vigilar el sistema antivibraciones de la motosierra.
- Trabajar únicamente con la cadena perfectamente afilada y tensada. Una cadena poco afilada aumenta el riesgo de rebote.
- El freno de cadena puede reducir el riesgo de lesiones producido por un rebote. Al accionar el freno, la cadena de aserrado se detiene en fracciones de segundo.
- Prestar especial atención si hay cambio de postura del tronco o si se introduce la cadena en un corte previo, ya que pueden provocarse fuerzas que traben la cadena.
- A la hora de realizar un corte, situarse siempre en el lado seguro, pensando en el lado por dónde caerá la rama cortada y evitando que en su caída se produzcan accidentes.
- No arrancar la máquina si se detectan fugas de combustible o el cable en mal estado.
- No repostar con el motor en funcionamiento ni arrancarla junto al combustible.
- No enrollar el tirador en la mano o los dedos. No tocar la cadena después de ser utilizada la motosierra.
- Para transportar la motosierra, pararla primeramente y asegurarla de forma que no pueda volcar, golpearse o perder combustible. La espada se cubrirá con su funda.
- No fumar ni beber.

#### Medidas preventivas para el uso de herramientas de corte:

- El mango y la parte metálica de la tijera de podar o navaja no tienen que presentar fisuras o doblados. La herramienta debe estar debidamente afilada.
- La unión entre ambas partes de la tijera debe ser segura, sin que haya holguras, asegurándose que se puede realizar un corte limpio. Si no fuera así, desechar la herramienta y reemplazarla por otra en buen estado.
- Tener despejado de ramas y maleza el recorrido hasta el lugar de corte.
- Posicionarse correctamente para evitar clavarse la herramienta.

- Cuando no se utilice una herramienta, debe dejarse boca abajo, en sitio visible, y apoyada contra un árbol o elemento artificial.
- No se lanzará la herramienta hacia ningún lugar o para entregarla a otra persona.

### **5.5 Prevención de riesgos en maquinaria utilizada en trabajos auxiliares**

#### *Descripción de los trabajos:*

Utilización de grupo electrógeno para suministro de iluminación artificial, camión autocargante en la recepción de material de obra (tuberías, etc.), compresores neumáticos para suministro de aire a presión, camión basculante (recepción de arena para bunkers, etc.).

#### *Equipos técnicos y medios auxiliares:*

#### Grupo electrógeno.

#### *Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de material transportado.
- Caída de objetos durante su manipulación.
- Caída de árboles con fuertes vientos
- Pisadas sobre objetos.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Golpes con herramientas manuales
- Atrapamiento por y entre objetos
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al polvo.
- Ruido.
- Contagio por Covid-19.

#### *Medidas preventivas:*



- Orden y limpieza en obra.
- Zonas de paso libres de obstáculos.
- No se lavará el grupo electrógeno proyectando sobre él agua a presión.
- El grupo debe estar en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Ante avería del equipo, no se realizará manipulación del grupo, sino que se llamará al servicio de mantenimiento.
- Revisar previamente a su conexión el estado de los cables, conexiones, enchufes y focos de iluminación.
- Asegurarse que se coloca el grupo de forma que no haya cables ni obstáculos en el punto de trabajo
- No tocar cables en tensión.
- Colocar debidamente la toma a tierra del equipo.
- Caminar con precaución, observando los desniveles y obstáculos del terreno
- Utilizar siempre las zonas destinadas al paso de personas. No saltar las zanjas.
- Si alguno de los servicios existentes sufriera algún daño, se notificará inmediatamente al Club de Golf al efecto de tomar las medidas oportunas.
- No permanecer en el radio de acción de la maquinaria
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.
- No fumar en las instalaciones

*Protecciones colectivas:*

- Iluminación suficiente. Se utilizará iluminación artificial en caso de que la luz natural no sea bastante para realizar los trabajos de forma segura.
- Balizamiento con cinta de la zona de trabajo.
- Señalización de las líneas eléctricas.
- Señales indicativas de riesgos.
- Extintores de incendio en obra.
- Efectuar los preceptivos reconocimientos médicos a los empleados
- Acceso para vehículos distinto al de peatones.

*Equipos de protección individual:*

- Casco.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección eléctrica.

- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla buco-nasal para protección ante Covid-19.
- Protectores auditivos.

Camión autocargante (camión pluma)

*Riesgos*

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Choques contra otros vehículos.

*Medidas preventivas:*

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo grúa.
- Revisión del correcto estado de correas y eslingas. No sobrepasar la carga máxima admisible de correas y eslingas.
- Asegurarse de la correcta estiba de la carga. Las correas o eslingas no sujetarán la carga lateralmente, sino que estarán centradas para evitar que por efecto del peso de la carga se produzca deslizamiento de la misma y caída de la carga suspendida.
- El gruísta tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral, cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga.
- Se prohíbe estacionar el camión a distancias inferiores a 2 m. del corte del terreno.
- Se prohíbe arrastrar cargas.
- Se prohíbe la permanencia baja las cargas en suspensión.
- El conductor estará en posesión del certificado de capacitación como gruísta o acreditará experiencia suficiente en manejo de cargas.

*Normas de seguridad para operadores:*

- No colocar el camión en terrenos en pendiente o inestables.

- No girar el brazo de la grúa sobre el personal.
- No dar marcha atrás sin ayuda de un señalista.
- Subir y bajar del camión por los lugares previstos.
- Asegurarse de la correcta movilidad del brazo de la grúa antes de iniciar algún desplazamiento.
- No se permite acercarse al radio de acción del camión hasta que la carga repose en el suelo.
- Mantenga a la vista la carga.
- Se prohíbe que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Manipular la carga con lentitud para evitar que el brazo telescópico en servicio choque contra otros objetos u obstáculos.
- Asegurarse que todos los ganchos, eslingas y correas no estén defectuosos o dañados.
- Antes de poner la máquina en marcha comprobar los dispositivos de frenado.

#### Compresores neumáticos.

##### *Riesgos:*

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de cargas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Quemaduras
- Electrocutación
- Incendios

##### *Medidas preventivas:*

- Si ha de purgarse un compresor se debe tomar la precaución de cortar previamente la corriente eléctrica que alimenta al motor. A continuación se purga el agua que pueda haberse condensado en el recipiente a presión haciéndola salir por el grifo de purga inferior.
- Se trabajará siempre con el equipo en perfecto estado de funcionamiento. En caso contrario, se avisará al servicio de mantenimiento.
- Las tuberías de la instalación han de revisarse periódicamente para asegurar que están en buen estado y no tienen fugas de aire.
- Los rácores deben sujetarse a las tuberías de goma mediante bridas eficaces que los sujeten fuertemente y resistan sin fugas la presión de aire.
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar en obra para que no se

tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.

- Se deben usar dispositivos de seguridad que cierren inmediatamente el aire en la tubería en caso de que se intente conectar una herramienta antes de cerrar la entrada de aire.

### Camión basculante

#### *Riesgos:*

- Vuelco del camión al pisar sobre zanjas.
- Atrapamientos en apertura o cierre de la caja del camión.
- Caídas al subir o bajar del camión.
- Atropello de personas.
- Derrame de la carga.
- Choques contra otros vehículos o maquinaria.

#### *Medidas preventivas:*

- Los camiones en los que se recepcione en obra substrato o arena para bunkers estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- El conductor permanecerá dentro de la cabina durante la descarga.
- El personal de obra no se acercará a las proximidades del camión durante la operación de basculado de la carga.
- Subir o bajar del camión con la debida precaución.

#### *Normas de seguridad para la operativa de descarga:*

- Indicar al conductor del camión el itinerario que debe seguir hasta el lugar donde se llevará a cabo el vaciado de la carga.
- Recordar al conductor la velocidad máxima permitida.
- Asegurarse que el vehículo lleva la lona puesta para evitar emisiones de polvo en obra.
- Se prohíbe circular por el borde de zanjas.
- Nunca transportar pasajeros fuera de la cabina.
- Bajar el basculante inmediatamente después de efectuar la descarga mientras el vehículo está aún parado.

## 6. Medios de protección

### *Protecciones individuales*

- Cascos: obligada utilización por todo el personal de la obra y visitas.
- Gafas protectoras contra impactos y protección frente al polvo cuando se realicen trabajos con riego de proyecciones sobre los ojos.
- Mascarilla buco-nasal tipo II para protección de contagios y contra el polvo: obligada utilización por todo el personal de la obra y visitas.
- Protectores auditivos para los trabajos donde exista exposición al ruido. Si el nivel de ruido es superior a 85 dB (A), serán obligatorios.
- Ropa de trabajo para todo el personal de obra.
- Chaleco reflectante: obligada utilización por todo el personal de la obra y visitas.
- Traje impermeable para tiempo lluvioso. Preferiblemente se suspenderán los trabajos con lluvia.
- Cinturón de seguridad cuando se conduzcan vehículos.
- Cinturón antivibratorio cuando se utilice la compactadora del terreno.
- Guantes de protección adecuada al riesgo (eléctrico, mecánico, cortes, etc.) en función del trabajo a realizar
- Botas de seguridad: obligada utilización por todo el personal de la obra y visitas.

### *Protecciones colectivas:*

- Vallado perimetral de la zona de obras.
- Señales de STOP en salidas de vehículos de las instalaciones.
- Señal de entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Cartel indicativo de los EPIs a utilizar en obra.
- Botiquín y extintores (incluida señal informativa)
- Cinta de balizamiento en las áreas de trabajo.

- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.
- Conductor de protección y pica o placas de puesta a tierra.
- Los vehículos dispondrán de avisador acústico de marcha atrás.
- Se regará el terreno en caso de observarse excesiva formación de polvo.

#### *Medidas preventivas para máquinas y medios auxiliares utilizados*

- Todos los equipos, medios utilizados y máquinas cumplirán con la normativa de seguridad y marcado CE.
- Se prohíbe el montaje de medios auxiliares, máquinas y equipos de forma parcial, es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de sus componentes. Además, su montaje se efectuará siguiendo estrictamente las normas de montaje.
- Se prohíbe expresamente desactivar o inutilizar dispositivos de seguridad. Los equipos, medios auxiliares y máquinas dispondrán de todos los dispositivos de seguridad exigibles por la legislación en perfecto estado de funcionamiento, lo cual se comprobará periódicamente.
- Serán manejados por personal cualificado.
- Todo aparato eléctrico se utilizará asociado a una caja de conexión, la cual debe contener: interruptor diferencial de 30mA de sensibilidad, interruptor para cortocircuitos y sobrecargas, toma a tierra conectada, base enchufe para entrada (del grupo electrógeno), base de enchufe de salida.
- Periódicamente se comprobará el correcto funcionamiento de las protecciones de la caja de conexión.
- No se utilizarán a la intemperie lámparas eléctricas sin protección.
- Las herramientas eléctricas se desconectarán al finalizar su uso.

## **7. Instalaciones para la higiene y condiciones de trabajo**

### *Vestuarios e instalaciones de higiene*

Las instalaciones de higiene y bienestar se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo indicado en el ANEXO IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Para el servicio de limpieza de estas instalaciones, se responsabilizará a las personas necesarias para que las instalaciones permanezcan limpias y aseadas, las cuales podrán alternar este trabajo con otros propios de la obra.

Los trabajadores dispondrán de vestuarios adecuados, con asientos y espacio suficiente que permitan ponerse la ropa de trabajo.

Deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, jabón y gel hidroalcohólico (desinfección contra Covid-19).



Se deberá disponer de suficiente número de retretes en las proximidades al puesto de trabajo, separados entre hombres y mujeres, los cuales se limpiarán debidamente.

#### *Estabilidad y solidez de los lugares de trabajo*

Debe procurarse un ambiente apropiado y seguro para llevar a cabo los trabajos, en instalaciones resistentes y estables.

#### *Vías y salidas de emergencia*

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poderse evacuar rápidamente.

Las vías de salida permanecerán libres de impedimentos o estorbos y desembocarán en un punto de encuentro seguro.

Las vías y salidas deberán señalizarse conforme al R.D. 485/1997, de 14 de abril.

#### *Detección y lucha contra incendios*

Se deberá prever un número suficiente de extintores de características adecuadas para la lucha contra incendios, teniendo en cuenta el tipo de fuego (eléctrico, combustión de sustancias)

Deberán ser de fácil acceso y estar señalizados conforme el Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Deberán estar revisados y retimbrados con la periodicidad establecida en la normativa, sin que lleguen a caducar.

#### *Ventilación*

Las casetas de obra deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de ser ocupadas por varias personas, se asegurará la ventilación y filtrado del aire, previniendo el contagio por Covid-19.

#### *Exposición a riesgos particulares*

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles de ruido o polvo sin disponer de los EPIs apropiados y sin haberse tomado previamente las medidas apropiadas para minimizar la exposición al riesgo.

#### *Temperatura*

La temperatura e insolación que sufra el empleado durante el tiempo de trabajo ha de ser el adecuado para el organismo humano. Se evitarán situaciones en las que se puedan producir desvanecimientos por la falta de hidratación y excesivo calor. Se dispondrá de agua potable junto al tajo.

#### *Iluminación*

Será preferiblemente luz natural, pero se precisará de iluminación artificial cuando ésta no sea suficiente.

La iluminación se colocará de forma que tenga cobertura e intensidad suficiente para no suponer un riesgo a la hora de realizar los trabajos.

#### *Vías de circulación*

Cuando se utilicen medios de transporte, se deben señalar las vías de circulación de modo que estén situadas a una distancia suficiente de pasos de peatones, personas presentes en las instalaciones o zanjas de la obra.

#### *Locales de descanso*

Deberán existir instalaciones que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo. En los lugares utilizados para comer, se tendrá cuidado en dotar de espacio suficiente entre mesas (mámparas en caso necesario) y limpiador desinfectante de superficies al objeto de evitar contagios por Covid-19.

#### *Mujeres embarazadas y madres lactantes*

Deberán de poder descansar en condiciones adecuadas de confort e intimidad en caso que lo necesiten.

#### *Trabajadores minusválidos*

El lugar de trabajo estará adaptado teniendo en cuenta, en su caso, a trabajadores minusválidos.

## **8. Formación de los empleados**

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales exige que el empresario garantice que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada.

Tal formación se centrará específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse si cambian los riesgos del puesto o aparecen otros nuevos. Y, en el caso que se considere necesario, esta formación deberá repetirse.

La formación citada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento del tiempo invertido.

Puede impartirla la empresa con sus medios o ser llevada a cabo por empresas externas, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la empresa constructora funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el *R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención* indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

Por parte de la Dirección facultativa, quien realiza la Coordinación de Seguridad y Salud en obra, se velará para que el personal esté formado sobre las normas de seguridad que rigen la obra, las normas particulares para la ejecución de cada tarea y, específicamente, las normas para la utilización de cada máquina.

Se revisará la cualificación del personal y no se admitirá la realización de trabajos por personal no formado conforme a lo dispuesto en la normativa. El personal deberá estar autorizado por el contratista a realizar las tareas que desempeñe.

Tanto antes del inicio de la obra, como durante el desarrollo de la misma, se impartirán sesiones de sensibilización, en las que se informará a los trabajadores de los riesgos a los que están sometidos, así como la forma de evitarlos, dejándose constancia documental en acta de reunión.

A cada empleado se le hará entrega de la Evaluación de Riesgos de los puestos que desempeñe.

## **9. Prevención de daños a terceros**

Se señalarán las obras de acuerdo a la normativa vigente.

Quedarán señalizados los accesos a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

Si bien el campo de golf dispone de cerramiento perimetral, se dispondrá de los cerramientos oportunos para evitar la intrusión de personas no pertenecientes a la obra.

Las visitas serán acompañadas en todo momento por personal de la obra y llevarán los EPIs señalados como obligatorios para visitas.

## **10. Servicios de prevención de la obra**

Se seguirán las siguientes premisas en la obra:

- La empresa contratista dispondrá de Servicio de Prevención.
- Se nombrará un Jefe de emergencias en obra.
- Los trabajos se realizarán bajo la supervisión de un recurso preventivo.
- Si existen en la obra Delegados de Prevención, es decir, representantes legales de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales, éstos cumplirán con sus funciones legales.
- Existirá una persona encargada de repartir y registrar la entrega de EPIs, de manera que cada empleado tenga el EPI que le corresponda según los riesgos identificados en su puesto de trabajo. Además, la empresa contratista vigilará que los EPIs estén en perfecto estado de conservación y vigencia.

## **11. Medicina preventiva y primeros auxilios**

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales indica que el empresario deberá garantizar la vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo o para los demás.

En todo caso, se realizarán aquellas pruebas médicas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre tanto el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona como la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo.

Queda prohibido el empleo en la obra de personas declarados como No apto para el puesto.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

A todo el personal se le realizará un reconocimiento médico previo a que comience a trabajar, el cual se repetirá con la periodicidad que considere necesario el Servicio Médico que efectuó el reconocimiento y, como mínimo, una vez al año.

La vigilancia de la salud se efectuará de manera que los protocolos de específicos cubran la exposición de los trabajadores a los riesgos de la obra.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud al objeto de poder identificar cualquier posible relación entre el ambiente de trabajo y los riesgos para la salud que puedan derivarse.

En las instalaciones de la obra se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios que contendrá el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, revisándose mensualmente y reponiendo aquello que caduque o sea utilizado.

Estará señalizada y accesible la ubicación de material de primeros auxilios. Además, junto al botiquín, llevarán un impreso con los números de teléfono de urgencias, de los centros sanitarios y hospital más próximo.

También se dispondrá del procedimiento a seguir en caso de accidente.

Será responsabilidad del contratista garantizar que el personal contratado para la obra puede recibir el servicio de primeros auxilios en todo momento con personal con suficiente formación para ello.

Deberá disponerse de al menos un vehículo en obra para garantizar la evacuación de personal accidentado que requiera de servicios médicos.

## **12. Normativa aplicable**

### *Normativa general básica*

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

*Normativa de seguridad en obras de construcción*

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, modificado por R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, R.D. 604/2006, de 19 de mayo, R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, y R.D. 337/2010, de 19 de marzo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

*Servicios de prevención*

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios
- básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria
- de los servicios de prevención.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

*Señalización en el trabajo*

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

*Manipulación de cargas*

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

*Selección y uso de los equipos de protección individual*

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE nº 140, de 12 de junio).
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE de 28.12.92).

#### *Subcontratación*

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

#### *Coordinación de actividades empresariales*

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

#### *Utilización de máquinas*

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

#### *Ambiente de trabajo*

- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 488/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud con equipos que incluyen pantallas de visualización

#### *Riesgo eléctrico*

- R.D. 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### *Trabajos en altura*

- R.D. 2177/2004, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud



para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

*Incendio*

- R.D. 513/2017 Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

*Almacenamiento de gasóleo en depósitos*

- Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MIIP03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre.

*Aparatos a presión (compresores...)*

- R.D. 2060/2008 Reglamento de aparatos a presión

*Covid-19*

- Real Decreto-ley 28/2020, de 22 de septiembre, de trabajo a distancia.

### **13. Conclusión**

El presente Estudio de Seguridad y Salud se considera completo y abarca todas las actividades que se llevarán a cabo en la obra., estando adaptado a la realidad de las instalaciones existentes del Club de Golf donde se efectuarán los trabajos de construcción.

En el Estudio de Seguridad y Salud se dan todas las indicaciones generales que el contratista deberá tener en cuenta para su aplicación en la obra.

No obstante, el contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y salud en el que se adaptarán las especificaciones de este estudio a sus medios de trabajo y técnicas utilizadas en la obra.

Almassora, 16 de octubre de 2020

Firma: Alfonso Castro Soteras



### DIAGRAMA DE GANTT DE PLANIFICACIÓN

		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Movimiento de tierras	Desbroce y limpieza del terreno	■					
	Excavaciones		■	■			
	Relleno de zanjas y transporte tierra			■	■		
	Drenaje y construcción de greens y bunkers			■	■		
Redes de riego	Acometidas					■	
	Instalación de cabecera de riego				■		
	Montaje de conducciones de riego		■	■			
	Montaje de emisores de riego			■	■		
	Instalación de automatismos de riego					■	
Instalación eléctrica	Instalación de cableado		■	■		■	
Paisajismo	Siembra de greens					■	
	Plantación de arbustos y barrera vegetal					■	
	Instalación de mobiliario de golf						■

■ Trabajos a realizar por empresa constructora

■ Trabajos a realizar por jardineros del club de golf



**Provincia de CASTELLÓN**  
**Municipio de CASTELLO DE LA PLANA**

Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:60,000



[762.327 ; 4.434.023]



**Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales**

TRABAJO FINAL DE GRADO

FECHA  
 Jun  
 2020



Dibujado por: ALFONSO CASTRO

**DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT**

ESCALA  
 Gráfica

**LOCALIZACION**

Av. de Ferrandis Salvador, 19  
 12100 El Grao de Castellón  
 Castellón de la Plana

**BENEFICIARIO DEL PROYECTO**

Club de Golf Costa de Azahar

**PLANO DE UBICACIÓN**

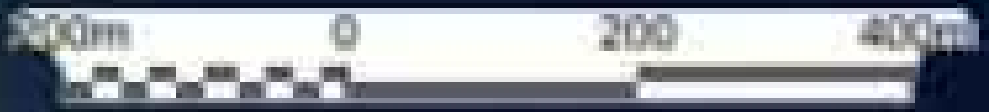
Nº de PLANC  
 S-1

[747.927 ; 4.426.223]

[762.327 ; 4.426.223]




SITUACIÓN  
DEL ÁREA  
DE ACTUACIÓN



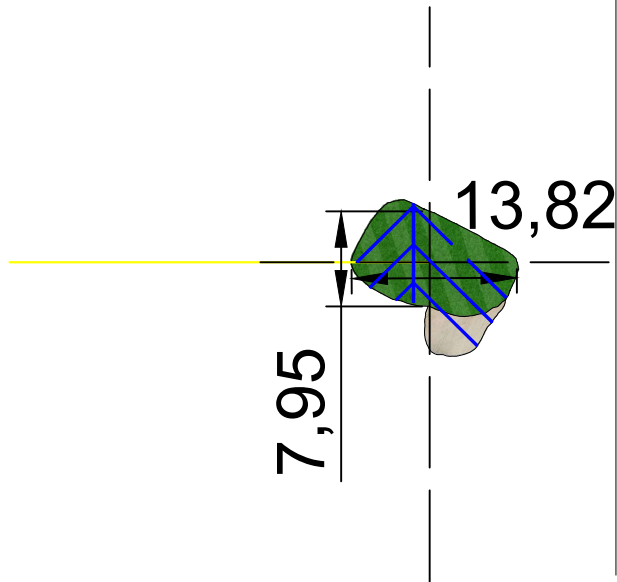
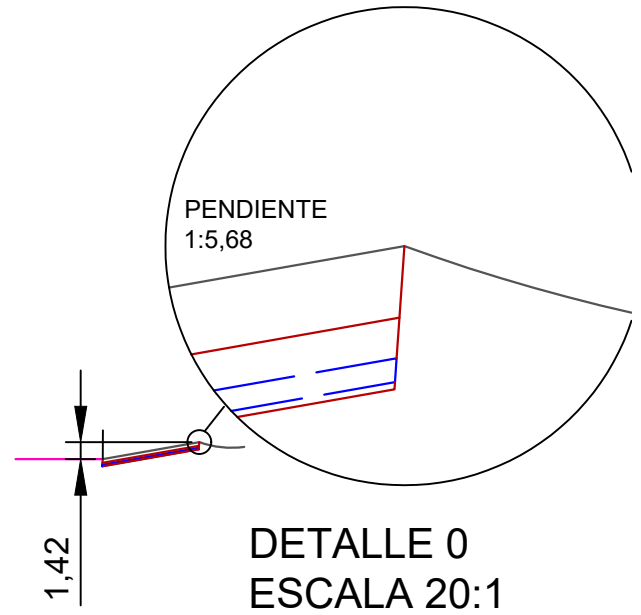
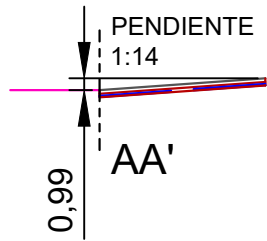
ORTOFOTO DEL CAMPO DE GOLF  
COSTA DE AZAHAR

Fuente:  
[www.sedecatastro.gob.es](http://www.sedecatastro.gob.es)

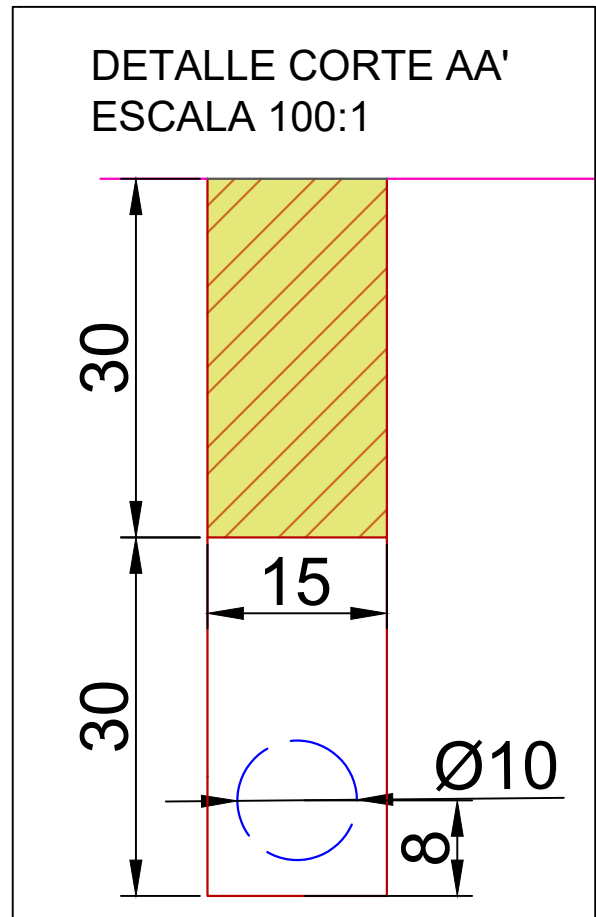
<b>Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales</b>		FECHA Jun 2020
TRABAJO FINAL DE GRADO		
 UNIVERSITAT JAUME I <small>Dibujado por: ALFONSO CASTRO</small>	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
	ESCALA Gráfica	
LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar	
SITUACIÓN DEL ÁREA DE ACTUACIÓN EN EL CAMPO DE GOLF		Nº de PLANO S-2

# HOYO










# 1



ESCALA GRAFICA

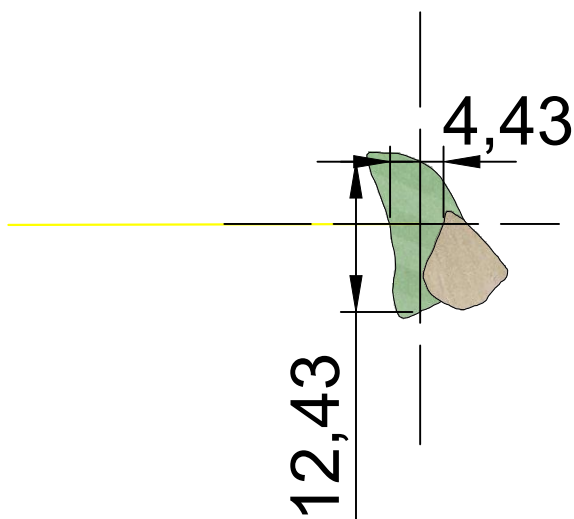
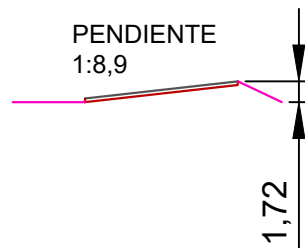
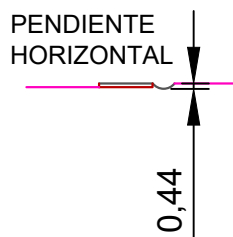


## LEYENDA

-  GREEN
-  BUNKER
-  Capa de enraizamiento
-  Eje del hoyo
-  Tubería de drenaje
-  Nivel del suelo
-  Capa de drenaje
-  Perfil de la superficie del green y bunker
-  1 Número de hoyo

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales		FECHA Jun 2020
TRABAJO FINAL DE GRADO		REPRESENTACION
DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT		
 Dibujado por: ALFONSO CASTRO	LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO H-1

# HOYO 2



GREEN ELEVADO CON 30 cm DE CAPA DE ENRAIZAMIENTO.

## ESCALA GRAFICA



## LEYENDA



GREEN



BUNKER



Eje del hoyo



Nivel del suelo



Capa de enraizamiento



Perfil de la superficie del green y bunker



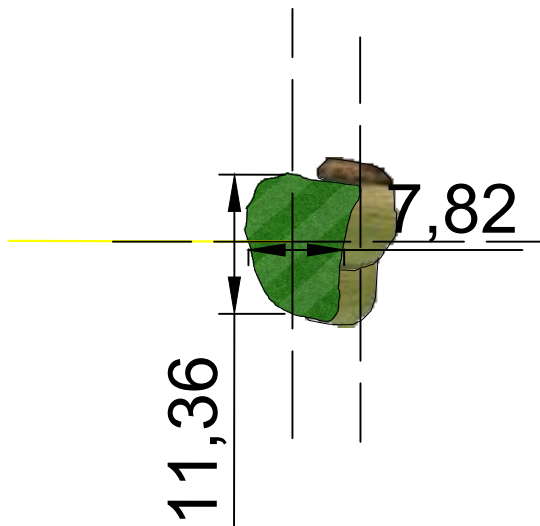
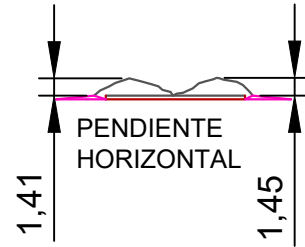
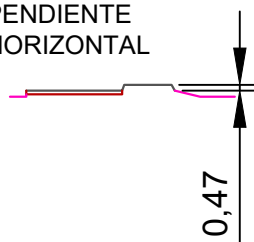
Número de hoyo

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales		FECHA Jun 2020
TRABAJO FINAL DE GRADO		REPRESENTACION
 Dibujado por: ALFONSO CASTRO	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
	LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO H-8



# HOYO 3

PENDIENTE HORIZONTAL










GREEN ELEVADO CON 30 cm DE CAPA DE ENRAIZAMIENTO.

GREEN RODEADO DE PEQUEÑOS MONTICULOS

ESCALA GRAFICA

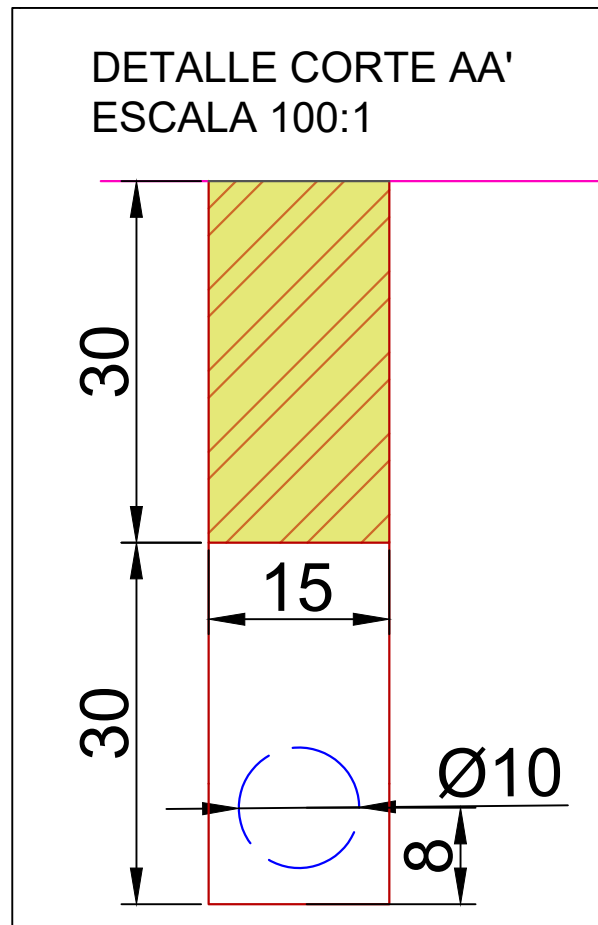
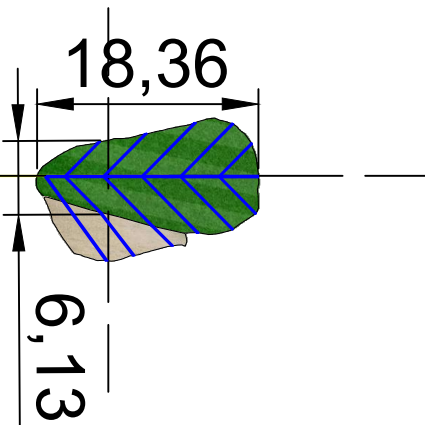
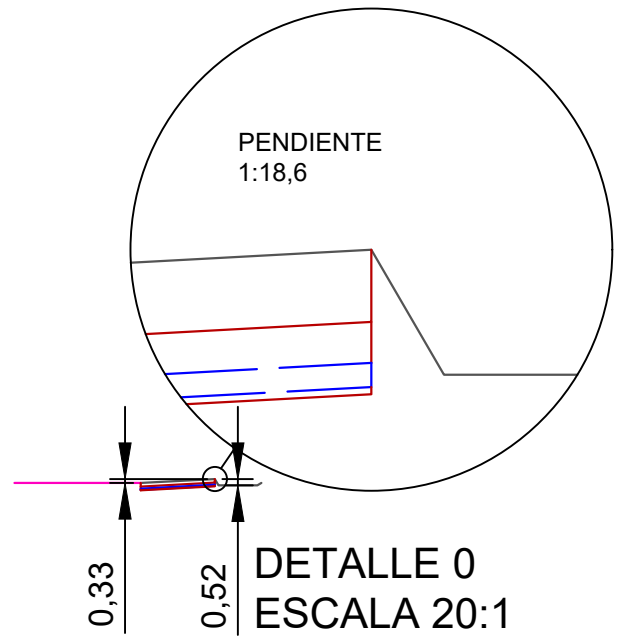
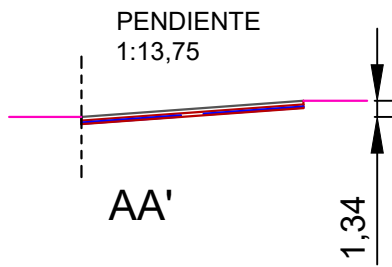


## LEYENDA

-  GREEN
-  BUNKER
-  Eje del hoyo
-  Nivel del suelo
-  Capa de enraizamiento
-  Perfil de la superficie del green y bunker
-  1 Número de hoyo

<b>Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales</b> TRABAJO FINAL DE GRADO		FECHA Jun 2020
 Dibujado por: ALFONSO CASTRO	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
	LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO H-8










# HOYO 4





ESCALA GRAFICA



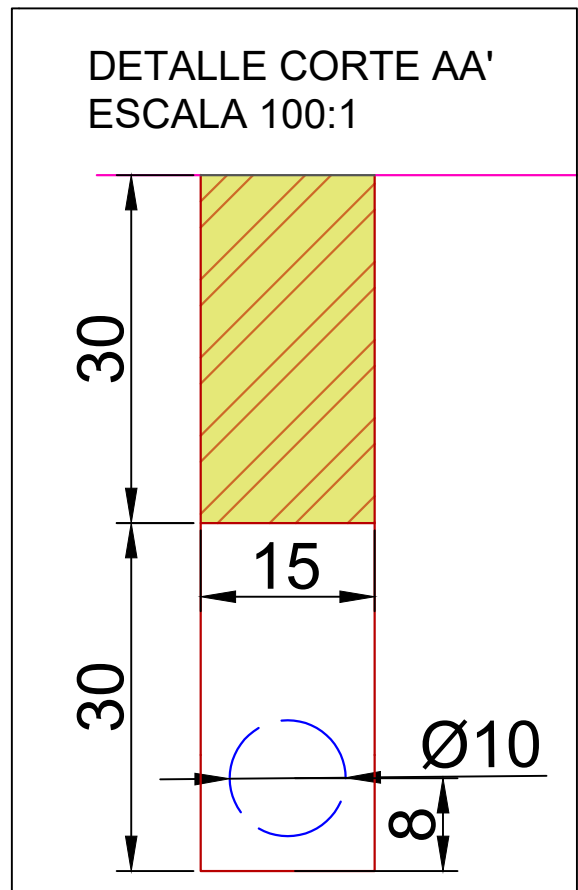
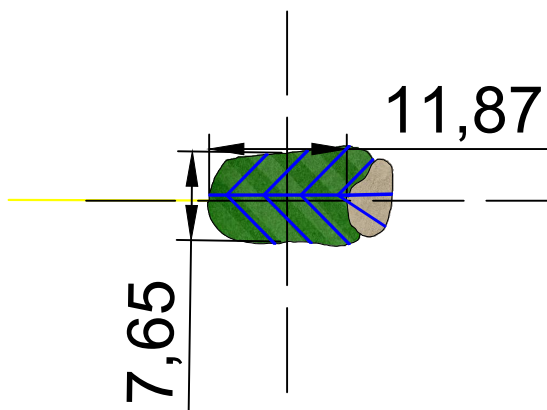
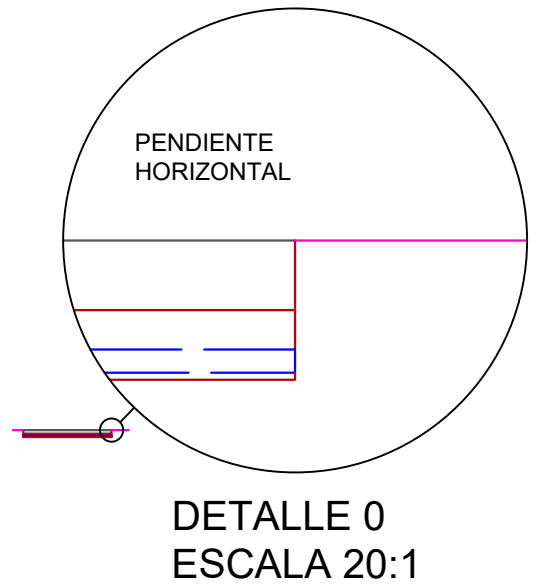
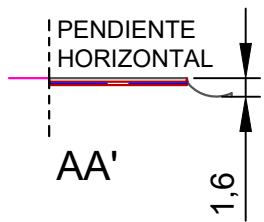
## LEYENDA

-  GREEN
-  Capa de enraizamiento
-  Eje del hoyo
-  Tubería de drenaje
-  Nivel del suelo
-  Capa de drenaje
-  BUNKER
-  Perfil de la superficie del green y bunker
-  Número de hoyo

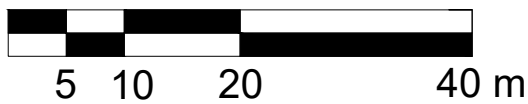
Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales		FECHA
TRABAJO FINAL DE GRADO		Jun 2020
 LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	REPRESENTACION 	
	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar	
DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		H-8

Dibujado por: ALFONSO CASTRO










# HOYO 7




ESCALA GRAFICA

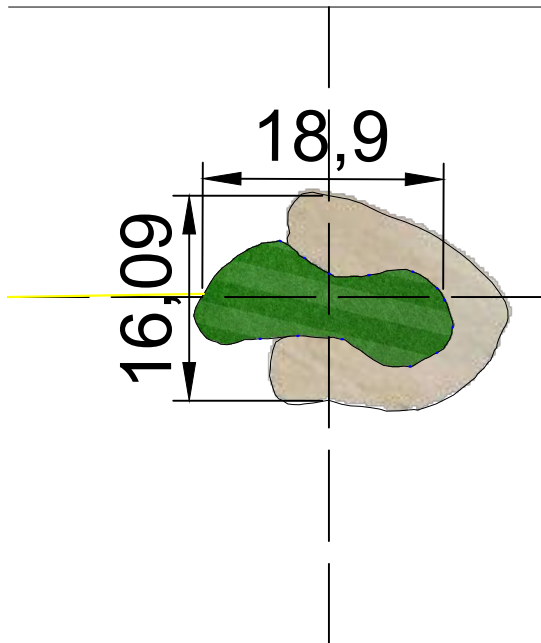
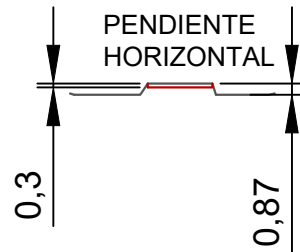
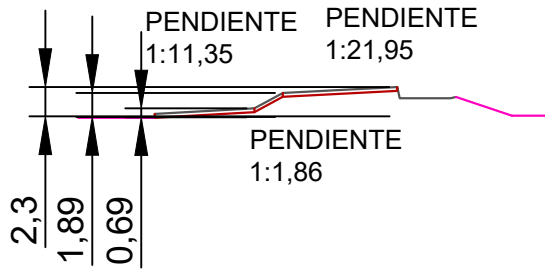


## LEYENDA

-  GREEN
-  BUNKER
-  Capa de enraizamiento
-  Eje del hoyo
-  Tubería de drenaje
-  Nivel del suelo
-  Capa de drenaje
-  Perfil de la superficie del green y bunker
-  Número de hoyo

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales		FECHA Jun 2020
TRABAJO FINAL DE GRADO		REPRESENTACION
DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT		
 LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana <small>Dibujado por: ALFONSO CASTRO</small>	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar	
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO H-8

# HOYO 8



GREEN ELEVADO CON 30 cm DE CAPA DE ENRAIZAMIENTO.

DISEÑO DE GREEN EN ACORDEON

ESCALA GRAFICA



## LEYENDA



GREEN



BUNKER



Capa de enraizamiento



Eje del hoyo



Tubería de drenaje



Nivel del suelo



Capa de drenaje



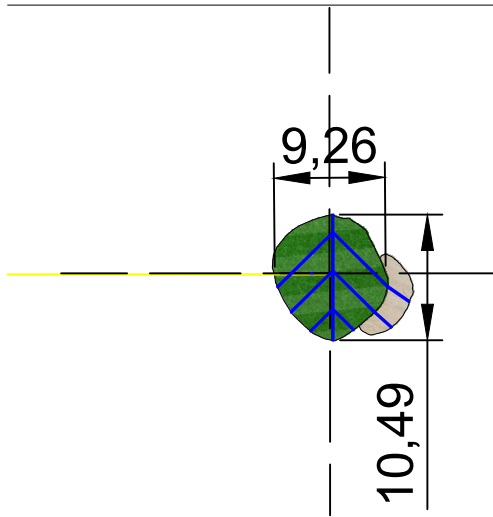
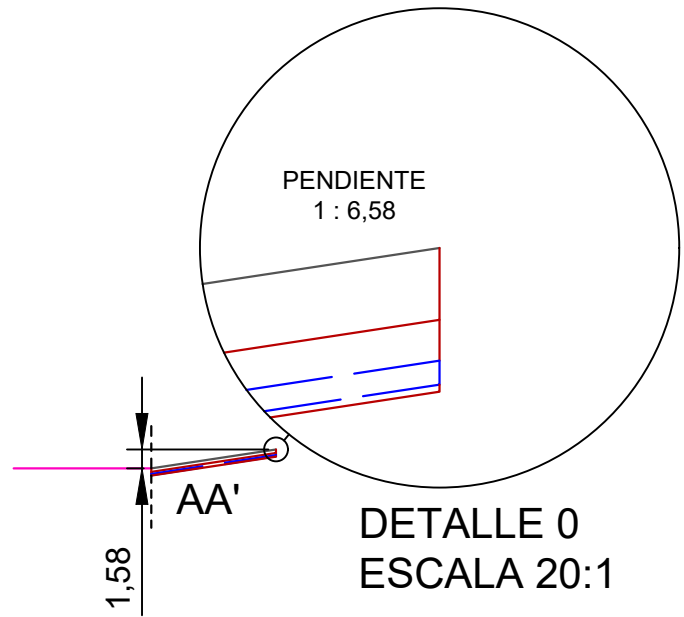
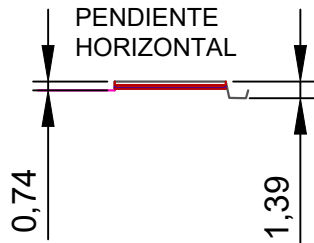
Perfil de la superficie del green y bunker



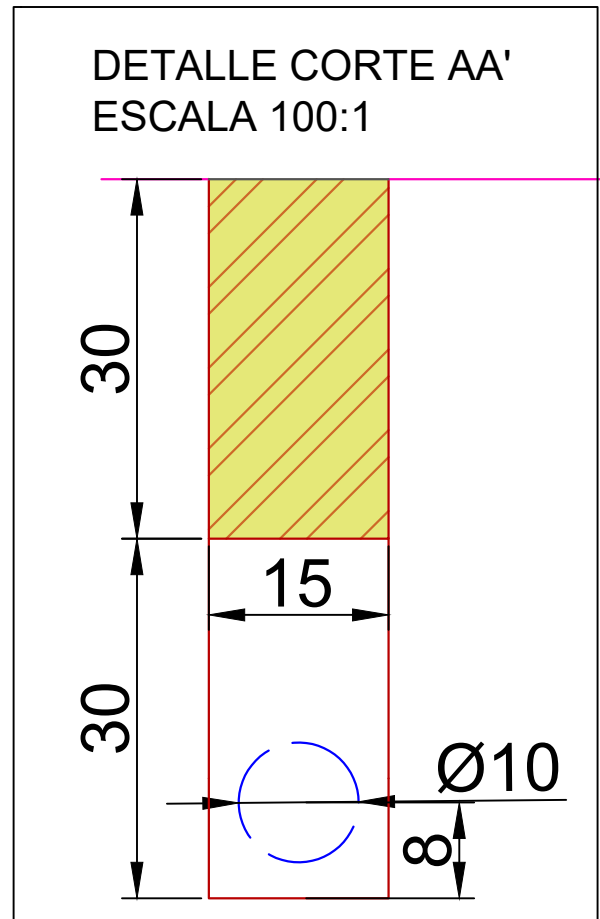
Número de hoyo

<b>Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales</b> TRABAJO FINAL DE GRADO		FECHA Jun 2020
 Dibujado por: ALFONSO CASTRO	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
	LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar
DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT		Nº de PLANO H-8

# HOYO 9



ESCALA GRAFICA



## LEYENDA



GREEN



BUNKER



Capa de enraizamiento



Eje del hoyo



Tubería de drenaje



Nivel del suelo



Capa de drenaje



Perfil de la superficie del green y bunker



Número de hoyo

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

TRABAJO FINAL DE GRADO

FECHA  
Jun  
2020



Dibujado por: ALFONSO CASTRO

DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT



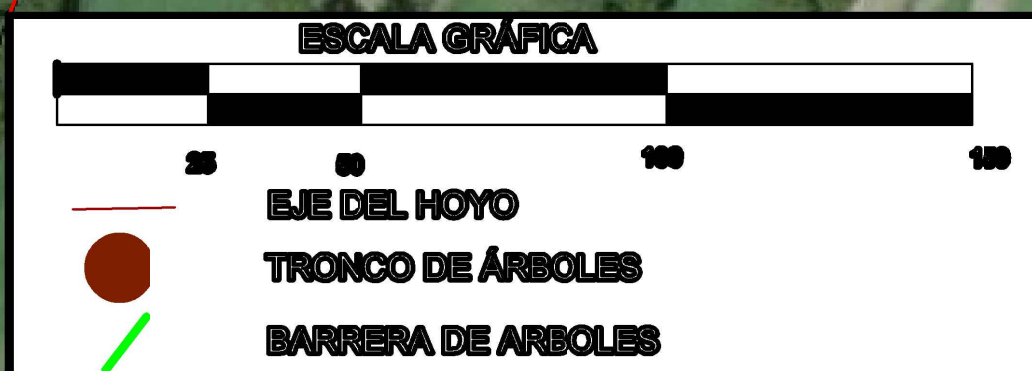
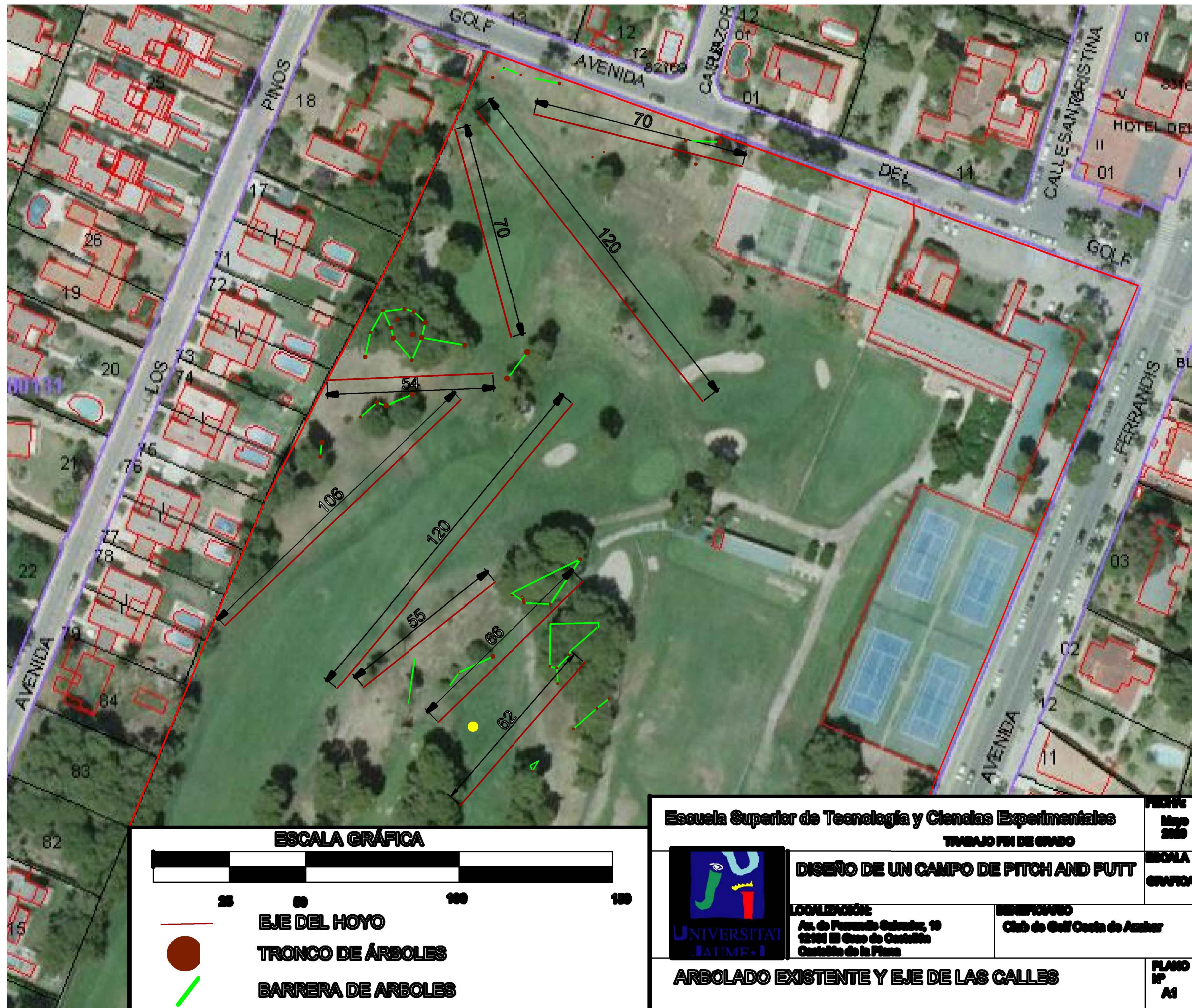
LOCALIZACION  
Av. de Ferrandis Salvador, 19  
12100 El Grao de Castellón  
Castellón de la Plana


BENEFICIARIO DEL PROYECTO  
Club de Golf Costa de Azahar

DISEÑO DE LOS HOYOS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT

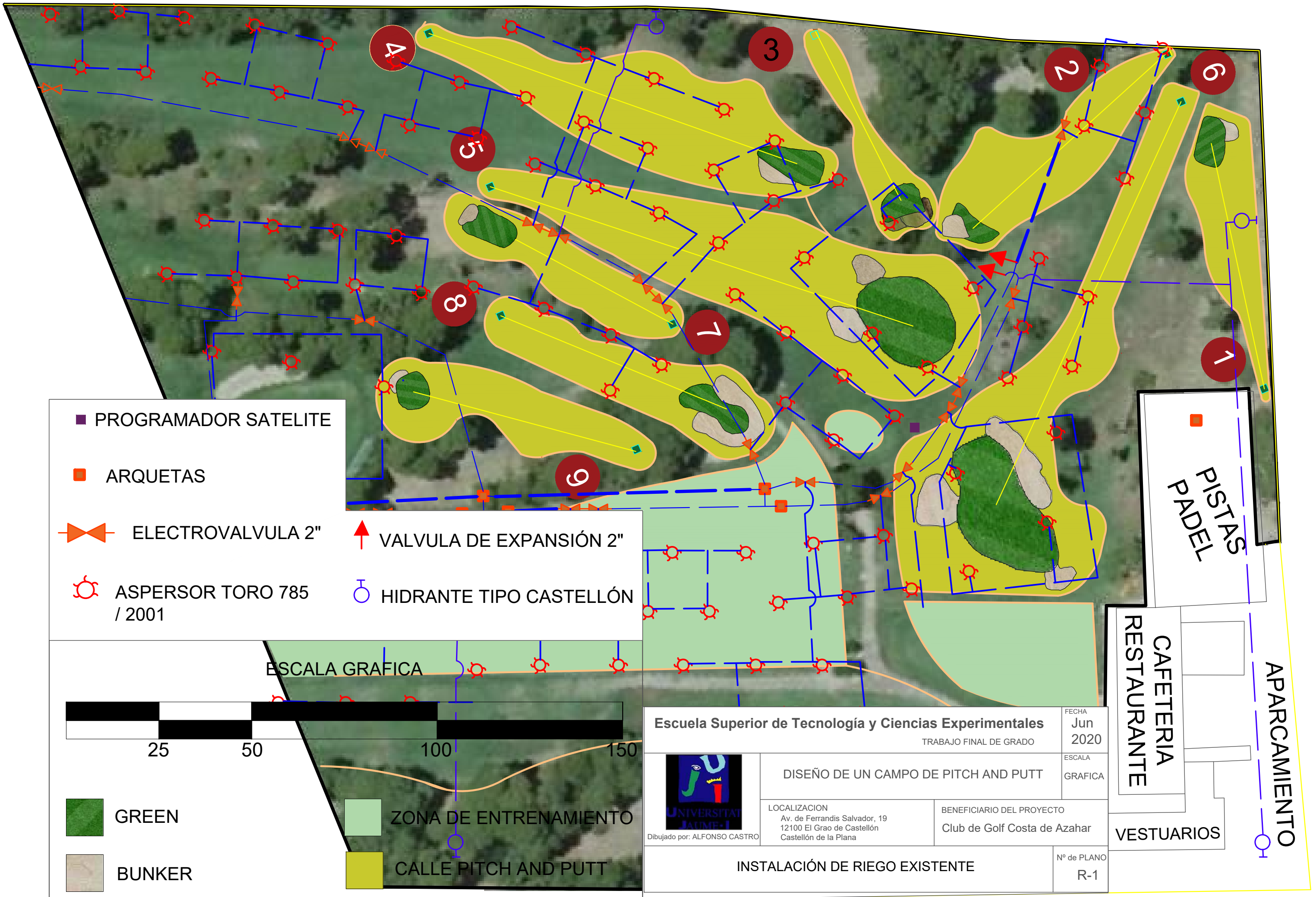
Nº de PLANO  
H-9





<b>Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales</b> <b>TÍTULO DE GRADO</b>		<b>FECHA:</b> Mayo 2016
		<b>ESCALA:</b> GRÁFICA
<b>DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT</b>		
<b>LOCALIZACIÓN:</b> Av. de Ferrnando Calderón, 10 12100 El Cerezo de Castañón Castañón de la Ribera	<b>INDICACIONES:</b> Club de Golf Costa de Azahar	
<b>ARBOLADO EXISTENTE Y EJE DE LAS CALLES</b>		<b>PLANO:</b> Nº A1





PROGRAMADOR SATELITE

ARQUETAS

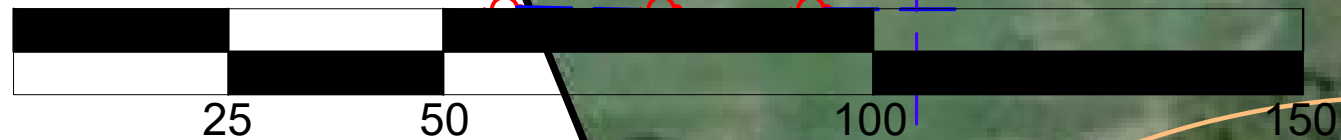
ELECTROVALVULA 2"

ASPERSOR TORO 785 / 2001

VALVULA DE EXPANSIÓN 2"

HIDRANTE TIPO CASTELLÓN

ESCALA GRAFICA



GREEN

BUNKER

ZONA DE ENTRENAMIENTO

CALLE PITCH AND PUTT

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

TRABAJO FINAL DE GRADO

FECHA  
Jun  
2020

DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT

ESCALA  
GRAFICA



Dibujado por: ALFONSO CASTRO

LOCALIZACION  
Av. de Ferrandis Salvador, 19  
12100 El Grao de Castellón  
Castellón de la Plana

BENEFICIARIO DEL PROYECTO  
Club de Golf Costa de Azahar

INSTALACIÓN DE RIEGO EXISTENTE

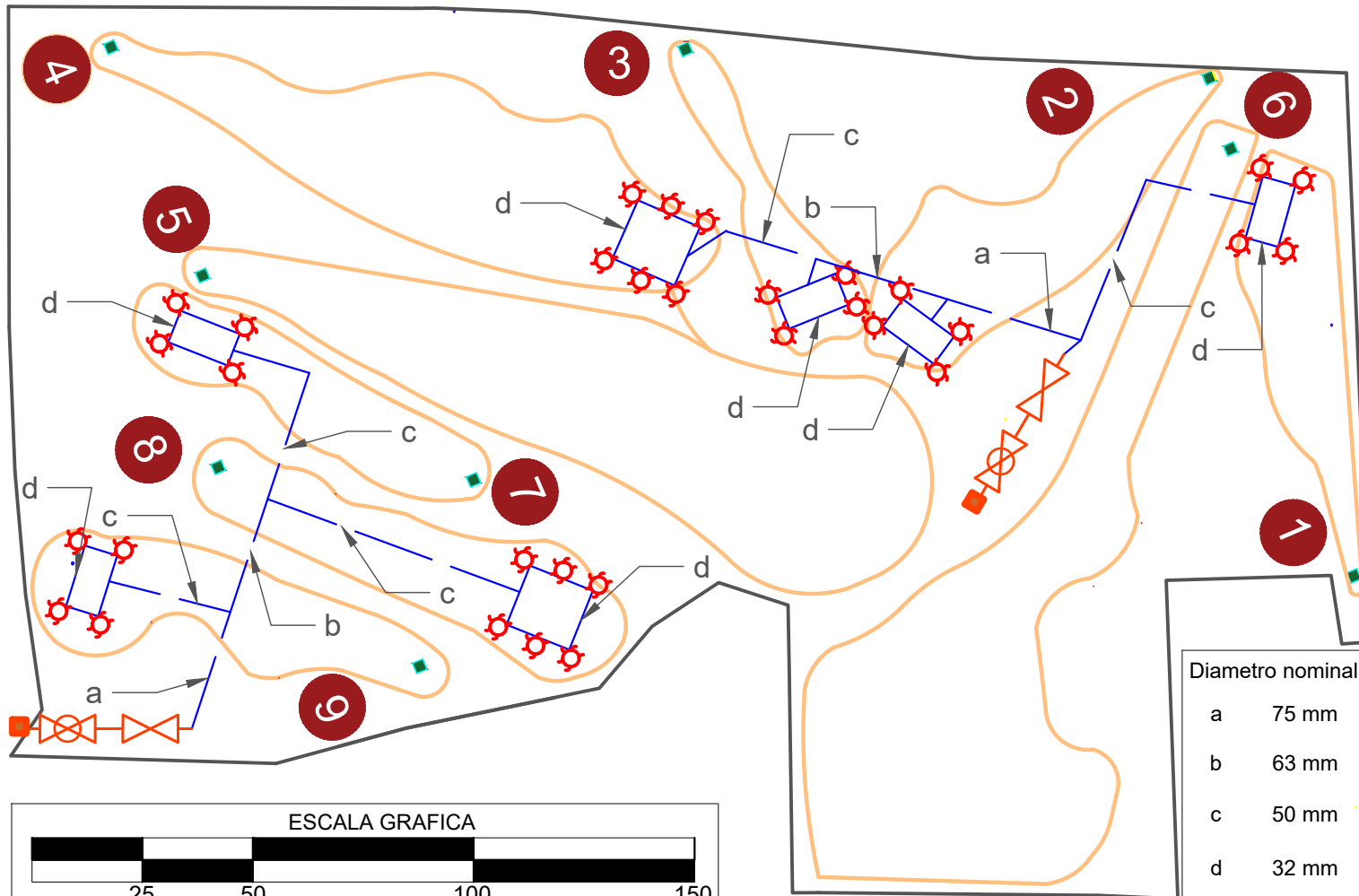
Nº de PLANO  
R-1

CAFFETERIA  
RESTAURANTE

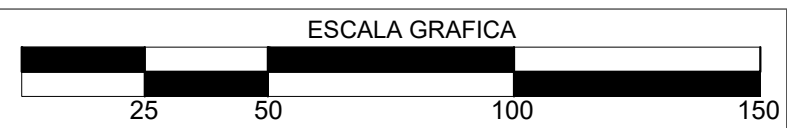
VESTUARIOS

PISTAS  
PADEL

APARCAMIENTO



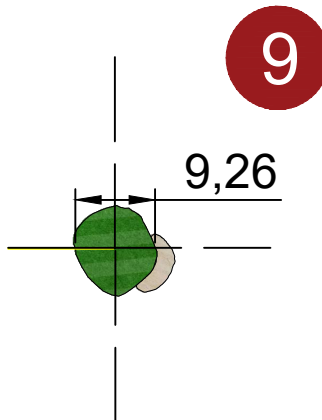
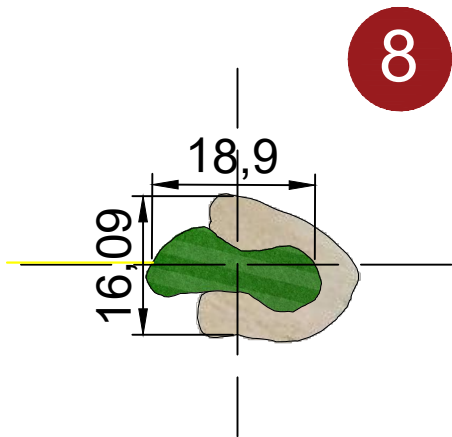
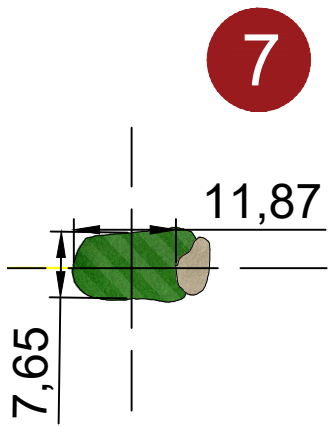
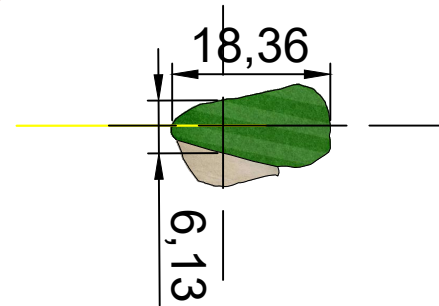
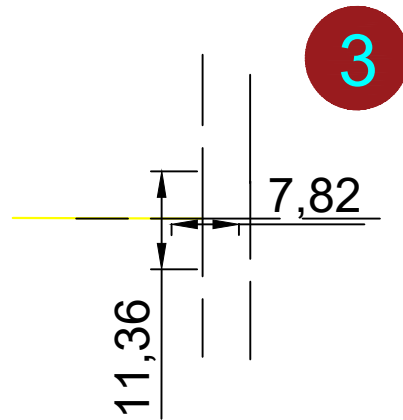
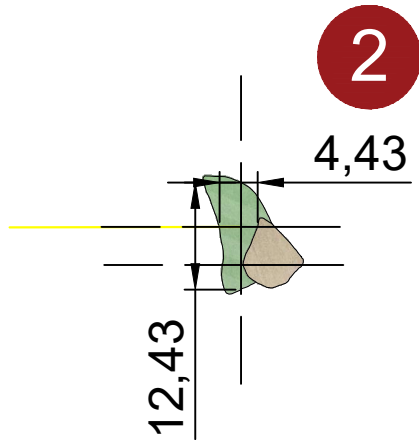
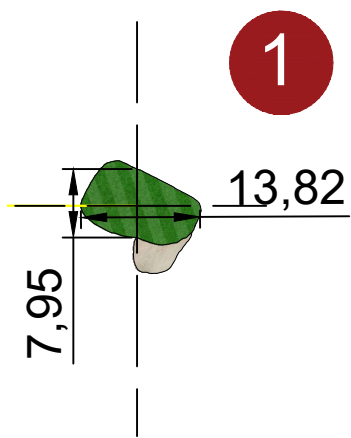
Diámetro nominal	
a	75 mm
b	63 mm
c	50 mm
d	32 mm



- CONTORNO DE LA CALLE
- ⊗ ASPERSOR RAIN BIRD EAGLE SERIE 550
- 1 NUMERO DE HOYO
- ⊗ VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
- TEE DE SALIDA
- ⊗ VALVULA DE BOLA
- PROGRAMADOR SATELITE
- RED DE RIEGO

<b>Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales</b>		FECHA Jun 2020
TRABAJO FINAL DE GRADO		ESCALA Gráfica
	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
LOCALIZACION Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	BENEFICIARIO DEL PROYECTO Club de Golf Costa de Azahar	
DISEÑO DE NUEVA INSTALACIÓN DE RIEGO		Nº de PLANO R-3


Dibujado por: ALFONSO CASTRO

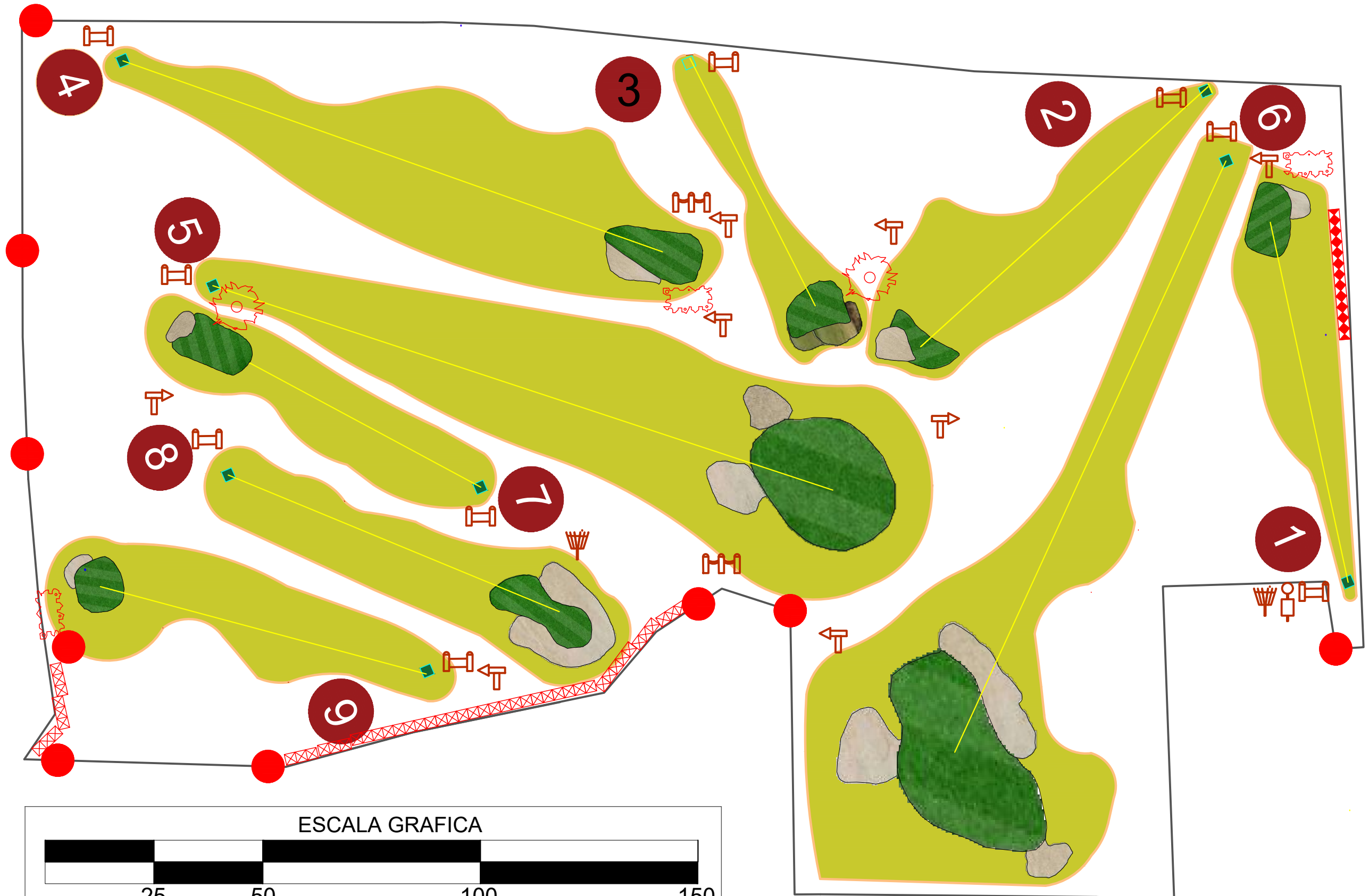


ESCALA GRAFICA

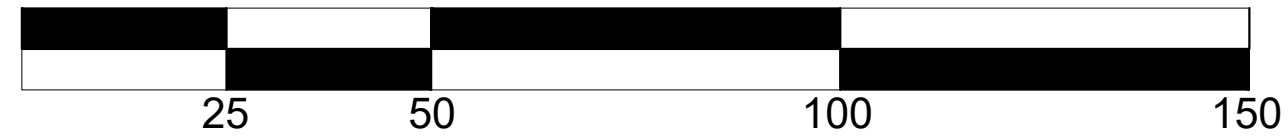












1 Número de hoyo

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales		FECHA
TRABAJO FINAL DE GRADO		Jun 2020
 Dibujado por: ALFONSO CASTRO	DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT	
	ESCALA	GRÁFICA
LOCALIZACION	BENEFICIARIO DEL PROYECTO	
Av. de Ferrandis Salvador, 19 12100 El Grao de Castellón Castellón de la Plana	Club de Golf Costa de Azahar	
DISEÑO DE GREENS Y BUNKERS		Nº de PLANO
		R3



ESCALA GRAFICA



- |   |                 |   |                            |
|---|-----------------|---|----------------------------|
|  | LIMPIABOLAS     |  | PILÓN CON CUERDA           |
|  | PAPELERA        |  | CARTEL Nº HOYO             |
|  | ARBUSTO         |  | SEÑAL PROXIMO HOYO         |
|  | SETO            |  | RED DE PROTECCIÓN          |
|  | BARRERA VEGETAL |  | ESTACA DE FUERA DE LIMITES |

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

TRABAJO FINAL DE GRADO

FECHA  
Jun  
2020



Dibujado por: ALFONSO CASTRO

DISEÑO DE UN CAMPO DE PITCH AND PUTT

ESCALA  
Gráfica

LOCALIZACION  
Av. de Ferrandis Salvador, 19  
12100 El Grao de Castellón  
Castellón de la Plana

BENEFICIARIO DEL PROYECTO  
Club de Golf Costa de Azahar

PAISAJISMO DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT

Nº de PLANO  
P-1

PLIEGO DE  
CONDICIONES  
TÉCNICAS

## **PARTICULARES QUE HAN DE REGIR EN LAS OBRAS DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT**

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es definir las unidades de obra y fijar las condiciones técnicas y de calidad que deberán regir la *construcción de un campo de Pitch and Putt en las instalaciones del Club de Golf Costa de Azahar de Castellón*.

La documentación a presentar por la contrata interesada en optar a la adjudicación de la obra, se define en el Pliego de Condiciones Administrativas.

### **CONTRATO DE OBRA**

En el Contrato de obra figurará la siguiente documentación:

- Pliego de Condiciones Administrativas del CGCA.
- El presente Pliego de Prescripciones Técnicas
- Memoria del proyecto, anexos de la memoria previstos para el contrato de obra, planos, mediciones y presupuesto.
- Estudio de Seguridad y Salud y Programa de Control de Calidad de Obra.

### **1.-DELIMITACIÓN DE LAS FUNCIONES**

#### **PROMOTOR**

Club de Golf Costa de Azahar que, como persona jurídica, financia las obras de construcción del campo de Pitch and Putt con el acuerdo de los socios del Club y su Junta Directiva.

Son obligaciones del promotor:

- Facilitar la documentación del proyecto
- Nombrar a la Dirección Facultativa y Coordinador de Seguridad y Salud
- Disponer de los seguros previstos en la L.O.E.
- Efectuar los pagos conforme a lo establecido en el contrato

#### **PROYECTISTA**

Son obligaciones del proyectista las indicadas en el art. 10 de la LOE y específicamente:

- Tener la titulación profesional que le habilita para la firma y visado del proyecto de campo de pitch and putt.
- Revisar el proyecto para asegurar que se satisfacen los requisitos, necesidades y expectativas del promotor, así como el cumplimiento de los requisitos legales exigibles.

#### **CONTRATISTA**

Son obligaciones del constructor las indicadas en el art. 10 de la LOE y específicamente:

- Ejecutar la obra conforme al proyecto y la normativa aplicable
- Acatar las instrucciones de la Dirección Facultativa en los términos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas
- Tener las capacitaciones profesionales necesarias para la realización de los trabajos
- Designar al Jefe de Obra quien asumirá la representación del constructor ante la Dirección Facultativa y el Promotor.



- Proveer de los medios humanos y materiales necesarios para el cumplimiento de los plazos de ejecución de la obra.
- Presentar el Plan de Seguridad y Salud de la obra, que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de las obras
- Atender a las indicaciones del Coordinador de Seguridad y Salud
- Formalizar las subcontrataciones dentro de los límites establecidos en el contrato
- Ordenar y dirigir la ejecución material del proyecto
- Asegurar que la calidad de la obra se ajusta a las especificaciones del proyecto
- Preparar las certificaciones parciales y propuesta de liquidación final
- Tener contratado seguro de cuantía suficiente para cubrir posibles accidentes de trabajo, daños a terceros durante la obra o daños medioambientales
- Suscribir las garantías por daños ocasionados por vicios y defectos de la construcción según lo previsto en art. 19 de la LOE.

#### COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador de seguridad y salud será nombrado por el CONTRATANTE (conforme al RD 1627/1997), dispondrá de título habilitado y tendrá las siguientes obligaciones (definidas en RD 1627/1997 y publicadas por Invassat)

Coordinar en la fase de ejecución la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad al tomar decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, así como al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo. Art. 9.a

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva (art. 15 LPRL). Art. 9.b

Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. En el caso de obras de las Administraciones Públicas, el Plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración Pública que haya adjudicado la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones anteriores serán asumidas por la dirección facultativa. Art. 9.c

Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el art. 24 de la LPRL, desarrollado posteriormente por el RD 171/2004. Art. 9.d

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo. Art. 9.e

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador. Art. 9.f

Diligenciar el Libro de Incidencias (deberá existir siempre que exista Plan de Seguridad y Salud) que será suministrado por el colegio profesional al que pertenezca el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución o, cuando no sea necesaria su asignación, el

técnico integrado en la dirección facultativa que aprueba el Plan de seguridad y salud de la obra. Para obras cuyo promotor sea la Administración Pública es la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente el que facilita dicho Libro de Incidencias. Art. 13.1, 13.2

Mantener en su poder y en la obra el Libro de Incidencias. Cuando no sea necesaria la designación de coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución, el Libro de Incidencias estará en poder de la dirección facultativa. Art. 13.3

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución o, cuando no sea necesaria la designación de éste, la dirección facultativa, deberá notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Art. 13.4

En el caso de que la anotación efectuada en el Libro de incidencias se refiera a cualquier incumplimiento de advertencias u observaciones previamente anotadas, el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución o, cuando no sea necesaria la designación de éste, la dirección facultativa, deberá remitir una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas. Art. 13.4

Cuando el coordinador en materia de seguridad y salud en fase de ejecución o cualquier persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia del incumplimiento en el Libro de Incidencias y quedando facultado para, en incumplimientos que supongan riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra. Art. 14.1

En el supuesto anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización debe dar cuenta en el plazo de 24 horas a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, así como a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos. Art. 14.2

#### DIRECCIÓN FACULTATIVA

Asumirá las funciones de Director de Obra, Director de Ejecución de la Obra, Director de Medio Ambiente y Coordinador de Seguridad y Salud.

La Dirección facultativa será nombrada por el CONTRATANTE, dispondrá de la titulación de Ingeniero Agrónomo o similar (conforme art. 12 Ley 38/1999) y tendrá las siguientes obligaciones:

Antes de comenzar las obras:

Suscribir el encargo profesional con el CONTRATANTE

Verificar la idoneidad técnica que desarrolla el Proyecto de Ejecución de la obra

Disponer del Libro de órdenes

Verificar la existencia de Coordinador de Seguridad y salud en obra

Solicitar al contratista los Planes de Seguridad y salud y aprobar los mismos (cuando no sea necesaria la designación de coordinador, sus funciones serán asumidas por la Dirección facultativa).

Verificar la existencia de apertura de centro de trabajo

Disponer del Libro de incidencias

Aprobar el Plan de gestión de residuos

Verificar la existencia en obra del libro de subcontratación

Emitir el acta de replanteo e inicio de obras

Durante la ejecución de las obras:

Dirigir la obra a nivel técnico, estético y medioambiental, de conformidad al proyecto

Autorizar las modificaciones del proyecto

Dirigir la ejecución material de la obra comprobando replanteos, materiales, equipos y correcta ejecución

Emitir las certificaciones parciales

Gestionar y controlar la calidad de la obra supervisando el control en recepción de obra, controlando la ejecución de cada unidad de obra y realizar las comprobaciones necesarias de la obra terminada y su puesta en servicio.

Coordinación de Seguridad y salud

Tramitar la paralización de obra o finalización de la relación contractual, si es el caso

Llevar a cabo las comunicaciones pertinentes con CONTRATISTA y CONTRATANTE si ocurrieran incidencias

Fin de obra:

Emitir el certificado de fin de obra, conforme al proyecto.

## 2. NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLES Y CONDICIONES PREVIAS

La designación tanto de la Dirección Facultativa, como del coordinador de Seguridad y Salud, se realizará antes del inicio de las obras por parte del CONTRATANTE.

Asimismo, se dispondrá de la correspondiente Apertura de Centro de Trabajo con anterioridad al inicio de las obras.

Antes de iniciarse la obra, el CONTRATISTA deberá presentar al CONTRATANTE un Plan de Obras.

## 3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes del inicio de las obras, el CONTRATISTA indicará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la obra o bien solicitará las aclaraciones pertinentes.

#### 4. INICIO DE LAS OBRAS

Las obras comenzarán a partir de que se lleve a cabo el Acta de comprobación del replanteo del proyecto de ejecución. Dicha acta de comprobación del replanteo deberá ser firmada por el CONTRATISTA y la Dirección Facultativa en el plazo de un mes desde la fecha del contrato.

#### 5. MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Las obras se ajustarán al *Proyecto de Campo de Pitch and Putt* y cualquier modificación del proyecto se limitará a lo imprescindible como consecuencia de circunstancias no previstas en el proyecto. Las modificaciones deberán ser aprobadas por Dirección Facultativa. Si el CONTRATANTE, una vez iniciada la obra, plantea modificaciones a la misma, dichas modificaciones deberán ser asimismo aprobadas por la Dirección Facultativa al objeto de evitar futuros problemas técnicos que perjudiquen el proyecto. Si se considera que las modificaciones pueden suponer un retraso de la obra, se estimará la demora por Dirección Facultativa y dicho tiempo se sumará a los plazos de ejecución si así lo demanda el CONTRATISTA. El CONTRATISTA deberá informar siempre a la Dirección Facultativa de cualquier modificación que le fuera planteada por el CONTRATANTE una vez iniciada la ejecución de la obra.

La ejecución de unidades de obra no comprendidas en el presente pliego de condiciones técnicas y que se consideren técnicamente necesarias, se llevarán a cabo con la autorización de la Dirección Facultativa, minimizando en lo posible los sobrecostos de la obra.

Si por defecto en las especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas se precisara incrementar el coste de alguna unidad de obra en más del 20% o bien el total del presupuesto en más del 10%, se precisará de una modificación del proyecto con autorización del CONTRATANTE.

#### 6. PLAZOS DE EJECUCIÓN

El plazo máximo de ejecución de las obras será de DOCE MESES a contar desde el Acta de Comprobación del Replanteo. En caso de incumplimiento de los plazos por causas no justificadas a juicio de la Dirección Facultativa, el CONTRATISTA se verá obligado a indemnizar con un 5% del presupuesto por cada 30 días de retraso.

El CONTRATISTA no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra debido a la falta de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, salvo que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiera proporcionado.

#### 7. INTERPRETACIONES Y ACLARACIONES DEL PROYECTO

En cualquier momento de la ejecución de la obra, el CONTRATISTA podrá requerir a la Dirección Facultativa o al CONTRATANTE cuantas aclaraciones considere necesarias para la correcta interpretación del proyecto y su consiguiente ejecución, pudiendo demandar que se comunique por escrito. A este respecto, o bien el CONTRATISTA aceptará con su firma la respuesta o bien presentará reclamación en el plazo de 3 días.

#### 8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

El CONTRATISTA podrá presentar reclamaciones de carácter económico por desacuerdo con las órdenes de la Dirección Facultativa ante el CONTRATANTE. En cualquier caso, no podrá recusar a la Dirección Facultativa, aunque si podrá presentar reclamación sin interrumpir por ello los trabajos.

## 9.FALTAS DEL PERSONAL

Por su parte, si la Dirección Facultativa observa incompetencia manifiesta, negligencia grave o desobediencia reiterada por parte de personal del CONTRATISTA, podrá apartar de la obra a dicho personal.

Asimismo, el Coordinador de Seguridad y Salud si observa incumplimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra que a su juicio suponga un riesgo inaceptable, podrá ordenar la paralización inmediata de la obra hasta que se subsanen las deficiencias de seguridad.

## 10.DEFECTOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y DAÑOS A INSTALACIONES O PERSONAS

No se abonarán al CONTRATISTA costes debido a órdenes de la Dirección Facultativa para subsanar defectos en la ejecución de la obra. Las unidades de obra se medirán y se abonarán en las unidades de medida indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas. El CONTRATISTA hará todo lo posible por evitar que durante el transcurso de la obra se produzcan daños al arbolado existente, mobiliario, instalaciones de riego, suelo y especies cespitosas del campo de golf, servicios del campo de golf; así como molestias derivadas del ruido o emisiones de polvo. Se evitará particularmente la compactación del terreno. En caso de incumplimiento de las anteriores precauciones a juicio de Dirección Facultativa, se deberá reparar el daño o indemnizar al CONTRATANTE según estime oportuno y proporcionado la Dirección Facultativa.

El CONTRATISTA asumirá la responsabilidad del buen fin de la obra, siendo el único responsable de los daños o accidentes causados durante la ejecución de la obra.

## 11.CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA Y OTROS REQUISITOS

El CONTRATISTA se obliga a cumplir cualquier normativa que le sea de aplicación, a saber, legislación laboral, legislación del sectorial de la construcción, legislación en materia de prevención de riesgos laborales, legislación medioambiental, Ordenanzas Municipales, y cualquier otra legislación que le sea de aplicación directa. El no hacerlo podrá ser causa de resolución del contrato sin derecho a indemnización alguna.

El CONTRATISTA se compromete asimismo a respetar unos principios éticos de comportamiento estableciendo una Política de Responsabilidad Social. Dicha política incluirá aspectos relativos a la corrupción, confidencialidad de la información, extorsión, soborno, igualdad de género, publicidad, no represalias, etc.

## 12.CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN

El CONTRATISTA tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa:

- Proyecto de campo de pitch and putt, incluidos planos de obra
- Libro de Órdenes
- Plan de Seguridad y Salud de la obra y Libro de Incidencias
- Programa de Control de Calidad y su Libro de registro

## 13.SUMINISTRO DE AGUA Y ELECTRICIDAD

El CONTRATISTA tendrá la obligación de instalar y conservar por su cuenta un suministro adecuado de agua y saneamiento tanto para las obras como para el uso el personal. Asimismo, serán a su cargo el suministro de energía eléctrica y los sistemas de comunicación que precise para la correcta ejecución de la obra.

#### 14. INFORMACIÓN SOBRE MATERIALES Y EQUIPOS

Las características técnicas de los elementos de la unidad de obra deberán estar convenientemente especificadas, sin ambigüedades en la calidad de los equipos y materiales a instalar en obra. Si no fuera así en algún caso, la Dirección Facultativa podrá fijar las especificaciones técnicas complementarias que considere oportunas.

El CONTRATISTA no podrá emplear materiales o equipos que no hayan sido inspeccionados o autorizados previamente por la Dirección Facultativa teniendo en cuenta lo indicado en proyecto. Si la Dirección Facultativa rechazara materiales o equipos, el CONTRATISTA podrá emitir reclamación ante el CONTRATANTE en los 5 días siguientes al rechazo.

#### 15. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES

El CONTRATISTA está obligado, siempre que subcontrate actividades, a cumplir con las obligaciones legales, contractuales y de coordinación de actividades, sin perjuicio de su obligación de supervisión y control como CONTRATISTA general de la obra.

#### 16. CONTROL DE CALIDAD Y PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

El CONTRATISTA está obligado a custodiar, conservar y mantener en perfecto estado todo el material recepcionado para la ejecución de la obra. En caso de deterioro, robo, o cualquier otra circunstancia anómala, el CONTRATISTA queda obligado a reponer el material a su costa.

Cuando la unidad de obra así lo precise, el contratista no podrá negarse a realizar los ensayos o análisis de la documentación que requiera el Programa de Control de Calidad.

#### 17. CERTIFICACIONES

Las obras serán medidas mensualmente teniendo en cuenta las unidades de obra del proyecto, así como posibles modificaciones u órdenes de Dirección Facultativa. Las estimaciones llevadas a cabo servirán de base para la emisión por parte de la Dirección Facultativa de las certificaciones mensuales correspondientes.

Mensualmente se efectuará por parte del CONTRATANTE la liquidación de las certificaciones emitidas por la Dirección Facultativa. El pago no podrá considerarse como aceptación o recepción de las obras.

El CONTRATISTA deberá facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente las certificaciones parciales y la propuesta de liquidación final de la obra, la cual finalizará con el acta de recepción definitiva.

#### 18. ACTA DE RECEPCIÓN DE OBRA

El CONTRATISTA y el CONTRATANTE firmarán el acta de recepción de obra con indicación de las personas con autoridad que intervienen, fecha del certificado final de obra de la Dirección facultativa, importe final de la obra, si la recepción final es con o sin reservas (especificando de manera clara las deficiencias y el plazo en el que deben ser subsanadas) y garantías del constructor.

### **PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LAS UNIDADES DE OBRA**

Se ejecutarán las siguientes unidades de obra, debiendo respetarse las prescripciones establecidas para cada una de ellas:



## **C-OBRA CIVIL: MOVIMIENTO DE TIERRAS**

**CDTB DESBROCES Y LIMPIEZA TERRENO**

**CDTC EXCAVACIONES**

**CDTR RELLENOS DE ZANJAS**

**CDTT CARGAS Y TRANSPORTES DE TIERRAS**

---

### PRESCRIPCIONES GENERALES DE LA OBRA CIVIL

El objeto del Pliego de Condiciones Técnicas es definir las normas por las que se regirá la Obra Civil del presente Proyecto de construcción de un campo de pitch and putt. Todos los trabajos se llevarán a cabo según las especificaciones del Proyecto y con los cambios mínimos imprescindibles. No obstante, según lo indicado en el apartado anterior de obligaciones y derechos del contratista, podrán ejecutarse modificaciones con la aprobación de la Dirección Facultativa en caso de contradicción, omisión o error manifiesto en el Proyecto, así como cualquier otra eventualidad no prevista. Y en todo caso, respetando siempre las normas técnicas, legales y de construcción que estén vigentes para cada concepto en particular.

### PRESCRIPCIONES GENERALES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Definición:

Conjunto de trabajos realizados en un terreno como fase previa del movimiento de tierras.

Condiciones previas:

- Se revisarán los planos necesarios para el movimiento de tierras.
- Se tendrán en cuenta las servidumbres que pueden ser afectadas por el movimiento de tierras, como redes de riego, agua potable, saneamiento, electricidad, telefonía, iluminación, etc., tanto elementos enterrados como líneas aéreas.
- Se analizarán las características del terreno a excavar.
- Se comprobarán las pendientes naturales del terreno. Se pretende evitar encharcamientos en el futuro campo de pitch and putt.
- Se comprobará la información disponible por el órgano competente en relación al posible Patrimonio Artístico y Cultural en la zona de actuación.
- Se reconocerán las construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y tomar las pertinentes medidas de protección.
- Si se considera necesario, se notificará del movimiento de tierras a la propiedad de la viviendas colindantes que puedan ser afectadas por los trabajos.

### PRESCRIPCIONES GENERALES DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

No podrá iniciarse el movimiento de tierras antes de pedir autorización a la Dirección Facultativa estableciendo de común acuerdo el alcance de la excavación. El Contratista estará obligado, a su cargo, a restituir las tierras levantadas de cualquier excavación no autorizada expresamente por la Dirección Facultativa.

## CDTB · DESBROCES Y LIMPIEZA TERRENO

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m2	Retirada/apilado capa tierra vegetal c/máquina.	1,15	954,2

### PRESCRIPCIONES GENERALES

*Definición:*

Retirada del terreno de cualquier material en la superficie del terreno y que pueda entorpecer el desarrollo de trabajos posteriores.

*Control de ejecución:*

Se conservarán en una zona separada (pero no alejada de la zona de intervención) las tierras o elementos que la Dirección Facultativa determine, de forma que se optimicen los trasiegos de tierras en la obra.

## CDTC · EXCAVACIONES

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m	Excavación de zanja de riego para tubería de 32 cm	3,3	367,8
	m	Excavación de Zanja de riego para tubería de 50 cm o superior y arquetas de registro	11,21	385,4
	m	Excavación zanja instalación eléctrica	3,3	110
	u	Cimentaciones poste metálico para valla de seguridad	47,44	10

### PRESCRIPCIONES GENERALES

*Definiciones:*

- Terreno blando o flojo: el atacable con pala, que tiene un ensayo SPT<20.
- Terreno compacto o medio: el atacable con pico, pero no con pala, que tiene un ensayo SPT entre 20 y 50.
- Terreno de tránsito o duro: el atacable con máquina y/o escarificador, pero no con pico, que tiene un ensayo SPT >50 sin rebote.
- Terreno no clasificado: desde el atacable con pala, que tiene un ensayo SPT<20, hasta el atacable con máquina y/o escarificador, pero no con pico, que tiene un ensayo SPT >50 sin rebote.
- Roca: si es atacable con martillo picador, pero no con máquina, que presenta rebote en el ensayo SPT.

*Control de ejecución:*

No se trabajará con lluvia, nieve o viento superior a 50 km/h. Se seguirá el orden de trabajos previstos por la Dirección Facultativa. Se definirán puntos fijos de referencia, claramente visibles, a los cuales se referirán todas las lecturas topográficas.

No se trabajará con el terreno inundado por lluvias torrenciales. Los trabajos se llevarán a cabo de manera que molesten lo menos posible, es decir, con la mínima emisión de polvo y el menor ruido posible. En cada caso de imprevistos (terreno inundado, raíces de árboles, restos arqueológicos, etc.) se suspenderán los trabajos y se avisará a la Dirección Facultativa para la toma de decisiones.

- Condiciones para las excavaciones:

No se acumularán los productos de la excavación provocando riesgo de desprendimiento ni existirán almacenamientos excesivos que supongan un impacto visual evitable.

El sistema de excavación y la maquinaria utilizada serán los adecuados para minimizar la compactación del terreno.

La aportación de tierras para corrección de niveles será la mínima posible, de las mismas características.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización de la Dirección facultativa. Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos. Se entibará solamente si lo determina la Dirección Facultativa por razones técnicas. Después de episodios de lluvia no se realizarán trabajos hasta que el terreno esté con la humedad apropiada.

El fondo de las zanjas quedará plano y nivelado.

La planeidad del fondo de la zanja podrá ser de  $\pm 2$  cm/3 m y los niveles de  $\pm 5$  cm

La tolerancia de ejecución para la anchura de la zanja será de  $\pm 10$  cm

El fondo de la excavación no tendrá material desmenuzado o blando y las grietas y los agujeros quedarán rellenos.

El encuentro entre el suelo y las paredes de la zanja quedará en ángulo recto.

## CDTR · RELLENOS DE ZANJAS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m3	Relleno zanjas mediante medios mecánicos con tierra procedente de la propia excavación.	5,39	210,09

*Control de ejecución:*

Las medidas aplicables de control de ejecución de excavaciones.

Además:

Se evitará el paso de vehículos por encima de las capas en ejecución. El material se extenderá por tongadas sucesivas, sensiblemente paralelas a la rasante final.

No se extenderá ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas. La tongada se extenderá con el contenido óptimo de humedad, de manera uniforme. Se mantendrán las pendientes y dispositivos de desagüe necesarios para evitar inundaciones.

Después de llover no se extenderá una nueva capa hasta la humedad resultante sea la adecuada.

La rasante final quedará plana y nivelada. Los niveles de la rasante final serán de  $\pm 2$  cm en relación a los suelos adyacentes.

La capa radicular resultante del relleno tendrá un grado de compactación similar a los terrenos adyacentes.

No quedarán zonas capaces de retener agua.

## CDTT · CARGAS Y TRANSPORTE DE TIERRAS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m3	Transporte de tierras con dumper	3,24	64,78

### *Control de ejecución:*

La operación de carga se hará con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad que minimicen el riesgo de accidente.

El transporte se realizará en un vehículo adecuado para el material que se desea transportar.

Durante los trayectos se evitará que se produzcan pérdidas de tierra o emisiones difusas de polvo.

Dentro de la obra el trayecto cumplirá las condiciones de anchura libre y pendiente adecuada para la máquina a utilizar.

Las áreas de acopio de tierras dentro de la obra serán las definidas por la Dirección Facultativa y será necesaria su aprobación para el transporte. El vertido se hará en el lugar especificado.

Los vehículos de transporte estarán en correcto estado de mantenimiento para evitar derrames de aceite accidentales. Siempre que exista riesgo de contaminación del suelo, no se realizará el mantenimiento de vehículos en el interior del campo de golf.

No se llevarán a vertedero excedentes de la excavación, sino que los materiales sobrantes servirán de relleno en aquellos lugares del campo de golf que la Dirección Facultativa determine.

## IA · DRENAJE Y CONSTRUCCIÓN DE GREENS Y BUNKERS

### IADI · COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE, EXCAVACIÓN Y RELLENO DEL DRENAJE

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m2	Compactación a cielo abierto con medios mecánicos	2,01	954,2

m	Excavación zanjas de drenaje (prof. 20 cm, ancho 15 cm)	3,3	210
m3	Relleno con medios manuales de zanjas de drenaje	25,23	6,3
m3	Grava drenaje, apta según normas USGA	8,57	6,3
m3	Arena para bunkers	38,4	33,04
m3	Extendido mezcla radicular, incluye substrato conforme normas USGA	5,11	189,09

### Control de ejecución:

Las medidas aplicables del Pliego de Prescripciones Técnicas para control de ejecución de excavaciones, relleno de zanjas y carga y transporte de tierras.

Compactación de la subrasante:

Deberá estar bien compactada para evitar el desplazamiento futuro. Es imprescindible que el suelo esté liso y bien compactado. Se deben eliminar bolsas de aire, lo cual es fundamental para la estabilidad a largo plazo del green.

No se admitirán en la subrasante terrones grandes ni áreas bajas donde el agua pueda acumularse. Se deberá trabajar con la tierra seca.

La subrasante debe adaptarse a la pendiente de la superficie del green.

Las paredes de la cavidad deberán ser lo suficientemente empinadas para evitar grandes diferencias en la profundidad de la mezcla en el borde del green.

Se debe comprobar la pendiente de las zanjas de drenaje.

Gravas para drenajes de greens:

El material se almacenará y utilizará de forma que se evite su deterioro y contaminación.

En caso de encontrar gravas contaminadas por materiales extraños o contacto con la superficie de la base, el material se considerará como no apto.

La composición granulométrica de la grava para drenaje de greens y antegreens cumplirá las condiciones de las normas USGA detalladas en Proyecto, así como el resto de especificaciones técnicas de las normas USGA.

Las partículas de arena para el bunker deben tener entre 0.25 y 1 mm. Las arenas más grandes o más pequeñas en granulometría tienen inconvenientes a la hora de llevar a cabo el juego o cuando se hacen mantenimientos. Así pues, y de acuerdo a las recomendaciones USGA para arenas de bunkers de golf, la arena deberá estar limpia, sin contener impurezas tales como lodo, arcilla o arena gruesa. Es imprescindible que se trate de arenas lavadas para quitar el lodo y la arcilla y cribadas para eliminar partículas grandes y muy pequeñas. Es inaceptable la presencia de un 5% de lodo o de 3% de arcilla en la arena del bunker.

## IADT · TUBERÍAS DE DRENAJE

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m	Tubería de drenaje, PE corrugado, perforado, 10 cm diam.	1,56	210
	m	Alambre galvanizado 0,9 mm	0,05	210

### *Control de ejecución:*

El almacenamiento previo de los tubos se hará asentando en horizontal sobre superficies llanas.

Los trabajos se iniciarán con la zanja y los tubos libres de agua y de tierras sueltas, así como con la autorización expresa de la Dirección facultativa. No se deben dejar grandes terrones en el fondo de la zanja para evitar que el tubo de drenaje se doble y se pierda la pendiente mínima.

No transcurrirán más de 5 días entre la ejecución de la zanja y la colocación de los tubos. No se iniciará la colocación de los tubos sin la autorización previa de la Dirección Facultativa.

Antes de colocar los tubos en la zanja se inspeccionarán y se desecharán los que estén deteriorados.

En caso de interrumpirse la colocación de los tubos se asegurará su desagüe. Se comprobará que no se haya introducido ningún cuerpo extraño en el interior de los tubos. Se debe proteger el extremo de la tubería de drenaje para evitar su obstrucción por animales, hojas o materiales, instalando una rejilla al final del tubo.

El procedimiento utilizado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos no desplazará los tubos de su sitio. Se debe sujetar el tubo mientras la zanja se cubre para asegurar que el tubo reposa plano.

Se debe evitar en todo momento el aplastamiento del tubo corrugado. Si hay tráfico sobre las zanjas, deberán usarse chapas para evitar daños. Una vez colocados los tubos, el relleno de la zanja se compactará conforme a las normas USGA detalladas en proyecto.

Instalar alambre localizador para facilitar trabajos futuros de mantenimiento.

Los tubos quedarán bien asentados sobre el lecho de material filtrante de granulometría adecuada conforme a las especificaciones de las normas USGA.

Los tubos colocados estarán alineados y a la rasante prevista. Tendrán la pendiente definida en las normas USGA referenciadas en el proyecto.

Se comprobará que el drenaje acabado funciona correctamente.

Tolerancias de ejecución:

Pendiente:  $\pm 0,50\%$

Rasantes:  $\pm 5$  cm

El montaje del tubo deberá realizarlo personal experimentado, que, a la vez, vigilará el posterior relleno de la zanja y, en especial, su compactación.

## **ID - REDES DE RIEGO**

IDA	ACOMETIDAS
IDC	CONDUCCIONES DE RIEGO
IDE	ACCESORIOS Y ARQUETAS DE REGISTRO FILTROS Y VÁLVULAS
IDI	EMISORES DE RIEGO "RAIN BIRD"
IDM	AUTOMATISMOS DE RIEGO "RAIN BIRD" INSTALACIÓN ELÉCTRICA
IDV	OBRA CIVIL COMPLEMENTARIA

---



*Definición:*

Tubos huecos de polietileno puro de baja (PEBD), que adecuadamente empalmados y provistos de las piezas especiales necesarias forman una conducción estanca apta para la conducción de agua de riego a una presión de trabajo dada.

*Condiciones previas:*

- Replanteo en planta.
- Excavación de la zanja.

Todos los elementos de la red de riego serán homologados, con marcado CE, no contaminantes, resistentes al uso y serán verificados antes de su instalación.

*Control de ejecución:*

Cuando exista la posibilidad de interferencia con canalizaciones en servicio en la zona de excavación, se determinará su trazado solicitando a las Compañías propietarias los Planos de situación de los mismos, y, si fuera necesario, el corte del fluido.

La separación entre generatrices más próximas de la red de riego con los distintos servicios será:

SERVICIO Separación horizontal(cm) Separación vertical (cm)  
Alcantarillado 60 50  
Red eléctrica alta/media 30 30  
Red eléctrica baja 20 20  
Telefonía 30 30

Se llevará a cabo la señalización de las zanjas.

Cuando se utilice maquinaria, se tomarán las medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes.

## IDAP · ACOMETIDAS AL ANILLO GENERAL DE RIEGO

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Acometida a la red de riego	1116,53	2

El Contratista deberá acordar con la Dirección Facultativa la acometida necesaria para el riego, tanto en dimensiones como en conexión. En cualquier caso, las conexiones se llevarán a cabo, más o menos aproximadamente, en los puntos indicados en los planos del proyecto, salvo decisión justificada de la dirección Facultativa.

Es muy importante no confundir la red de agua de la acometida: el enganche se realizará en la red principal de agua reutilizada del campo de golf, de ninguna manera en el anillo de agua de red.

## IDCR · CONDUCCIONES DE RIEGO

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m	Instalación de tuberías de riego conforme a planos. Incluye unión de tuberías por electrosoldado y montaje de accesorios	2,35	650,2
059032010	m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN10 / SDR 17, diámetro exterior 32 mm.	0,51	299,16
059050010	m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN10 / SDR 17, diámetro exterior 50 mm.	1,29	187
059063010	m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN6 / SDR 11, diámetro exterior 63 mm.	1,92	47
032075006	m	Tubería de polietileno PE40, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN6 / SDR 11, diámetro exterior 75 mm.	2,66	47

### *Definiciones:*

Tipos de tubería de polietileno:

Polietileno de baja densidad (LDPE o PEBD): aquella que tiene una densidad igual o menor de 930 kg/m<sup>3</sup> y de dimensiones normalizadas.

Polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD): tiene densidades mayores de 940 kg/m<sup>3</sup> y de dimensiones normalizadas.

Características de la tubería de polietileno:

Diámetros, espesores y presiones

-Diámetro nominal (DN): Diámetro exterior de los tubos de polietileno.

-Presión nominal (Pn): Presión máxima de trabajo a 20°C.

-Presión de trabajo (Pt): valor de la presión interna máxima para la que se ha diseñado el tubo.

### *Control de ejecución:*

A la llegada a la obra se inspeccionarán los tubos de PEBD, rechazándose aquellos que presenten golpes, roturas u otros defectos inaceptables. Durante la descarga se tendrá cuidado para que no sufran desperfectos, prohibiéndose dejarlos caer sin acompañarlos. Es decir, se efectuará con cuidado el tendido de tubos sobre el suelo. Cada tubo se tenderá en su alineación y pendiente de forma que se obtengan juntas concéntricas en las uniones con los tubos contiguos evitando cambios bruscos de dirección.

Se verificará que en el interior de la tubería no existen elementos extraños. Cuando se interrumpa el trabajo, se cerrarán todos los extremos abiertos para evitar la introducción posterior de cuerpos extraños.

Se revisará la documentación del fabricante relativa a los controles de presión interior y estanqueidad.

Los tubos de polietileno deben ir marcados como mínimo con los siguientes datos:

-Marca comercial.

-Referencia al material.

-Diámetro nominal.

- Espesor nominal.
- Presión nominal.
- Año de fabricación.

Las instalaciones de redes de riego se ejecutarán por instaladores legalmente autorizados.

La profundidad mínima de las tuberías de riego será de 60 cm entre la parte superior del tubo y la superficie, tal como se recomienda para lugares sin tráfico rodado. La anchura de las zanjas será la que permita el correcto montaje de la red facilitando la unión del tubo en la zanja, por lo que según norma EN 1610 apdo. 6.2.2 se dejará al menos un espacio libre de 20 centímetros a cada lado de la tubería. Para tuberías de riego se proponen zanjas de 50 cm de anchura

En cualquier caso, la profundidad de las zanjas tendrá como condición que las tuberías queden protegidas de las acciones exteriores.

La rasante de la zanja será uniforme y sin irregularidades superiores a 2 centímetros. No se colocarán más de 60 metros de tubería sin proceder al relleno de la zanja. Los tubos colocados quedarán a la rasante prevista y rectos. Se colocarán al menos, 5 tubos delante de una junta, antes de proceder a la ejecución de la misma.

Los tubos se situarán centrados y alineados dentro de la zanja.

No habrá contactos entre los tubos.

Antes de enterrar las tuberías, se efectuarán pruebas de carga en todas las conducciones.

La granulometría del relleno de tierra que envuelva la tubería será similar a la tierra de los alrededores.

## IDEE · ACCESORIOS Y ARQUETAS DE REGISTRO

Codigo	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Codo de PE electrosoldable	6,42	28
DAET E1075	u	Te igual de PE electrosoldable PE100	20,86	1
DAET R7563	u	Te reducida de PE electrosoldable PE100	28,52	2
DAET R6350	u	Te reducida de PE electrosoldable PE100	16,56	4
	u	Articulación de conexión del aspersor a la tubería de riego (incluido en precio de emisor)	-	32
DAERE 5032	u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 50 a 32 mm	6,06	7
DAERE 6350	u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 63 a 50 mm	7,56	2
DAERE 7563	u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 75 a 63 mm	10,49	2
A11438	u	Arqueta Rain Bird serie VB rectangular. Jumbo con cierre. Cuerpo negro y tapa verde con tornillo hexagonal. 2 lenguetas de acceso. Largo x ancho x alto = 70,1 x 53,3 x 30,7 cm. Modelo VBMBH.	58,71	2
	u	Arqueta Rain Bird circular pequeña, fabricada en polipropileno, 27 x 23,4 de diámetro	4,3	14

### *Definición*

Colocación de accesorios en canalizaciones para enterrar de las tuberías de riego.

Se han considerado los siguientes tipos de piezas especiales:

Piezas en forma de T para derivaciones

Piezas en forma de codo para cambios de dirección

Piezas para reducciones de diámetro con uniones encoladas

Manguitos de conexión para uniones

### *Control de ejecución:*

La posición de las piezas especiales será la indicada en los planos o, en su defecto, la especificada por la Dirección Facultativa.

Las juntas serán estancas a la presión de prueba, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

La pieza especial quedará alineada con la directriz de los tubos a conectar.

Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán mediante accesorios normalizados del material del tubo. Las uniones se harán encoladas con adhesivo normalizado, o bien, mediante junta elástica; según corresponda al tipo de unión definido para la instalación.

Las uniones de los tubos de polietileno se harán mediante electrosoldado.

Para contrarrestar las reacciones axiales que se producen al circular el fluido, las piezas (codos, reducciones, etc.), quedarán bien fijadas.

Para realizar la unión de los tubos no se forzarán ni deformarán los extremos.

La unión entre los tubos y otros elementos de obra se realizará garantizando la no transmisión de cargas y la impermeabilidad.

Cada vez que se interrumpa el montaje, se tapanán los extremos abiertos.

El extremo recto del tubo tendrá la arista exterior biselada.

Si se cortase algún tubo, se hará perpendicularmente al eje y se eliminarán las rebabas.

El tubo se encajará sin movimientos de torsión.

No está permitido conformar los tubos en obra, se utilizarán accesorios adecuados.

Se examinarán las piezas especiales antes de colocarlas, rechazando los que presenten algún defecto.

Antes de la colocación de los elementos se comprobará que la rasante, la anchura y la profundidad de la zanja corresponden a los especificados en la documentación técnica.

En caso contrario se avisará a la Dirección facultativa.

El fondo de la zanja estará limpio antes de colocar las piezas especiales.

Se realizará prueba de estanqueidad de las tuberías.

Arquetas de registro para ubicación de mecanismos de la red de riego:

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá al montaje de las arquetas de registro de acuerdo con lo señalado en los Planos. Las conexiones de los tubos se efectuarán a las cotas indicadas de forma que los extremos de los conductos coincidan con las arquetas, salvo indicación justificada de la Dirección Facultativa. Las conexiones de las acometidas se harán conforme a lo indicado en los Planos. Cada una de las arquetas se ejecutará de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto.

## IDEF · FILTROS Y VÁLVULAS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
35376	u	Filtro de anillas AGL, de 3", superficie de filtración 1660 cm2.	134,2	2
2	u	Válvula hidráulica metálica rosca hembra equipada como REDUCTORA DE PRESION. Piloto metálico, manómetro, válvula de 3 vías, filtro de toma, de 3"-DN80, PN10 de Hidroconta	187	2
2	u	Válvula de esfera de latón cromado PN-25 atm de 3"	137,55	2
2	u	Unión roscada de tubería a válvulas y filtro	14,5	4

### *Definición:*

#### **Filtros de anillas roscados, metálicos, montados entre tubos.**

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones de colocación y fijación de la pieza a la tubería y prueba de servicio

### *Control de ejecución:*

La posición será la reflejada en los planos del proyecto, salvo indicación justificada de la Dirección Facultativa.

El filtro llevará una placa de identificación que permita reemplazar posteriormente por un filtro similar.

Serán accesibles las partes del filtro que se hayan de manipular en un mantenimiento posterior.

La distancia entre el filtro y los elementos que le envuelven será suficiente para permitir el desmontaje.

Los ejes del filtro y la tubería quedarán alineados.

Se dejará conectada a la red correspondiente, en condiciones de funcionamiento.

El peso de la tubería no descansará sobre el filtro.

Las uniones serán estancas.

El sentido de circulación del fluido dentro del filtro coincidirá con su especificación.

Todos los materiales que intervienen en la instalación serán compatibles entre sí. Por ese motivo, el montaje y las conexiones de los equipos estarán hechos con los materiales y accesorios recomendados por el fabricante.

Quedará hecha la prueba de la instalación.

Tolerancias de ejecución:

Posición:  $\pm 10$  mm

Antes de empezar los trabajos de montaje, se hará un replanteo que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

El montaje se realizará siguiendo las instrucciones de la documentación técnica del fabricante. Se seguirá la secuencia de montaje propuesta por el fabricante.

Las uniones roscadas se prepararán con estopa, pasta o cintas de estanqueidad.

Las uniones roscadas, en su caso, se harán sin forzar ni dañar las roscas.

El tubo de conexión estará libre de obstrucciones.

Todos los elementos se inspeccionarán antes de su colocación.

Se comprobará que las características técnicas del producto correspondan con las especificadas en el proyecto. Su instalación no alterará las características de los elementos.

Cuando esté instalado se procederá a la gestión adecuada de los residuos de todos los elementos sobrantes.

*Definición:*

**Válvulas reductoras de presión roscadas, montadas en arqueta de canalización enterrada.**

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones de limpieza de las roscas y del interior de los tubos, preparación de las uniones con cintas de teflón, conexión de la válvula a la red, prueba de servicio.

*Control de ejecución:*

Se dejará conectada a la red correspondiente.

Los ejes de la válvula y de la tubería quedarán alineados y en posición horizontal. El sistema de regulación de la presión diferencial será accesible.

Las conexiones serán estancas a las presiones de trabajo.

La posición será la reflejada en los planos del proyecto, salvo indicación justificada de la Dirección Facultativa

*Tolerancias de instalación:*

Posición:  $\pm 50$  mm

La distancia entre la válvula y el fondo de la arqueta será la necesaria para que pueda girar el cuerpo, una vez desmontado el eje de accionamiento del sistema de cierre.

Las uniones con la tubería quedarán selladas mediante cintas de estanqueidad adecuadas.

El roscado se hará sin forzar ni estropear la rosca.

Previamente a la instalación de la válvula se limpiará tanto el interior de los tubos como las roscas de unión.

## IDIA · EMISORES DE RIEGO "RAIN BIRD"

### PRESCRIPCIONES GENERALES

Responderán a las características especificadas en las Mediciones y Presupuestos del Proyecto. Se comprobará el cumplimiento de las especificaciones técnicas del fabricante.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Aspersores RAIN BIRD serie Eagle 551E, vendidos junto a codo articulado de 1", incluye instalación	210	32

Tanto los elementos de riego como su ubicación serán los que indiquen los planos y el proyecto. No será válido modificar la disposición de los aspersores de forma que empeore el porcentaje de solapamiento y coeficientes de uniformidad. La pérdida de presión entre aspersores extremos no deberá superar el 10%.

## IDMA · AUTOMATISMOS DE RIEGO "RAIN BIRD"

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
F44082XX	u	Programador modular ESP-LXME de 8 estaciones de Rain Bird. Modelo: I8LXMEEU.	477,67	2



### Control de ejecución:

Se comprobará el correcto funcionamiento de las opciones de serie del programador.  
Se verificará el control individualizado de todos los aspersores.

## Controladores ESP-LXME/F

Modular - Fácilmente expansible de 8 o 12 estaciones hasta 48 estaciones con módulos de 8 y 12 estaciones

### Características

- Módulos sustituibles "en caliente", sin necesidad de apagar la alimentación del controlador para añadir/extraer módulos
- Unidad base de 8 o 12 estaciones expandible a 48 estaciones con módulos de 8 y 12 estaciones
- Flow Smart Module™ instalada de fábrica (ESP-LXMEF) o actualizable en terreno (ESP-LXME)
- La numeración dinámica de las estaciones elimina errores en la numeración de las estaciones
- Circuito de arranque de válvula maestra/bomba
- Entrada de sensor meteorológico con conmutador de invalidación
- 6 idiomas seleccionables por el usuario
- Protección contra sobretensiones estándar de 10V
- Memoria de programa no volátil (100 años)
- El panel frontal es extraíble y programable con alimentación a pila
- Compatible con el control remoto para riego y mantenimiento de jardines de Rain Bird
- Caja plástica de montaje seguro a la pared con resistencia UV, caja opcional de metal y acero inoxidable y pedestal

### Características de administración de agua

- El Flow Smart Module™ opcional con una utilidad para obtener datos de caudal y totalizador de uso de caudal — estándar en ESP-LXMEF
- Protección FloWatch™ para situaciones de alto y bajo caudal con reacciones definidas por el usuario (requiere sensor de caudal)
- FloManager™ maneja la demanda hidráulica, haciendo uso completo del agua disponible para reducir el tiempo total de riego
- SimulStations™ programables para permitir el funcionamiento simultáneo de hasta 5 estaciones
- Secuencia de estaciones por número de estación o por prioridades de estaciones
- Intervalos de riego por programa e intervalo de riego manual de la válvula maestra
- Cycle+Soak™ en cada estación
- Retraso de riego por lluvia
- Día inactivo del calendario de 365 días
- Demora programable de estaciones por programa
- Válvula maestra normalmente abierta o cerrada programable por estación
- Sensor meteorológico programable por estación para evitar o detener el riego
- Ajuste estacional de programa
- Ajuste estacional mensual global

### Especificaciones de operación

- Tiempos de funcionamiento de estaciones: 0 minutos a 12 horas
- Ajuste estacional; de 0% a 300% (tiempo máximo de funcionamiento de la estación de 16 horas)
- 4 programas independientes (ABCD)
- Los programas ABCD pueden superponerse

- 8 horas de inicio por programa
- Los ciclos de día del programa son días de la semana personalizados, impares, impares menos el 31, pares y fechas cíclicas
- Estación, programa y programa de prueba manuales

### Especificaciones eléctricas

- Voltaje de alimentación: 120 VCA ± 10%, 60Hz (modelos internacionales: 230 VCA ± 10%, 50Hz; modelos australianos: 240 VCA ± 10%, 50Hz)
- Salida: 26.5 VCA 1.9A
- Respaldo de energía: Pila de botón de litio que mantiene la hora y la fecha, mientras que la memoria no volátil mantiene la programación
- Capacidad de válvulas múltiples: máximo de cinco válvulas solenoides de 24 VCA y 7VA funcionando simultáneamente, incluida la válvula maestra, dos válvulas solenoides por módulo de estación como máximo
- Certificaciones: UL, cUL, CE, CSA, C-Tick, FCC Parte 15

### Dimensiones

- Ancho: 14.32 pulg. (36.4 cm)
- Altura: 12.69 pulg. (32.2 cm)
- Profundidad: 5.50 pulg. (14.0 cm)

### Modelos

- ESP8LXME: Controlador de 8 estaciones, 120VCA
- ESP12LXMEF: Controlador de 12 estaciones con módulo inteligente de caudal, 120VCA
- IESP8LXME: Controlador de 8 estaciones para el mercado internacional, 230VCA
- FSMLXME: Módulo de caudal inteligente para controlador ESP-LXME/F
- ESPLXMSMB: Módulo de 8 estaciones para controlador ESP-LXME/F
- ESPLXMSM12: Módulo de 12 estaciones para controlador ESP-LXME/F
- ESPLXMEFP: Solo panel frontal del controlador ESPLXME

### Accesorios

- Disponibles opciones de gabinete y pedestal de metal pintado y acero inoxidable (ver página 89)
- Cartucho de comunicación IQ (ver página 102)
- Sensores de caudal Rain Bird Serie FS (ver página 95)

Para más información, llame a la línea de ayuda de ESP-LX: 1-866-544-1406



## IDMR · INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
CO11530500	m	cable, 1 conductor (cable común) de 1,5 mm2, recubrimiento de PE	0,716	661
CO3075	m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 3 conductores de colores	1,13	225,4
CO5075	m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 5 conductores de colores	1,71	254
CO7075	m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 7 conductores de colores	2,3	74
CO9075	m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 9 conductores de colores	2,95	47

### Material eléctrico en general:

Todos los conductores serán de cobre y la tolerancia en la sección real será del 3% mayor y del 1,5% menor.

Se revisará la ficha técnica de los cables comprobando que se ajusta a las especificaciones del Pliego de Condiciones Técnicas y el Proyecto.

Los cables serán todos procedentes de fábrica desechándose los que acusen mal trato o defecto en la envoltura exterior.

No se admitirán derivaciones en T sin cajas de registro. Las conexiones de cableado en caja se harán mediante las tuercas adecuadas, utilizándose al final de la rosca, boquillas protectoras. El diámetro de los tubos y tamaños de las cajas será de acuerdo con los cables que pasarán por ellos. Todos los elementos de la instalación cumplirán los Reglamentos vigentes para baja tensión.

**Los siguientes apartados de Jardinería y Mobiliario del campo de pitch and putt están en principio fuera del alcance del contrato con la empresa contratista. No obstante, si el Club de Golf Costa de Azahar optase por contratar parte o la totalidad de dichas tareas, a continuación se presenta una propuesta de Pliego de prescripciones técnicas que incluye los costes de materiales (si bien, para estos apartados no están calculados los costes de mano de obra, gastos generales ni beneficio industrial)**

## J · JARDINERÍA

### Control de ejecución:

La Dirección Técnica por parte del contratista, deberá estar a cargo de un Ingeniero Agrónomo o similar, especialista en Jardinería, auxiliado por el personal técnico que se estime necesario y cuya obligación será atender a las indicaciones verbales o escritas (libro de obra) de la Dirección facultativa y facilitar su tarea de inspección y control.

### Calendario de actuaciones:

Como norma general las obras se realizarán siguiendo el orden que a continuación se establece:

- Replanteo y preparación del terreno.
- Modificación de los suelos.

- Drenaje.
- Obra civil.
- Instalación redes de riego.
- Plantaciones.
- Siembras.
- Riegos, limpieza de las obras y acabado.

Este orden podrá modificarse cuando la naturaleza de las obras o su evolución así lo aconsejen, previa conformidad de la Dirección facultativa.

Todas las obras comprendidas en el Proyecto, se ejecutarán de acuerdo con los plazos y las especificaciones establecidas en los Pliegos de prescripciones técnicas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa.

El Contratista se obliga a seguir las indicaciones de la Dirección facultativa.

Los trabajos cuya ejecución esté prevista por el personal propio del club de golf, se efectuarán en coordinación con la Dirección Facultativa.

## JLAM · MODIFICACIÓN DE SUELOS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m3	Turba para abonado de especies cespitosas, constituyendo el 20% de la mezcla radicular, de calidad conforme a normas USGA	3,56	37,82
	u	Abonado intenso del terreno plantado con abono mineral complejo NPK 15-15-15 con un rendimiento de 0,06 kg/m <sup>2</sup> , a 15 cm de espesor	2,16	28

### *Definición:*

Se definen como tareas de modificación del suelo las que tienen por objeto dotar de unas condiciones físicas a los suelos en los cuales se pretende instalar una nueva vegetación. Esta unidad de obra es aplicable a la capa de tierra de enraizamiento a colocar bajo la superficie de los greens y también la última capa superficial del relleno de zanjas.

Esta unidad de obra está relacionada con los drenajes de los greens, que están descritos en su apartado correspondiente de instalaciones.

Dada la experiencia en mantenimiento y cuidado de greens del personal de jardinería del club de golf, las tareas de extendido de la turba y preparación de la mezcla de enraizamiento se llevarán a cabo por personal propio del club de golf.

Asimismo, todo el abonado necesario para la plantación de especies vegetales autóctonas se efectuará por personal propio.

Todos estos trabajos se harán en coordinación con la Dirección Facultativa.

### *Control de ejecución:*

Para la ejecución del extendido la capa de turba de la mezcla de enraizamiento se seguirá lo indicado en proyecto y normas USGA.

Cualquier variación respecto de las normas USGA de la capa de enraizamiento en su composición físico-química, granulometría y presencia de elementos extraños, condicionarán su aceptación.

Análisis y pruebas: las indicadas en las normas USGA para la construcción de greens, especialmente en lo que se refiere a composición granulométrica, si bien se revisarán asimismo el resto de parámetros especificados en normas USGA tales como la porosidad o el % de materia orgánica. Se revisará con la debida atención la documentación técnica de la partida utilizada en obra.

De la información obtenida se podrán derivar las siguientes medidas correctoras decididas por la Dirección facultativa en coordinación con el greenkeeper del campo:

- Incorporación de materia orgánica o enmiendas.
- Rechazo del lote

## JPE · SUMINISTRO DE ESPECIES VEGETALES DE VIVERO

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Suministro de <i>Cupressus sempervirens</i> , plantas en cepellón sacadas de bandeja semillero, de 25-30 cm de altura, plantación de 3 u/ml	0,69	75

### Definición:

Calidad de plantas: conjunto de características de la planta que permiten su plantación con máxima esperanza de supervivencia y desarrollo.

Los trabajos de plantación serán llevados a cabo por el personal de jardinería del club de golf en coordinación con la Dirección Facultativa.

### Control de ejecución:

Se inspeccionarán todos los ejemplares recepcionados de vivero con los siguientes criterios:

Calidad de plantas a raíz desnuda:

Las raíces estarán bien ramificadas, sin raíces excesivamente podadas, en espiral o deshidratadas. El sistema radicular estará equilibrado, sin raíces dañadas o aplastadas ni color banquero de raicillas. La copa será equilibrada con respecto a las raíces y sin cortes mayores de 3 cm de diámetro.

Calidad de las plantas con cepellón:

Las mismas condiciones que raíz desnuda y además cepellón no deshecho en el transporte, con tronco bien centrado en el cepellón. Atado con rafia de material degradable protegido con cesto o malla degradable.

Calidad de las plantas en contenedor:

Las mismas condiciones que raíz desnuda y además sin raíces saliendo por el drenaje y sin poca cantidad de sustrato en relación al contenedor.

Las operaciones de extracción del contenedor se harán con precaución, manteniendo la forma del contenedor al extraer las raíces. La plantación se hará a continuación, sin dejar que se desequen las raíces al aire.

Calidad de la parte aérea

Adecuada posición y número de ramas, sin ramas aplastadas ni rotas, sin heridas en la corteza. Color sano del follaje, sin hojas y yemas rotas o quitadas. Sin evidencias de plagas, enfermedades o deshidratación. Relación adecuada entre la altura total y el diámetro del cuello de la raíz.

## JPLP · PLANTACIONES DE ESPECIES VEGETALES

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Plantación manual de esquejes semileñosos de <i>Phillyrea angustifolia</i>	-	-
	u	Plantación manual de cepellones de <i>Cupressus sempervirens</i> , para formación de barrera vegetal	-	-

### *Definición:*

Se define como plantación el procedimiento de repoblación consistente en colocar en el terreno, previas las operaciones necesarias, una planta más o menos desarrollada.

Se define propagación por estacas a la extracción de un fragmento de tallo con yemas de la planta madre (esqueje) para colocarlo en el suelo en condiciones ambientales favorables, induciéndolo a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente.

La especie autóctona seleccionada para la plantación por esquejes semileñosos es *Phillyrea angustifolia*, actualmente existente en diversas áreas del campo de golf. La plantación de los esquejes se llevará a cabo por el personal de jardinería del club de golf en coordinación con la Dirección Facultativa. La plantación se podrá sustituir por otra especie autóctona en caso de decisión justificada de la Dirección Facultativa.

### *Control de ejecución:*

La plantación se realizará en las épocas del año más adecuadas, teniendo en cuenta las consideraciones de la ficha de la especie incluida en proyecto, así como la temperatura y precipitación en el sitio. No se plantará en caso de heladas, fuertes vientos, altas temperaturas... En todo el caso el Director facultativo habrá de autorizar el momento de iniciación de los trabajos y plazo para su finalización.

No se dejará que los cepellones se mustien al aire una vez recepcionados, por lo que se coordinará el trabajo de recepción de los ejemplares con su plantación.

Se revisará la documentación de la especie vegetal, al menos, dimensiones, características varietales, nº de ejemplares.

La ejecución de las labores de plantación, así como de las complementarias a ellas (preparación del suelo, fijaciones, entutorados, protecciones, etc) se realizarán de acuerdo con lo establecido en NTJ 08B y NTJ 08E.

Se plantará en terrenos adecuados (según lo indicado en la ficha de la especie del proyecto), lejos de conducciones, libres de acumulación de piedras, raíces, restos de obra...

La plantación de cepellones se llevará a cabo excavando un hoyo de tamaño adecuado al tamaño de las raíces, y colocando la planta en posición vertical, sin doblar las raíces, dejando la planta a su altura (con el sistema radicular enterrado). Se rellenará de tierra adecuada para el enraizamiento y sustento de la planta, pisando ligeramente el terreno (no excesivamente para evitar la asfixia de la planta).

Se llevarán a cabo las tareas preparatorias necesarias para que la planta esté libre de alambres, restos de envase...

El terreno estará adecuadamente mullido, con una compactación del suelo adecuada que favorezca el enraizamiento.

Se regarán las plantas para cubrir sus necesidades hídricas durante la etapa de arraigo, cuidando especialmente los primeros riegos (en el primer riego se aportará la máxima

cantidad de agua que pueda retener el suelo). Se asegurará que se riega el interior del cepellón.

Se vigilará la aparición de plagas, en cuyo caso se procederá a su tratamiento y control. La tierra vegetal de la zona de enraizamiento será la adecuada, en composición y pH, a las características de la especie teniendo en cuenta lo indicado en la ficha de la especie del proyecto.

La plantación se dará por finalizada una vez que todos los ejemplares arraiguen. Si no es así, serán sustituidos por otros más vigorosos.

En el caso de la propagación por estacas, se seleccionarán plantas madre vigorosas, tomando estacas en fase de desarrollo juvenil.

La época recomendada para la propagación será a finales de verano y se tendrán precauciones para proteger el esqueje de la insolación y evitar la pérdida de agua por transpiración.

Las estacas serán de 6-7 cm de largo, con el corte basal justo debajo de un nudo, y hojas en la parte superior.

Se practicarán pequeñas heridas basales para favorecer la formación del callo y se recomienda tratar con auxinas (por ejemplo, 3000 ppm de ANA - Ácido 1-naftalenacético-) para promover la formación de raíces adventicias.

El suelo estará debidamente húmedo durante el enraizamiento y se recomienda el tratamiento con fungicidas, ya que las estacas están más expuestas al ataque de hongos.

El sustrato será adecuado para el enraizamiento, con suficientes nutrientes minerales y compuestos nitrogenados. Asimismo, Zn y B estimulan la producción de raíces en estacas.

## JPPB · SIEMBRA DE ESPECIES CESPITOSAS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Semilla de <i>Agrostis Stolonifera</i> 007 DSB, saco de 5 Kg de Semillas Fitó, Dosis de siembra 5-8 gr/m2. Semilla para uso en greens de golf.	190,05	1

### *Definición:*

Césped: Conjunto de especies herbáceas rizomatosas – estoloníferas de porte bajo, que tras la siega tienen aspecto de tapiz denso.

En el proyecto se prevé que, dada la gran experiencia del personal propio del club de golf en la siembra de césped y cuidado de greens, la siembra se efectuará por el servicio propio de jardinería.

### *Control de ejecución:*

Las directrices generales de ejecución se regirán por lo referido en normas USGA para la construcción de greens de golf.

La especie de césped a implantar en los greens será *Agrostis stolonifera*. No se contempla su sustitución por otra especie.

Para la capa superficial de las zanjas, se emplearán especies de similares características. Para lotes de semilla de peso igual o superior a cinco kilos (5 kg) se acreditará la calidad de la semilla mediante documentación técnica.



Semillas:

- El grado de pureza y el poder germinativo de la semilla cumplirán con las especificaciones técnicas del fabricante. La calidad de referencia para la semilla deberá ser la indicada en la unidad de obra.
  - No estarán contaminadas por hongos, ni presentarán, signos de haber sufrido alguna enfermedad micológica, ni presentarán parasitismo de insectos.
  - Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales adecuadamente identificados, al objeto de poder cotejar las características de la semilla.
- Se considera como criterio de implantación de césped el logro de una zona continua de césped en toda el área definida para greens en los planos del proyecto, sin claros, sin desarrollo de malas hierbas y sin que el césped presente síntomas de su ataque por plagas o enfermedades.

## JTS · DECORACIÓN Y TRATAMIENTO SUPERFICIES

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Mulching corteza pino uso decorativo 15 - 25 mm, saco de 50 l	6,79	14

*Control de ejecución:*

Se comprobará que se alcanza el espesor de corteza requerido en los alrededores de la especie vegetal de forma que se realce la belleza ornamental de la planta.

## NJV · MANTENIMIENTO DE LA VEGETACIÓN

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Poda de aclareo de árboles	180	2

*Definición:*

Eliminación de ramas que estorban para el swing de golf.

El Club de Golf indicará las ramas que deben podarse para facilitar el juego.

Los trabajos serán coordinados por la Dirección Facultativa.

*Control de ejecución:*

Se protegerán los pinos.

Se contratarán medios de elevación homologados.

Se cumplirán las medidas de seguridad

## NJP · MANTENIMIENTO DE CÉSPEDES

Lo efectuará el Club de Golf con sus propios medios en lo referido a siega de césped y mantenimiento de greens.

## R · TRATAMIENTO Y RESTAURACIÓN DEL PAISAJE

### RRFR · REFUGIOS PARA FAUNA

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Caja anidadera ave pequeña	25	7

#### *Control de ejecución:*

Las cajas anidaderas se fijarán a los árboles según sistema recomendado por el fabricante, a una altura adecuada que permita la nidificación de las aves, fuera del alcance de las personas.

Habrà una caja en cada entorno nuevo de green de golf.

### LB · MOBILIARIO DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT

#### *Control de ejecución:*

No se utilizarán hasta la entrega de la obra.


El conjunto estará exento de golpes, abolladuras o defectos superficiales.

Presentarán un color uniforme en toda su superficie.

No se apreciarán grietas ni desprendimientos del recubrimiento superficial.

Los elementos de mobiliario se mantendrán en su embalaje hasta que se realice su colocación. Hasta ese momento, estarán depositados en lugar protegido de impactos.

### LBPP · PAPELERAS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Imagen
	u	Papelera Caddie 34L, con púa de 12 cm, color verde	83,86	2	

Pliego de prescripciones técnicas. Imagen 1. Papelera. Fuente: [www.polacegolf.com](http://www.polacegolf.com)


#### *Control de ejecución:*

La papelera se colocará perfectamente anclada al terreno en la ubicación prevista, sin hacer uso de hormigón.

Se colocarán las unidades determinadas, según planos del Proyecto.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

## LETL · POSTES DE MADERA CON O SIN CUERDA

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Imagen
YTC1102	m	Valla de poste y cuerda de entre 0,9 y 1,1m de altura vista, con taladro para pasar cuerda. Postes de madera tratada de pino, clase de uso 4 según UNE335. Madera proveniente de explotaciones forestales sostenibles. Cuerda de nylon regenerado de 12 mm, 3 m de cuerda entre postes.	1,75	30	
	u	Estacas de peligro color rojo para marcar límites del campo. Color resistente al UV, 75 cm de altura para clavar 15 cm, ancho 4 cm, acabado en punta para clavar a césped con martillo	4,2	12	

Pliego de prescripciones técnicas. Imagen 2. Valla de poste y cuerda. Fuente: [www.fitorfences.com](http://www.fitorfences.com)


### *Control de ejecución:*

Los postes se colocarán perfectamente anclados al terreno en la ubicación prevista y con la punta hincada en el terreno según la profundidad y distancia de cuerda recomendada por el fabricante, sin hacer uso de hormigón. La valla permanecerá estable y firmemente sujeta al suelo.

Se colocarán las unidades determinadas, según planos del Proyecto.

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

## LVAP · PANELES

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Imagen
	u	Señal "Next tee" de 28 cm de longitud, color verde/blanco	28,5	6	

- u Señal de información del tee con poste de madera o plástico reciclado de 80 cm altura, con letrero informativo del nº y hcp del hoyo 112 9



Pliego de prescripciones técnicas. Imagen 3 y 4. Paneles. Fuente: [www.polacegolf.com](http://www.polacegolf.com)

**Control de ejecución:**

Junto a cada tee de salida habrá una señal con la información del hoyo. Se comprobará que la información de cada hoyo es veraz, sin equivocaciones ni erratas en el letrero, y que la señal esté debidamente anclada al suelo, en posición vertical y para ser leída desde el tee, en paralelo a la dirección del eje del hoyo.

Existirá un letrero de madera en cada hoyo que indicará la dirección a seguir para alcanzar el tee de salida del hoyo siguiente.

Los letreros se colocarán claramente visibles y legibles desde el green del hoyo y no inducirán a confusión acerca del recorrido a seguir por el jugador.

El anclaje de las señales será firme, sin apreciarse holguras al tocar las mismas.

**LVM · EQUIPAMIENTO DEPORTIVO ESPECÍFICO**

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	Imagen
	u	Alfombra chipping 1,5x1,5 m; grosor de hierba de 15mm de nylon, grosor de espuma de 15mm y 5mm goma dura; con 4 agujeros para tee	210	8	
	u	Lavabolas POLACE, fabricado en aluminio, con desagüe y tapón resistente a fugas, 3.4l de capacidad, colocado sobre poste metálico de 120 cm de alto y 6 cm diámetro	324	1	

m2	Solera de hormigón de 1,5 x 1,5 m, de 10 cm de prof., para soporte de alfombra del tee	30	18
u	Set de 9 banderas con nº 1 al 9, de nylon, 35x45cm, rojo/negro o verde/blanco	90	1
u	Mástil para bandera del hoyo, de 1,85 cm de altura, fabricado en fibra de vidrio, 1.3 cm de diámetro y base de aluminio	17,5	7
u	Copa de Nylon, con estrías para reforzar la base, blanco, 15 cm alto y 10,8 cm diámetro	6	7
u	Rastrillo con mango de aluminio lacado blanco de 120 cm, ancho cabezal 44 cm y puño de agarre	9,9	7



Pliego de prescripciones técnicas. Imagen 4 - 7. Equipamiento específico. Fuente: [www.polacegolf.com](http://www.polacegolf.com)

#### Control de ejecución:

Se comprobará que el material recepcionado se ajusta a las especificaciones del fabricante, sin defectos aparentes.

Se considera ejecutada la unidad de obra con las banderas instaladas, alfombras de tee de salida sobre suelo firme bien compactado y solera de hormigón de 1,5 x 1,5 m y 10 cm de espesor. Un eje de los paralelos a los lados del cuadrado del tee y que pase por el centro geométrico de dicho cuadrado, debe estar en la misma dirección que el eje del hoyo.

Asimismo, el lavabolas debe funcionar correctamente.

## RED DE SEGURIDAD

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	m2	Instalación red de seguridad	492	1
	u	Apoyo metálico de 12 m de altura y 1000daN de esfuerzo nominal y fuste de sección cuadrada	636,19	5
	u	Hormigón según normativa LG14, especificado por especialista en instalación de redes, fabricado en central, para cimiento de poste metálico	92,55	5
	u	Red de seguridad de polipropileno, 1,8 mm, 6 m altura, malla de 25 mm	521,52	1,06

*Control de ejecución:*

Se comprobará que la red de seguridad se ajusta a las especificaciones del fabricante, sin defectos aparentes.

La red deberá estar debidamente sujeta, sin que pueda desprenderse parte de la red fijada al mástil.

El hormigón será de la calidad especificada por el especialista instalador de las redes deportivas, lo cual se comprobará mediante probeta.

Se considera ejecutada la unidad de obra con los cimientos debidamente ejecutados, apoyos metálicos a la altura especificada, red tensada y bien fijada a la estructura.

## VCC · ENSAYOS DE CONTROL

### VCCD · ÁRIDOS Y TIERRAS

Las arenas utilizadas en greens y bunkers cumplirán con las normas USGA, lo cual se comprobará mediante los ensayos y certificaciones emitidos por el proveedor.

Se realizarán 2 probetas para el control de la calidad del hormigón especificado por el especialista instalador de las redes deportivas.

### VCCT · TUBERÍAS

Se realizará prueba de estanqueidad por la Dirección Facultativa para verificar la estanqueidad de las tuberías y uniones

## LVAM · MARCAJE DE CAMPOS DEPORTIVOS

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Marcaje del perímetro del campo	-	
	u	Estacas de peligro color rojo para marcar límites del campo. Color resistente al UV, 75 cm de altura para clavar 15 cm, ancho 4 cm, acabado en punta para clavar a césped con martillo	4,2	12

*Control de ejecución:*

El perímetro que delimita los fuera de límites del campo obligatoriamente deberá contener, al menos, la superficie indicada por el reglamento de pitch and putt, tal como indica el proyecto.

Para marcar los límites del campo se utilizarán estacas de color rojo, de forma que el contorno del campo sea el polígono contenido entre los vértices de las estacas. Asimismo, serán límites del campo la valla que limita el campo de golf con la vía pública y la red artificial que limita con el campo de prácticas.

Se comprobará que desde cada estaca es visible la siguiente y que la superficie delimitada por las mismas supera las 2,5 hectáreas. Asimismo, se comprobará que la posición de las estacas es tal que se respeta la geometría del campo de pitch and putt



indicado en los planos. Las estacas deberán estar clavadas en tierra unos 15 cm y en posición vertical.

## VCGG · CONTROL GEOMÉTRICO

Código	Ud	Descripción	Precio
	h	Replanteo inicial obra	-
	h	Control geométrico obra	-

Se realizará acta de replanteo inicial de obra conforme a lo indicado en el apartado 6 del presente Pliego de prescripciones técnicas.

Asimismo, durante el transcurso de la obra, la Dirección Facultativa comprobará que los trabajos se realizan conforme a lo indicado en los planos del proyecto.

Es importante respetar la geometría y extensión de greens y bunkers, si bien la Dirección Facultativa podrá proponer al CONTRATANTE cualquier modificación que considerase conveniente realizar.

**En cualquier circunstancia, todos los hoyos tendrán una longitud entre 40 y 120 metros y la longitud de todos ellos deberá sumar más de 360 metros.**

## VMCS · CALIDAD DEL SUELO

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad
	u	Sondeo <3m	59,26	-

En principio no se prevé la realización de sondeos, los cuales no serán obligatorios salvo que la Dirección Facultativa determine justificadamente su necesidad.

## VMG · CONTROL AMBIENTAL DE OBRAS

### VMGP · MEDIDAS PREVENTIVAS

Código	Ud	Descripción	Precio
	u	Informe técnico previo arqueológico	-
	u	Informe técnico previo medidas ambientales	-

Previamente al inicio de las obras se realizará informe técnico arqueológico por personal técnico competente en materia de arqueología al objeto de valorar la información existente de la zona de actuación en materia de patrimonio. Asimismo, el informe contendrá las medidas preventivas a adoptar durante la ejecución del proyecto.

En cuanto a la información ambiental, el proyecto contiene muchos de los apartados requeridos en un Estudio de Impacto Ambiental, por lo que la finalidad del informe técnico previo de medidas ambientales será sintetizar la información e implicar a la Dirección Facultativa en el cumplimiento de las medidas ambientales que minimizan los impactos ambientales del proyecto.

## VMGV · VIGILANCIA AMBIENTAL DE LAS OBRAS

No se prevé la necesidad de vigilancia ambiental extraordinaria aparte de la efectuada por la Dirección Facultativa.

Se tendrá especial cuidado en la protección de los árboles singulares y se tomarán inmediatamente las medidas oportunas en caso de hallazgos arqueológicos, teniendo en cuenta los requisitos legales vigentes en materia de patrimonio.

Se atenderá a lo indicado en los informes técnicos previos arqueológico y ambiental.

## COORDINACION DE SEGURIDAD Y SALUD

EL CONTRATISTA cumplirá con la normativa en vigor en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Código	Ud	Descripción	Precio
	m	Estudio de Seguridad y Salud	-

Se dispondrá de copia del Estudio de Seguridad y Salud previamente al inicio de las obras, aprobado por la Dirección Facultativa, así como Plan de Seguridad y Salud elaborado por el CONTRATISTA.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Código	Ud	Descripción	Precio
	m	Cinta de balizamiento, colocada	-

El balizamiento consiste en la delimitación de una zona con el fin de acotar unos límites que no se desea que sean ultrapasados, si bien hay que tener en cuenta que el balizamiento nunca elimina el riesgo.

Un correcto balizamiento no dispensa de la adopción de medidas de seguridad y protección por parte de los responsables de la seguridad de la obra.

El emplazamiento del balizamiento será accesible y fácilmente visible

Se utilizará cinta de balizamiento blanco / rojo en zanjas abiertas u otras zonas de la obra que puedan suponer un peligro para los trabajadores y usuarios del campo de golf.

El balizamiento deberá ser retirado cuando deje de existir la situación que justificaba su emplazamiento

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Código	Ud	Descripción	Precio
		Equipos de protección individual	-

Los EPI han de proporcionar una protección eficaz ante los riesgos que motiven su uso.

Se utilizarán obligatoriamente todos aquellos EPIs que determine el Plan de Seguridad y Salud de la Obra para cada una de las actividades de riesgo existentes en la Obra.

La empresa CONTRATISTA se asegurará de facilitar al personal de obra los EPIs necesarios, asumiendo el coste de dichos elementos de seguridad.

En caso de que las condiciones de trabajo sean bajo situación de pandemia, como el Covid-19, se seguirán los procedimientos de trabajo específicos en materia sanitaria que hayan sido aprobados por el CONTRATISTA y verificados por la Dirección Facultativa.

Se seguirán las recomendaciones fijadas por el fabricante de los EPIs

Las entregas de EPIs estarán documentadas y custodiadas, con justificante de recepción y recibo, por un responsable delegado por el usuario.

La vida útil de los EPI es limitada, pudiendo ser debido tanto a su desgaste prematuro por el uso, como a su caducidad. Dicha vida útil será tenida en cuenta por el CONTRATISTA.

## SEÑALIZACIÓN

Código	Ud	Descripción	Precio
		Señal de seguridad laboral, colocada	-

Su forma, soporte, colores, pictogramas y dimensiones se corresponderán con los establecidos en el RD 485/1997, de 14 de abril, y estarán advirtiendo, prohibiendo, obligando o informando en los lugares en que realmente se necesite, y solamente en éstos.

Al objeto de evitar la intrusión de personas ajenas, deberán de colocarse las señales de seguridad, con leyendas indicativas de sus respectivos contenidos.

El emplazamiento de la señal será accesible y fácilmente visible.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que justificaba su emplazamiento.

## VIGILANCIA DE LA SALUD

El CONTRATISTA cumplirá con la normativa legal en materia de vigilancia de la salud.

## W · DIRECCIÓN DE OBRA

Código	Ud	Descripción	Precio
		Dirección facultativa y coordinación de seguridad y salud	10% ppto obra

---

El presente proyecto, previamente a su ejecución, será revisado por proyectista, hechas las modificaciones precisas, firmado y visado.

Las responsabilidades de la Dirección Facultativa serán las indicadas en apartado 3 del pliego de prescripciones técnicas.

# PRESUPUESTO

# PRESUPUESTO

1. Introducción
2. Presupuesto detallado de gastos de construcción
3. Resumen general de presupuestos

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es estudiar los costes de inversión del proyecto.

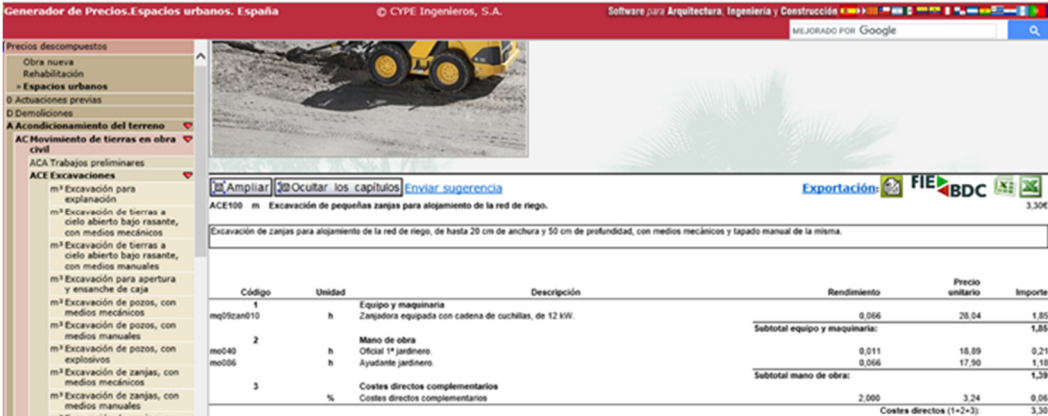
Un presupuesto de construcción completo debe contener:

- Cuadro de mediciones
- Precios simples (detalle de los precios incluyendo mano de obra, materiales y costes de la maquinaria)
- Precios unitarios (precios según la unidad definida en las mediciones)
- Costes de la unidad de obra (coste total de las unidades o partidas que sumadas nos dan el coste total de la obra)
- Costes de los capítulos de la obra (presupuestos parciales que agrupan las unidades de obra según un criterio lógico)

El *cuadro de mediciones* se ha llevado a cabo partiendo de los datos previos tales como la superficie de cada green y bunker a construir, o los metros de tuberías que se deben instalar según planos escalados. El cuadro de mediciones desglosa las mediciones en las columnas correspondientes (según las unidades de medida de la primera columna). Así, las mediciones se dividen en columnas denominadas general (afecta a toda la obra), acometidas, sector de riego 1 ó 2 (medición entre la acometida y el green correspondiente), número de green (la medición afecta a dicho green o a las tuberías que lo circundan) e instalación eléctrica independiente (cuando hay tuberías de riego, se aprovecha la zanja construida para instalar también la red eléctrica).

Los *precios simples* de las operaciones que incluyen mano de obra y maquinaria se han calculado utilizando una reconocida base de datos de ingeniería (CYPE Ingenieros).

A continuación se presenta el desglose de los conceptos de uso de la maquinaria, mano de obra y costes complementarios tal como se han extraído de la citada base de datos, así como una imagen del “software para arquitectura, ingeniería y construcción”.



The screenshot shows the 'Generador de Precios' software interface. The main window displays a detailed cost breakdown for an excavation work item. The interface includes a sidebar with a tree view of project categories, a central image of a yellow excavator, and a main table with columns for 'Código', 'Unidad', 'Descripción', 'Rendimiento', 'Precio unitario', and 'Importe'. The table shows three main categories: equipment and machinery, manual labor, and complementary costs. The total cost for the work item is 3,306.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Equipo y maquinaria			
mq01zand10	h	Zanadora equipada con cadena de cuchillas, de 12 kW.	0,056	28,04	1,55
Subtotal equipo y maquinaria:					1,55
2		Mano de obra			
mo040	h	Oficial 1º jardinero.	0,011	18,09	0,21
mo006	h	Ayudante jardinero.	0,066	17,90	1,19
Subtotal mano de obra:					1,39
3	%	Costes directos complementarios	2,000	3,24	0,66
Costes directos (1+2+3):					3,30

Presupuesto. Imagen 1. CYPE Ingenieros. Disponible en [www.generadordeprecios.info](http://www.generadordeprecios.info)










		Material	Maquinaria	Mano de obra	Costes complementarios	Precio unitario
<b>DESBROCES Y LIMPIEZA DEL TERRENO</b>						
m2	Desbroce y apilado tierra vegetal con medios mecánicos para su posterior aprovechamiento, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal		0,97	0,16	0,02	1,15
<b>EXCAVACIONES</b>						
m	Excavación de zanja de riego para tubería de 32 cm, con zanjadora		1,85	1,39	0,06	3,3
m	Excavación de zanja de riego para tubería de 50 cm o superior y arquetas de registro, con medios mecánicos		8,45	2,54	0,22	11,21
m	Excavación de zanja para instalación eléctrica		1,85	1,39	0,06	3,3
m3	Excavación de zanjas hasta profundidad de 2 m para cimentaciones, incluyendo tabloncillos verticales, cabeceros horizontales y codales de madera para apuntalamiento	20,13	21,36	5,02	0,93	47,44
<b>RELLENO DE ZANJAS Y TRANSPORTE DE TIERRA</b>						
m3	Relleno de zanjas mediante medios mecánicos con tierra procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 25 cm de espesor máximo hasta alcanzar densidad seca no inferior al 90%.		4,89	0,39	0,11	5,39
m3	Transporte de tierras con dumper de productos procedentes de la excavación. El precio incluye el tiempo de espera en obra, viaje de ida, descarga y viaje de vuelta		1,79	1,39	0,06	3,24
<b>DRENAJE Y CONSTRUCCIÓN DE GREENS Y BUNKERS</b>						
m2	Compactación a cielo abierto, con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90%		1,67	0,3	0,04	2,01
m	Excavación zanjas de drenaje (prof. 20 cm, ancho 15 cm), con zanjadora		1,85	1,39	0,06	3,3
m3	Relleno con medios manuales de zanjas de drenaje, con tierra procedente de la propia excavación, compactación en tongadas de 25 cm de espesor máximo, con pisón vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90%.		1,74	23	0,49	25,23
m3	Extendido mezcla radicular (substrato conforme a normas USGA suministrado a granel), mediante retroexcavadora, en capas de espesor uniforme		3,24	1,24	0,63	5,11
<b>INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS Y CONDUCCIONES DE RIEGO</b>						
u	Acometida de la red de riego, formada por tubo de polietileno PE 100, de 75 mm de diámetro exterior, PN = 10 atm y llave de corte de 2 1/2" con mando de cuadrado alojada en arqueta prefabricada de polipropileno	936,7		136,89	42,94	1116,53
m	Instalación de tuberías de riego conforme a planos. Incluye unión de tuberías por electrosoldado y montaje de accesorios			2,14	0,21	2,35

Presupuesto. Tabla 1. Desglose de precios de maquinaria y mano de obra obtenido de base de datos CYPE Ingenieros

Por otro lado, los *precios unitarios* de los materiales se han obtenido uno a uno mediante consulta telefónica directa con los técnicos comerciales de la empresa comercializadora

(por ejemplo, Rain Bird), la consulta al greenkeeper del campo de golf o la búsqueda en internet de proveedores y precios de productos (por ejemplo, Polace golf). A continuación se muestra un ejemplo de precio recibido por correo electrónico:

[EXTERNAL] AVANCE DE PRECIO

 Ricardo Rodríguez <ricardo@kaosa.>  
Para  Castro, Alfonso (Castellon)  
16/09/2020  
     
 Respondió a este mensaje el 16/09/2020 11:06.

**\*\*\* WARNING: this message is from an EXTERNAL SENDER. Please be cautious, particularly with links and attachments. \*\*\***

Apreciado señor Castro:  
Según la conversación telefónica mantenida, le avanzo un precio aproximado de la arena de bunkers para los campos de golf más cercanos a la ciudad de Castellón.  
Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Ricardo Rodríguez Alfaro  
KAOSA S.A.

**PRECIO ARENA USGA..... 24€/TM  
(TRANSPORTE INCLUIDO)**

Imagen 2. Ejemplo de correo electrónico enviado por proveedor tras solicitud de precio

La búsqueda por internet se ha llevado a cabo investigando los catálogos de fabricantes y seleccionando el material en función de los requisitos establecidos. A modo de ejemplo se muestra la portada e índice del catálogo del proveedor MASA, seleccionado para suministrar las tuberías de polietileno:



**2018 Catálogo y Lista de Precios**  
www.masa.es

**MASA**  
tuberías y sistemas  
an Allaxisscompany

Tubos de Polietileno MASA-Flexipol y Excel Plus	Pgs. 4 a 17
Flexipol PE100 AENDR	Pgs. 7-8
Excel Plus PE 100 RD y Sistema de Acometida	Pg. 9-10
Flexipol PE 100 RC y Flexipol Ranurados y Perforados	Pg. 11
Flexipol PE100 NF	Pgs. 12 a 14
Flexipol PE80	Pgs. 15-16
Flexipol PE80 NF	Pgs. 16-17
Flexipol PE40	Pg. 17
Sistema Push Fast PE 100 y PE 100 RC	Pgs. 18-20
Tubos de Polietileno MASA-Gasypol	Pg. 21
PE100 Naranja	Pg. 21
PE100 Negro Banda Amarilla	Pg. 21
Tubos de PE para Telecomunicaciones y Alta Tensión	Pgs. 22-23
Accesorios Manipulados de PE MASA	Pgs. 24 a 31
Bridas, Portabridas, Pasamuros y Juntas	Pgs. 32 a 39
Accesorios de Unión Electrosoldable - Frialen	Pgs. 40 a 70
Equipos y Herramientas para Accesorios Frialen, Friatools	Pgs. 71 a 83
Accesorios de PE Inyectado Largos para Soldadura a tope	Pgs. 84 a 94
Accesorios de PE Inyectado Cortos para Soldadura a tope	Pgs. 95 a 104
Accesorios Metálicos VIKING JOHNSON	Pgs. 105 a 123
Soluciones para PE	Pgs. 108-109
Soluciones de Gran Tolerancia	Pgs. 110 a 116
Soluciones Especializadas	Pgs. 116 a 119
Carretes de Desmontaje	Pg. 120
Soluciones para Reparación	Pgs. 121 a 123
Válvulas y Accesorios de Fundición FUCOLI SOMEPAL	Pgs. 124 a 161
Válvulas de Compuerta	Pgs. 126 a 132
Válvulas de Acometida-Registro	Pgs. 133-134
Trampolines de Fundición y de Composite	Pg. 135
Accesorios Válvulas	Pgs. 136-137
Válvulas de Compuerta de cierre elástico para Gas	Pgs. 137-138
Válvulas de Marijosa y otras - filtros	Pgs. 138 a 140
Válvulas de Retención	Pgs. 141 a 143
Verticolas	Pgs. 143-144
Hidranes y Bocas de Riego	Pgs. 144-145
Collarines, Abrazaderas y Tomas en Carga	Pgs. 146 a 148
Bridas de Inición de Doble Cámara	Pgs. 149-150
Accesorios en Fundición dúctil para PVC	Pgs. 150 a 155
Codos y tés autoblocantes para PE y PVC Blockplus	Pgs. 155-156
Accesorios PE Enchufe	Pgs. 156-157
Accesorios de Fundición con Brida	Pgs. 158 a 161
Accesorios de Señalización	Pg. 162
Certificaciones de Empresa	Pgs. 163 a 174

Imagen 3. Ejemplo de portada e índice de catálogo de proveedor de materiales.

El presupuesto se ha estructurado en grandes capítulos de la obra, los cuales se han considerado como grandes apartados dentro de la obra (resaltados en color amarillo en el presupuesto) y que son los siguientes:

- Movimiento de tierras
- Instalación de redes de riego
- Instalación eléctrica
- Paisajismo
- Mobiliario del campo de pitch and putt
- Asistencia técnica y dirección facultativa

Para mayor claridad del presupuesto, los grandes capítulos de la obra se han subdividido además en otros capítulos o presupuestos parciales, señalados mediante título en color gris.

Los costes de cada unidad de obra se han calculado en hoja Excel multiplicando el coste unitario por las mediciones efectuadas (por unidades de obra se entienden las unidades de trabajo elementales). De este modo, la presentación de los gastos de construcción se hace en una sola tabla que permite integrar las mediciones y el precio unitario, mostrando de este modo los costes totales de cada partida de materiales o unidad de obra. La suma total de cada uno de estos costes nos da el presupuesto de los gastos de construcción.

Antes de pasar al detalle del presupuesto de construcción, conviene aclarar varias particularidades del proyecto.

En primer lugar, los capítulos de paisajismo y mobiliario del campo de pitch and putt (a excepción de la instalación de la red de seguridad) se llevarían a cabo por el personal propio del Club de Golf. En efecto, el club dispone de un equipo de 4 jardineros a tiempo completo mas el greenkeeper, quienes podrían efectuar por sus medios estos trabajos. El cuidado y plantación del césped y otras especies vegetales, así como el mantenimiento y reposición de material específico del campo de golf es un trabajo habitual desempeñado por los jardineros, por lo que igualmente podrían ocuparse en su tiempo de trabajo de estos apartados de la construcción del campo de pitch and putt, al no suponer la obra una extensión adicional en el superficie del campo grande.

En segundo lugar, decir que el costo de la asistencia técnica y dirección facultativa, se ha valorado en un 10% de los gastos de construcción, ya que es práctica habitual en ingeniería ofertar en relación al volumen de la obra.

Por último, indicar que la base de datos CYPE Ingenieros no incluye los gastos generales (18%) y beneficio industrial (6%) de la empresa constructora, por lo que estos conceptos se han calculado en el presupuesto, si bien únicamente son aplicables a los apartados incluidos en el alcance de la construcción (movimiento de tierras, instalación de redes de riego e instalación eléctrica)

## **2. PRESUPUESTO DETALLADO DE GASTOS DE CONSTRUCCIÓN**

A continuación se presentan las *mediciones y gastos de construcción* correspondientes a todas las unidades de obra incluidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas en una sola tabla en formato DIN-A3:

Unidades de medida	Descripción	General	Cabecera 1	Cabecera 2	Tubería principal sector 1-2-3-4	Tubería principal sector 7-8-9	Green 1	Green 2	Green 3	Green 4	Green 7	Green 8	Green 9	Zanja hasta satélite	SUMA	PRECIO UNITARIO	COSTE TOTAL DE MATERIALES O UNIDAD OBRA	COSTE DE CAPÍTULOS DE OBRA	
<b>DATOS PREVIOS DEL CUADRO DE MEDICIONES</b>																			
m2	Green						88,4	53,5	80,8	123,8	94	120,2	69,6		630,3				
m2	Bunker						17,6	34,7	46,3	33,5	19,1	158	14,7						
<b>GASTOS DE CONTRATACIÓN DE EMPRESA CONSTRUCTORA</b>																			
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																			
<b>DESBROCES Y LIMPIEZA DEL TERRENO</b>																			
																		1097,33	
m2	Desbroce y apilado de tierra vegetal						106	88,2	127,1	157,3	113,1	278,2	84,3		954,2	1,15	1097,33		
<b>EXCAVACIONES</b>																			
m	Excavación de zanja de riego para tubería de 32 cm						47,8	47,8	47,8	64,4	47,8	64,4	47,8		367,8	3,3	1213,74		
m	Excavación de zanja de riego para tubería de 50 cm o superior y arquetas de registro		0,7	0,7	126	155								103	385,4	11,21	4320,33	6371,474	
m	Excavación de zanja para instalación eléctrica													110	110	3,3	363,00		
m	Excavación de zanjas hasta profundidad 2 m para cimentaciones (poste metálico para valla de seguridad)																		
m3		10													10	47,44	474,4		
<b>RELLENO DE ZANJAS Y TRANSPORTE DE TIERRA</b>																			
																		1342,3	
m3	Relleno zanjas mediante medios mecánicos con tierra procedente de la propia excavación				37,8	46,5	14,34	14,34	14,34	19,32	14,34	19,32	14,34	15,45	210,09	5,39	1132,4		
m3	Transporte de tierras con dumper						3,52	6,94	9,26	6,7	3,82	31,6	2,94		64,78	3,24	209,89		
<b>DRENAJE Y CONSTRUCCIÓN DE GREENS Y BUNKERS</b>																			
																		5396,88	
m2	Compactación a cielo abierto, con medios mecánicos						106	88,2	127,1	157,3	113,1	278,2	84,3		954,2	2,01	1917,94		
m	Excavación zanjas de drenaje (prof. 20 cm, ancho 15 cm)						46	0	0	72	52	0	40		210	3,3	693		
m3	Relleno con medios manuales de zanjas de drenaje						1,38	0	0	2,16	1,56	0	1,2		6,3	25,23	158,95		
m3	Grava drenaje, apta según normas USGA						1,38	0	0	2,16	1,56	0	1,2		6,3	8,57	53,99		
m3	Arena para bunkers						1,80	3,54	4,72	3,42	1,95	16,12	1,50		33,04	38,4	1268,65		
m3	Extendido mezcla radicular (substrato conforme normas USGA)						26,52	16,05	24,24	37,14	28,2	36,06	20,88		189,09	5,11	966,25		
m	Tubería de drenaje, PE corrugado, perforado, 10 cm diam.						46			72	52		40		210	1,56	327,6		
m	alambre						46			72	52		40		210	0,05	10,5		
<b>GASTOS INDIRECTOS DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																			
	GASTOS GENERALES (18%)																14207,96	0,18	2557,43
	BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)																14207,96	0,06	852,48
<b>INSTALACIÓN DE REDES DE RIEGO</b>																			
<b>INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS Y CONDUCCIONES DE RIEGO</b>																			
																		4370,09	
u	Acometida de la red de riego		1	1											2	1116,53	2233,06		
m	Instalación de tuberías de riego conforme a planos. Incluye unión de tuberías por electrosoldado y montaje de accesorios.		0,7	0,7	126	155	47,8	47,8	47,8	64,4	47,8	64,4	47,8		650,2	2,35	1527,97		
m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN10 / SDR 17, diámetro exterior 32 mm. Ref. 059032010						39,24	39,24	39,24	51,48	39,24	51,48	39,24		299,16	0,51	152,57		
m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN10 / SDR 17, diámetro exterior 50 mm. Ref. 059050010						51			25	39	49	23		187	1,29	241,23		
m	Tubería de polietileno PE100, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN6 / SDR 11, diámetro exterior 63 mm. Ref. 059063010									25					47	1,92	90,24		

m	Tubería de polietileno PE40, fabricados según norma UNE-EN 12201, PN6 / SDR 11, diámetro exterior 75 mm. Ref. 032075006	Materiales			25					22	47	2,66	125,02		
ACCESORIOS Y ARQUETAS DE REGISTRO															
u	Codo de PE electrosoldable	Materiales			4	4	4	4	4	4	4	28	6,42	179,76	580,04
u	Te igual de PE electrosoldable PE100 (ref. DAET E1075)	Materiales			1							1	20,86	20,86	
u	Te reducida de PE electrosoldable PE100 (ref. DAET R7563)	Materiales				1						1	28,52	57,04	
u	Te reducida de PE electrosoldable PE100 (ref. DAET R6350)	Materiales				1	1			1	1	4	16,56	66,24	
u	Articulación de conexión del aspersor a la tubería de	Materiales			4	4	4	6	4	6	4	32		0	
u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 50 a 32 mm (Ref. DAERE 5032)	Materiales			1	1	1	1	1	1	1	7	6,06	42,42	
u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 63 a 50 mm (Ref. DAERE 6350)	Materiales					1			1		2	7,56	15,12	
u	Cono reducción electrosoldable de tubería PE 100 de 75 a 63 mm (Ref. DAERE 7563)	Materiales				1					1	2	10,49	20,98	
u	Arqueta Rain Bird serie VB rectangular. Jumbo con cierre. Cuerpo negro y tapa verde con tornillo hexagonal. 2 lenguetas de acceso. Largo x ancho x alto = 70,1 x 53,3 x 30,7 cm. Modelo VBMBH. Referencia: A11438	Materiales	1	1								2	58,71	117,42	
u	Arqueta Rain Bird circular pequeña, fabricada en polipropileno, 27 x 23,4 de diámetro	Materiales			2	2	2	2	2	2	2	14	4,3	60,2	
INSTALACIÓN DE FILTROS Y VALVULAS EN CABECERA															
u	Filtro de anillas AGL, de 3", superficie de filtración 1660 cm2. Código: 35376	Materiales	1	1								2	134,2	268,4	904,25
u	Válvula de esfera de latón cromado PN-25 atm de 3"	Materiales	1	1								2	137,55	275,1	
u	Válvula hidráulica metálica rosca hembra equipada como REDUCTORA DE PRESION. Piloto metálico, manómetro, válvula de 3 vías, filtro de toma, de 3"-DN80, PN10 de Hidroconta	Materiales		1	1							2	187	302,75	
u	Unión roscada de tubería a válvulas y filtro	Materiales	4									4	14,5	58	
EMISORES DE RIEGO "RAIN BIRD"															
u	Aspersores RAIN BIRD serie Eagle 551E, vendidos junto a codo articulado de 1", incluye instalación	Materiales			4	4	4	6	4	6	4	32	210	6720	6720
AUTOMATISMOS DE RIEGO															
u	Programador modular ESP-LXME de 8 estaciones de Rain Bird. Modelo: I8LXMEEU. Referencia: F44082XX, incluye instalación.	Materiales	1	1								2	477,67	955,34	1994,22
u	Módulo de ampliación de 12 estaciones para ESP-LXME. Modelo: ESP LX M SM12 Referencia: F42220	Materiales	2	2								4	259,72	1038,88	
GASTOS INDIRECTOS DE LAS REDES DE RIEGO															
											14568,60	0,18	2622,35	3496,46	
											14568,60	0,06	874,12		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA															
m	cable, 1 conductor (cable común) de 1,5 mm2	Materiales	661									661	0,716	473,28	1471,17
m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 3 conductores de colores	Materiales			32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	225,4	1,13	254,70	
m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 5 conductores de colores	Materiales			51	25	50		39	44	45	254	1,71	434,34	
m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 7 conductores de colores	Materiales					25		49			74	2,3	170,20	
m	cable "Irrigación" de Rain Bird, multiconductor, 9 conductores de colores	Materiales				25						47	2,95	138,65	
GASTOS INDIRECTOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA															
											1471,17	0,18	264,81	353,08	
											1471,17	0,06	88,27		





u	Hormigón según normativa LG14 , fabricado en central, para cimientto de poste metálico	Materiales			5	92,55		
m1	Red de seguridad de polipropileno, 1,8 mm, 6 m altura, malla de 25 mm	Materiales	492		1,06	521,52		
u	Estacas de peligro color rojo para marcar límites del campo. Color resistente al UV, 75 cm de altura para clavar 15 cm, ancho 4 cm, acabado en punta para clavar a césped con martillo	Materiales			12	4,2	50,4	
<b>ASISTENCIA TÉCNICA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA</b>								
<b>CALIDAD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE</b>								4463,38
u	Marcaje perímetro del campo	Mano de obra	1					
u	Control geométrico de obra	Mano de obra	1					
u	Probetas de control de calidad del hormigón	Ensayo de calidad	2					
u	Sondeo del suelo	Ensayo de calidad						
u	Informe técnico arqueológico	Mano de obra	1					
u	Informe técnico ambiental	Mano de obra	1					
<b>REVISION DEL PROYECTO Y DIRECCIÓN DE OBRA</b>								
u	Revisión de proyectista y visado	Mano de obra	1					
u	Dirección facultativa y coordinación de seguridad y salud (Project manager)	Mano de obra	1					
<b>IMPUESTOS</b>								10310,42
	IVA (21%)					49097,22	0,21	10310,42
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>								<b>59408</b>

### 3. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

A continuación se presenta el presupuesto general, el cual muestra los gastos de construcción desglosados en capítulos o presupuestos parciales, así como los costes de explotación del primer año de funcionamiento del campo de pitch and putt.

#### Gastos de construcción

GASTOS DE CONTRATACIÓN DE EMPRESA CONSTRUCTORA	
GASTOS GENERALES DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA	5.445 €
MOVIMIENTO DE TIERRAS	
DESBROCES Y LIMPIEZA DEL TERRENO	1.097 €
EXCAVACIONES	6.371 €
RELLENO DE ZANJAS Y TRANSPORTE DE TIERRA	1.342 €
DRENAJE Y CONSTRUCCIÓN DE GREENS Y BUNKERS	5.397 €
REDES DE RIEGO	
ACOMETIDAS Y CONDUCCIONES DE RIEGO	4.370 €
ACCESORIOS Y ARQUETAS DE REGISTRO	580 €
FILTROS Y VALVULAS	904 €
EMISORES DE RIEGO "RAIN BIRD"	6.720 €
AUTOMATISMOS DE RIEGO	1.994 €
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1.471 €
BENEFICIO INDUSTRIAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA	1.815 €
GASTOS DE TRABAJOS EFECTUADOS POR EL CLUB DE GOLF	
PAISAJISMO	1.067 €
MOBILIARIO DEL CAMPO DE PITCH AND PUTT	6.060 €
OTROS GASTOS	
GASTOS DE ASISTENCIA TÉCNICA Y DIRECCIÓN FACULTATIVA	4.463 €
IMPUESTOS (IVA 21%)	10.310 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>59.408 €</b>
TOTAL GASTOS DEL CONTRATO CON EMPRESA CONSTRUCTORA	37.507

#### Costes de explotación del primer año

GASTOS DE MANTENIMIENTO	
Reposición de alfombras artificiales	420 €
Consumo de agua	1.197 €
Aplicación de fitosanitarios en greens	88 €
Reposición de arena en bunkers	126.87 €
INGRESOS	
Greenfee socios	6.000 €
Greenfee no socios	3.600 €
Subvención FGCV	6.000 €
<b>INGRESOS NETOS</b>	<b>13.769 €</b>

Almassora, a 18 de Octubre de 2020



Fdo: Alfonso Castro Soteras