



# Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

*Estudio de necesidades y diseño preliminar de galería de tiro  
para arma corta en la E.N.M.*

### **Grado en Ingeniería Mecánica**

**ALUMNO:** Carlos Ameyugo Fernández del Campo

**DIRECTORES:** Roberto Bellas Rivera  
Arturo González Gil

**CURSO ACADÉMICO:** 2018-2019

Universida<sub>de</sub>Vigo





# Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

## TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de necesidades y diseño preliminar de galería de tiro  
para arma corta en la E.N.M.*

**Grado en Ingeniería Mecánica**  
Intensificación en Tecnología Naval  
Cuerpo General

Universida<sub>d</sub>eVigo



## **RESUMEN**

Con el paso del tiempo se hace necesario el mantenimiento de las instalaciones de la Armada Española y su actualización de acuerdo a la nueva normativa en vigor. La finalidad principal del TFG consiste en llevar a cabo un estudio de los requerimientos que ha de cumplir una galería de tiro para arma corta en la Escuela Naval Militar y realizar, a su vez, la propuesta de una nueva.

Se han tenido en cuenta los requerimientos obtenidos a través de diversas fuentes como son la Real Federación Española de Tiro Olímpico, el Reglamento de Armas, documentación interna de la Armada y diversas fuentes medioambientales. Al analizar el cumplimiento dado a las exigencias impuestas, se observa que el grado de cumplimiento de la galería de tiro actual es insuficiente y su reforma compleja y costosa. Por ello se llega a la conclusión de que se debe construir una nueva instalación.

Atendiendo a la normativa del Código Técnico de Edificación, legislación ambiental, normativa ISO de acústica y de gestión ambiental y a la reseñada en el párrafo anterior; y teniendo en cuenta la visita y entrevista con los responsable de dos galerías de tiro (una de Infantería de Marina y otra de la Guardia Civil); se lleva a cabo el diseño preliminar de una nueva galería de tiro para la ENM aportando sus planos y presupuesto.

## **PALABRAS CLAVE**

Galería de tiro, seguridad, requisito, estudio, instrucción, pistola, cartucho, mejora.



# **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer en primer lugar a mis tutores, Roberto Bellas y Arturo González, el interés, ayuda y paciencia mostrados a lo largo de los tres meses de trabajo conjunto. Así mismo, agradecer al personal perteneciente al Tercio Norte de la Infantería de Marina, al personal del Colegio de Guardias Jóvenes de la Guardia Civil de Valdemoro y los miembros del Cuerpo Nacional de Policía que, de manera desinteresada, han participado incluso enseñándome instalaciones en periodos vacacionales y gracias a los cuales el presente TFG se ha convertido en un trabajo de mayor profundidad técnica.

A mis compañeros, amigos y, de manera especial, a mis padres y familia que me inculcaron los valores necesarios para conseguir todo aquello que hasta el momento he logrado en mi vida, y a los que agradezco el inculcarme la vocación de servicio a mi Patria y a los demás, que guiará mi trabajo diario.



## CONTENIDO

Contenido .....	1
Índice de Figuras .....	4
Índice de Tablas.....	6
1 Introducción y objetivos.....	7
1.1 Introducción .....	7
1.2 Motivación del proyecto .....	8
1.3 Objetivos .....	8
1.4 Metodología y recursos.....	8
1.4.1 Metodología .....	8
1.4.2 Recursos empleados .....	9
2 Estado del arte .....	12
2.1 Generalidades del tiro .....	12
2.1.1 Tiro civil: Real Federación Española de Tiro Olímpico (RFETO) .....	12
2.1.2 Tiro policial. Plan Nacional de Tiro de la Policía .....	14
2.1.3 Galerías de tiro recientes.....	15
2.2 Galerías de tiro para arma corta en las Fuerzas Armadas .....	17
2.2.1 Galería de tiro del Colegio de Guardias Jóvenes “Duque de Ahumada” de la Guardia Civil en Valdemoro .....	17
2.2.2 Galería de tiro del Tercio Norte del Cuerpo de Infantería de Marina en Ferrol .....	21
2.3 El arma corta en la Armada Española.....	25
2.3.1 Cuerpo General de la Armada.....	25
2.3.2 Cuerpo de Infantería de Marina .....	25
2.4 Respaldo legal y documental a la necesidad de adiestramiento en la Armada Española .....	27
2.4.1 Legislación vigente.....	27
2.4.2 Documentación Armada .....	28
3 Estudios y requisitos a cumplir por una galería de tiro cerrada de 25 metros .....	30
3.1 Impacto medioambiental.....	30
3.2 Seguridad y salud.....	31
3.3 Autorizaciones previas.....	31
3.4 Requisitos funcionales .....	31
3.5 Requisitos de mantenimiento .....	33
3.6 Requisitos de formación .....	33
3.7 Requisitos de seguridad estructural. DB-SE .....	33
3.8 Requisitos de seguridad de utilización y accesibilidad. DB-SUA .....	34

3.9 Requisitos de seguridad frente al ruido.....	35
4 Galería de tiro actual.....	37
4.1 El arma corta y galería de tiro en la Escuela Naval Militar .....	37
4.1.1 Campeonato militar Interacademias .....	37
4.1.2 Instrucción y adiestramiento de los militares alumnos .....	38
4.1.3 Uso externo: Guardia Civil, Policía Nacional y Policía Local de Marín.....	39
4.1.4 Otros usos.....	39
4.2 Análisis específico de la galería de tiro actual: oportunidades de mejora .....	40
4.2.1 Seguridad .....	41
4.2.2 Iluminación .....	42
4.2.3 Climatización y control de la humedad .....	43
4.2.4 Zonas.....	43
4.2.5 Acústico .....	45
4.2.6 Blancos.....	45
5 Propuesta de diseño preliminar .....	47
5.1 Generalidades .....	47
5.2 Memoria descriptiva .....	47
5.3 Memoria constructiva .....	51
5.3.1 Demoliciones.....	51
5.3.2 Cimentaciones .....	52
5.3.3 Estructuras.....	52
5.3.4 Cubiertas .....	52
5.3.5 Alumbrado .....	52
5.3.6 Revestimiento especial .....	53
5.3.7 Ventilación.....	55
5.3.8 Carpintería.....	55
5.3.9 Sistema de blancos y domótica .....	56
5.3.10 Acústica.....	58
5.3.11 Apoyo a la galería.....	62
5.3.12 Albañilería.....	62
5.3.13 Seguridad y salud .....	63
5.4 Resumen del presupuesto.....	63
6 Conclusiones y líneas futuras .....	65
6.1 Conclusiones .....	65
6.2 Líneas futuras .....	66

7 Bibliografía.....	68
Anexo I: Presupuesto .....	1
Anexo II: Hojas técnicas.....	37
Anexo III: Glosario.....	39
Anexo IV: Planos .....	41

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Reparto del armamento a nivel mundial. (Elaboración propia) .....	7
Figura 1-2 Imagen del espacio de modelado de AutoCAD .....	10
Figura 1-3 Gráficos obtenidos del diseño de SketchUp. ....	10
Figura 1-4 Imagen de la aplicación del DB HR. ....	11
Figura 2-1 Puerta acorazada armería [10].....	15
Figura 2-2 Lunas blindadas de separación [10] .....	15
Figura 2-3 Galería del <i>Top Gun Shooting Sports</i> [11].....	17
Figura 2-4 Fachada principal del Colegio de Guardias Jóvenes de Valdemoro. (Elaboración propia) .....	18
Figura 2-5 Habitáculos de la galería desde su interior. (Elaboración propia).....	18
Figura 2-6 Revestimientos especiales. Perfilera oblicua del techo. (Elaboración propia) .....	19
Figura 2-7 Cortinas parabolas. (Elaboración propia).....	19
Figura 2-8 Puestos de tiros. (Elaboración propia) .....	20
Figura 2-9 Detalle iluminación de la galería. (Elaboración propia).....	21
Figura 2-10 Cuartel de N.ª Señora de Dolores (www.armada.mde.es) .....	21
Figura 2-11 Talud de arena de sílice parabolas. (Elaboración propia) .....	22
Figura 2-12 Mecanismo de accionamiento del blanco. (Elaboración propia) .....	23
Figura 2-13 Instalación de barrera de ultrasonidos. (Elaboración propia) .....	23
Figura 2-14 Muretes protectores (Superior e inferior). (Elaboración propia).....	24
Figura 2-15 Tirador adoptando la posición isósceles en movimiento [14].....	26
Figura 2-16 Tirador adoptando la posición rodilla en cubierta [14] .....	27
Figura 2-17 Tirador adoptando la posición isósceles moderna [14] .....	27
Figura 4-1 Situación de la galería de tiro. (Elaboración propia) .....	37
Figura 4-2 Vista general de la galería de tiro actual de la ENM. (Elaboración propia) .....	40
Figura 4-3 Desperfecto originado en el muro norte. (Elaboración propia) .....	41
Figura 4-4 Puestos de tiros y mamparas de separación. (Elaboración propia) .....	41
Figura 4-5 Detalle del revestimiento del muro oeste. (Elaboración propia).....	42
Figura 4-6 Techado de la zona de blancos agujereado por impactos. (Elaboración propia) .....	43
Figura 4-7 Trío de blancos y equipamiento mecánico. (Elaboración propia).....	45
Figura 5-1 Planta de la nueva galería de tiro. (Elaboración propia).....	48
Figura 5-2 Distribución luminarias y focos LED. (Elaboración propia) .....	49
Figura 5-3 Vista de galería desde línea de 25 m. (Elaboración propia) .....	50
Figura 5-4 Zona fría. (Elaboración propia).....	51
Figura 5-5 Pasillo de pertrechos y taquillas. (Elaboración propia) .....	51

Figura 5-6 Detalle del perfil del techo escalonado con luminarias. (Elaboración propia) .....	53
Figura 5-7 Esquema revestimiento de paredes [32] .....	54
Figura 5-8 Placas de caucho ondulado de alta calidad [32] .....	54
Figura 5-9 Equipo impulsor de ventilación. (Elaboración propia).....	55
Figura 5-10 Vidrio de seguridad. (Elaboración propia).....	56
Figura 5-11 Galería vista desde la cabina de instrucción. (Elaboración propia).....	56
Figura 5-12 Maquinaria y detalle de blancos de combate TM 220. (Elaboración propia) .....	57
Figura 5-13 Mampara de separación. (Elaboración propia) .....	58
Figura 5-14 Frecuencias del ruido generado al disparar una 9 mm. (www.dbxacoustics.com) .....	59
Figura 5-15 Coeficiente de absorción del pavimento del suelo. (www.mecanocaucho.com) .....	60
Figura 5-16 Coeficiente de absorción acústica del caucho de revestimiento. Rosa 55mm, azul 25mm. (www.mecanocaucho.com) .....	60
Figura 5-17 Cálculo del tiempo de reverberación con aplicación del DB HR. [6] .....	61
Figura 5-18 Cortinas antifragmentos (en color claro) tras los blancos de tiro. (Elaboración propia) .....	62
Figura 5-19 Talud de arena de silicio parabalas. (Elaboración propia) .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Modalidades de tiro al plato. (Elaboración propia) .....	13
Tabla 2-2 Modalidades de tiro de precisión. (Elaboración propia) .....	13
Tabla 3-1 Medidas estandarizadas puesto de tiro. (Elaboración propia) .....	33
Tabla 4-1 Pruebas de competición de Interacademias. (Elaboración propia) .....	38
Tabla 4-2 Resumen de las oportunidades de mejora de la galería actual. (Elaboración propia) .....	46
Tabla 5-1 Resumen características Blanco TM220 .....	57
Tabla 5-2 Resumen de presupuesto .....	64
Tabla7-0-1 Hoja técnica Blanco TM220 .....	38
Tabla7-0-2 Hoja técnica Pupitre control Tradese gur .....	38

# 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

## 1.1 Introducción

El uso de armas de fuego por parte del personal militar es algo inherente a su propia condición. Cada vez son más complejos, flexibles y versátiles los sistemas de armas de que disponen nuestras Fuerzas Armadas, por tanto, se hace cada vez más necesario el adiestramiento y la sistematización de los procedimientos de uso y mantenimiento con el fin de lograr su total operatividad para que, si llegara el caso, hacer un uso más efectivo que el adversario de ellos.



Figura 1-1 Reparto del armamento a nivel mundial. (Elaboración propia)

Pero este crecimiento exponencial en cuanto a sistemas de armas no jubila a las armas más tradicionales, sino que se suman a la ingente cantidad de armamento existente en la actualidad. De hecho, las armas más comunes y de mayor expansión a nivel mundial son los fusiles AK-47 y las pistolas 9 mm *parabellum*. Se tiene constancia de que en el mundo hay cerca de 1.012.700.000 armas de fuego [1].

En el caso de los militares pertenecientes a las escalas de oficiales de los diferentes cuerpos, el sable es el arma reglamentaria, pero la pistola es aquella con la que deberán montar guardias de armas en sus respectivas unidades, buques y acuartelamientos; además de ser el arma que portarán en numerosas actuaciones durante sus despliegues y misiones. Por lo tanto, queda patente la necesidad de perfeccionar el proceso de instrucción y adiestramiento en el manejo de este arma en concreto. Y es en este punto en el que se centra el foco sobre la galería de tiro de arma corta de la Escuela Naval Militar.

La galería de la ENM es testigo del primer acercamiento de los militares alumnos de esta escuela a las armas cortas – generalmente a la pistola *Star* 9 mm – y es donde se llevan a cabo numerosas competiciones de pistola, como se verá en el apartado 4.1.

## 1.2 Motivación del proyecto

El uso que se hace de la galería de tiro está enfocado a adiestrar al personal militar en el conocimiento de las armas cortas. Todos los alumnos en algún momento de su paso por la ENM han manejado y disparado una pistola en esta galería, constatando que su diseño y estado de conservación no es el más adecuado.

La motivación de este trabajo es, por tanto, llevar a cabo un estudio de los requerimientos en materias muy diversas como seguridad, flexibilidad de uso, acústica, alumbrado, climatización y domótica entre otros, para identificar las oportunidades de mejora que presenta el estado actual de la galería. Una vez hecho esto, se llevará a cabo una propuesta de una nueva instalación que, dando cumplimiento a los requisitos, ofrezca más y mejores oportunidades de adiestramiento para el personal que la utilice.

Y este es uno de los pilares fundamentales del trabajo, el conseguir a través de la ejecución del proyecto de la nueva galería, llevar la instrucción en el uso de la pistola a un nivel muy superior al actual. Esto es, se podrán mejorar los ejercicios de tiro, se harán más variados, se podrá implementar un software controlador del blanco con un número mayor de posibilidades de movimiento del mismo, se podrá disponer de una zona fría, que es vital, y una larga lista de mejoras que se podrán ir viendo a lo largo del trabajo.

## 1.3 Objetivos

Entre los objetivos que persigue este Trabajo de Fin de Grado se encuentran:

- Revisión de características de galerías existentes de arma corta.
- Estudio de la normativa que regula este tipo de instalaciones.
- Estudio de los requerimientos de una nueva galería de tiro de 25 metros cerrada.
- Evaluación del estado actual de la galería de tiro de la ENM señalando sus principales carencias y oportunidades de mejora que presenta.
- Diseño preliminar de una galería especificando la ubicación, disposición e instalaciones necesarias.

## 1.4 Metodología y recursos

### 1.4.1 Metodología

Para la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado se han aprovechado diferentes métodos para la obtención y valoración de las informaciones presentadas a lo largo del mismo.

En un primer lugar, al comienzo del mes de enero de 2.019 se llevan a cabo dos visitas para conocer de primera mano dos galerías de tiro de arma corta y cerradas (como la propuesta en el apartado 5) con el objetivo de entrevistarse con los responsables de las mismas. En estas visitas se conocieron la mayoría de los aspectos técnicos, estructurales y formales que poseen cada una de ellas.

La primera visita tuvo lugar en Ferrol a la galería de tiro con la que cuenta el Tercio Norte de Infantería de Marina. Se lleva a cabo dicha visita siendo guiado por el teniente coronel, 2º jefe de dicho Tercio; y por el sargento primero encargado de la instalación. Mientras se desarrolla la visita se realiza la entrevista a las dos personas mencionadas conociendo de esta manera los aspectos más subjetivos de la misma: los problemas que suponen las incompatibilidades de armas, los ejercicios más provechosos (basados en la experiencia y no en la teoría), el abanico de posibilidades que ofrecen sus modernas instalaciones, etc. Y también los objetivos: detalles técnicos de revestimientos, posibilidades de

configuración de los blancos, tecnologías punteras en cuanto a detección de impactos, monitorización y seguimiento de la evolución de los tiradores y muchas otras explicadas en el apartado 2.2.2.1 [2].

La segunda de las visitas fue al Colegio de Guardias Jóvenes de la Guardia Civil “Duque de Ahumada” que se encuentra en la localidad madrileña de Valdemoro. En este caso se contó con la inestimable colaboración del comandante jefe de armas del Colegio y del sargento encargado de las galerías de tiro. El procedimiento seguido fue similar al ya ejecutado en Ferrol previamente. Se visitó una de las cuatro galerías de tiro de dicho Colegio a la vez que se llevaba a cabo la entrevista a los encargados de la misma. Gracias a esto se pudo obtener fotografías (que apoyarán la elaboración del TFG) así como aspectos de tipo técnico, explicados todos ellos en el apartado 2.2.1.1 [3] [4].

El interés principal que subyace en la realización de estas visitas a tan diferentes unidades se explica de la siguiente manera. La Infantería de Marina adiestra a sus soldados en el tiro de combate llevando a cabo diferentes ejercicios y explotando las oportunidades que ofrece su galería en un sentido muy determinado. La Guardia Civil, como cuerpo militar de carácter policial, hará lo propio con sus galerías, pero en un sentido diferente.

El tiro enseñado, promovido e instruido en las galerías de la Benemérita será más parecido al policial que al de combate. Ambas galerías poseen un gran número de elementos comunes, como se podrá observar en las imágenes y análisis aportados, pero cada cuerpo las utiliza de una manera diferenciada. Es en este punto en el que se destaca que en la ENM se forman militares alumnos y es por ello por lo que las directrices que se deben seguir, y a la que más se debe reconocer al observar la nueva galería, es a la de la Infantería de Marina.

Por otro lado, y como apoyo a las tesis extraídas de las entrevistas a los miembros del Instituto Armado, se lleva a cabo una tercera visita al comisario jefe de las instalaciones de adiestramiento en cuanto al tiro se refiere de la Comunidad de Madrid del Cuerpo Nacional de Policía. La información extraída de esta fuente se lleva a cabo a través de una entrevista personal, a través de la cual se conoce la existencia del Plan Nacional de Tiro de la Policía explicado en el apartado 2.1.2 [5]. También fue aprovechada dicha conversación para reafirmar cómo la Guardia Civil y la Policía Nacional comparten métodos similares de adiestramiento orientados a tiro de carácter policial.

En la galería de tiro actual, y más concretamente en el terreno que ocupa (terreno que será usado para ubicar la nueva galería proyectada) se lleva a cabo mediciones a través de un odómetro para medida de las distancias que se consideraran más relevantes. Gracias a este replanteo previo del terreno se facilitó la ampliación tanto en su longitud como en su anchura en la galería proyectada.

Así mismo, y una vez analizados y conocidos los requisitos legales y documentales que una instalación de dichas características al servicio de la Armada debe cumplir, se llevó a cabo un exhaustivo análisis del estado actual de la galería (tomando las fotografías que se consideraran necesarias) y extrayendo de todas estas informaciones unas oportunidades de mejora muy concretas que se exponen en la Tabla 4-2.

El resto de información necesaria para la consecución del presente TFG se extrae de multitud de manuales, leyes, códigos técnicos, noticias, documentos de internet y de todos aquellos medios referenciados como corresponde en el apartado bibliográfico a dicho efecto.

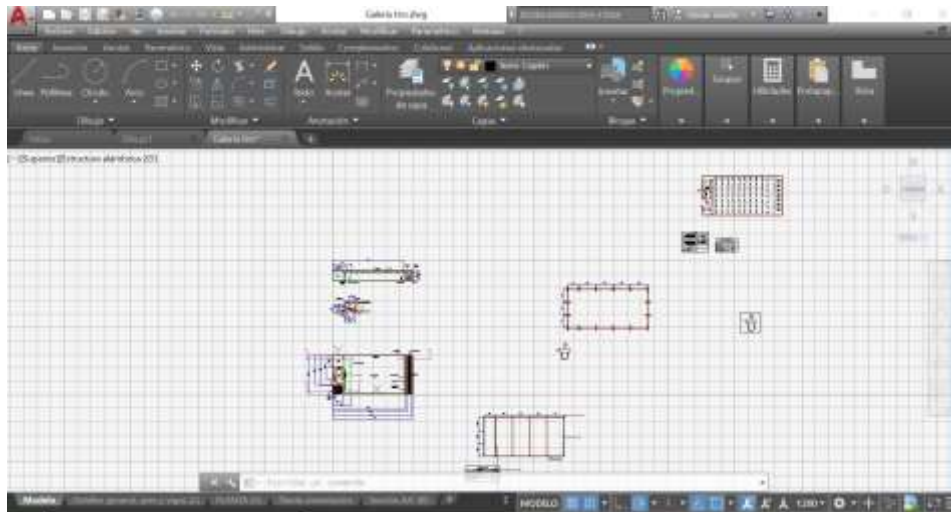
### *1.4.2 Recursos empleados*

Una vez mencionados los principales recursos como son las entrevistas personales y visita de diferentes instalaciones, así como el uso del odómetro; cabe destacar todos aquellos recursos de carácter informático en los que se ha apoyado en gran medida el desarrollo del presente TFG.

El trabajo pretende no solo realizar un estudio de necesidades y requisitos, sino ejecutar un diseño preliminar. Es por ello por lo que se han diseñado y presentado en el Anexo IV los planos más significativos que desarrolla la idea fundamental que se plantea en cuanto a la nueva galería. Para ello se utiliza el software AutoCAD con una licencia de estudiante (de manera gratuita). Este software de

diseño tanto en 2D como en 3D de planos, objetos, cortes, etc. pertenece a uno de los muchos que engloba Autodesk.

El espacio de diseño es una pantalla con diferentes herramientas y elementos gráficos que, de una manera intuitiva gracias a la buena interfaz del programa, son combinados para obtener los planos deseados. Este programa posee la opción en sí mismo de elaborar los planos en el formato deseado y obtener de esta manera un producto final que es el presentado en el correspondiente anexo, sin necesidad de llevar a cabo un posterior tratamiento ni mejora. Figura 1-2.



**Figura 1-2 Imagen del espacio de modelado de AutoCAD**

Otro de los documentos aportados para reforzar este diseño preliminar de la nueva galería en el presentado en el Anexo I. En este apartado se expone un detallado presupuesto en el que quedan recogidas las actuaciones generales y aspectos particulares más relevantes en cuanto a materiales, estructuras, cimentaciones, seguridad, alumbrado, etc. que se deben tener en cuenta. Para calcular este presupuesto se ha contado con la aplicación de *Generador de Precios para la construcción* de CYPE Ingenieros S.A. en la que se establecen los precios por regiones de cada una de las unidades de obra.

Para el diseño de la galería en un entorno gráfico 3D se ha utilizado el software SketchUp desarrollado por Google y Last Software. Este software de diseño es sencillo de utilizar si se adquieren unos conocimientos básicos previos. Se crean desde la pantalla de diseño o se importan elementos ya creados de la biblioteca a la que se tiene acceso gratuito (3D Warehouse). Figura 1-3.



**Figura 1-3 Gráficos obtenidos del diseño de SketchUp.**

Por último, se llevó a cabo un estudio del tiempo de reverberación de las explosiones generadas por la pólvora de los cartuchos. Como se explica en el apartado 3.9 las galerías de tiro no están sujetas a la normativa que establecen el código técnico correspondiente al ruido. El análisis de la reverberación en el interior del campo de tiro de la galería se realiza para analizar el efecto que tienen los diferentes materiales fonoabsorbentes sobre dicha magnitud. Y ello queda reflejado en el resultado óptimo obtenido. Dichos cálculos son realizados a través de la aplicación gratuita que se puede descargar desde la página oficial del código técnico de España [6] cuyo nombre oficial es el siguiente: *Herramienta oficial de cálculo del DB HR del CTE*. Figura 1-4.

**Documento básico HR protección**  
 Cálculo del tiempo de reverberación y la absorción acústica. Método general.

**Datos de entrada**

Volumen del recinto: Volumen V (m³)

Tipo de rec.:

**Resultado**

Área equivalent 36.8

Tiempo de reverbera 0.36

Resultado Requisito:  **CUMPLE**

**Paramentos**

Nº	Paramento	a	S <sub>i</sub> (m²)	a <sub>i</sub> S <sub>i</sub>
1	Sin Paramento	-	0	-
2	Sin Paramento	-	0	-
3	Sin Paramento	-	0	-
4	Sin Paramento	-	0	-
5	Sin Paramento	-	0	-
6	Sin Paramento	-	0	-
7	Sin Paramento	-	0	-
8	Sin Paramento	-	0	-
9	Sin Paramento	-	0	-
10	Sin Paramento	-	0	-

**Muebles tipo absorbent**

Nº	Muebles	a <sub>j</sub>
1		0
2		0
3		0
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0

$T = \frac{0.16V}{A}$

$A = \sum_{i=1}^n a_i S_i + \sum_{j=1}^m A_j + 4m_a V$

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR protección frente a ruido, del CTE. v 3.0 Diciembre

Figura 1-4 Imagen de la aplicación del DB HR.

## 2 ESTADO DEL ARTE

El tiro ha formado parte de la historia de la humanidad desde tiempos inmemoriales. Comenzando con los artefactos más rudimentarios, como son el arco y la flecha; hasta los complejos y modernos sistemas de armas con los que se cuentan en la actualidad.

Hoy en día está mucho más controlado el tiro con armas de fuego, así como el emplazamiento en el que se lleva a cabo. Este debe cumplir una serie de requisitos que se desarrollan en los siguientes capítulos. Existen un número muy considerable de modalidades de tiro, puesto que no solo se practica con fines militares o policiales, sino que se ha convertido en un deporte – incluso olímpico – practicado y seguido por millones de personas en todo el mundo. Esto se traduce en una infinidad de tipos de galerías y campos de tiro para todas y cada una de las diferentes modalidades de tiro.

### 2.1 Generalidades del tiro

#### 2.1.1 Tiro civil: Real Federación Española de Tiro Olímpico (RFETO)

La Real Federación Española de Tiro Olímpico es una organización de carácter privado cuya principal misión es regular, controlar, incentivar y organizar el tiro deportivo en España. Dependientes de esta federación se encuentran las correspondientes organizaciones a nivel autonómico, así como el resto de las entidades de menor espectro como clubes, además de todo el personal que los integran: deportistas, delegados técnicos, jueces y entrenadores. Es importante reseñar que el ámbito de la RFETO es el tiro deportivo, tanto el que tiene carácter olímpico como aquel que no lo tiene. Ambas prácticas están sujetas a la reglamentación de la Real Federación.

La RFETO pertenece a su vez a la Federación Internacional de Tiro Deportivo (ISSF), a la International Practical Shooting Confederation (IPSC), a la Confederación Española de Tiro (ESC) y a la Confederación Iberoamericana de Tiro (CIT). Todas estas instituciones a las que está suscrita y subordinada poseen sus propios estatutos, aceptados por la RFETO e incluidos en los propios. Por todo ello tiene el privilegio de representar a España de manera exclusiva en todas aquellas organizaciones [7]. Se debe destacar que, como es obvio, se encuentra también inscrita en el Comité Olímpico Español. Las especialidades que conforman el tiro olímpico, que son las siguientes:

- **Tiro al plato**

Como su propio nombre indica el objetivo es romper los platos que se lancen. Existen diferentes modalidades de tiro al plato que se traducen en variaciones en cuanto al número de platos lanzados, sus trayectorias y el número de disparos que se puede realizar. Para el desarrollo de esta modalidad se utiliza una escopeta y cartuchos, generalmente, del calibre 12. Las diferentes modalidades del tiro al plato son las siguientes [7].

<b>Olímpicas</b>	<b>Deportivas</b>
Foso olímpico	Foso universal
Skeet	Mini foso
Doble trap	

**Tabla 2-1 Modalidades de tiro al plato. (Elaboración propia)**

- **Tiro de precisión**

Esta modalidad se basa en disparar a un blanco que puede encontrarse en una posición fija o variable intentando acercarse lo máximo posible a su centro. Existe un amplio número de pruebas y, en función de ellas, tanto el tamaño como las características del blanco como la distancia pueden variar. El tiro de precisión se realiza tanto con arma larga como con arma corta con diferentes calibres en función de las pruebas, que son las siguientes [7].

<b>Olímpicas</b>	<b>Deportivas</b>
Pistola de aire	Pistola standard, fuego central.
Carabina de aire	Aire estándar y aire velocidad
Pistola deportiva, velocidad y libre	Carabina tendido damas, fusil tendido 300 m, fusil tres posiciones
Carabina tres posiciones	Modalidades para jóvenes promesas
Carabina tendido	

**Tabla 2-2 Modalidades de tiro de precisión. (Elaboración propia)**

- **Armas históricas**

El uso que se le da a este tipo de armamento ya sea original o réplicas, es exactamente el mismo que en el tiro de precisión y en el tiro al plato. La única variación se produce en el armamento usado. Las pruebas, disparos, distancias y objetivos son comunes a los ya nombrados anteriormente.

Existe en la actualidad un gran número de pruebas. Tantas como armas históricas por lo que solo se nombrarán las más importantes que son: Miguelete, Maximilian, Minie, Whitworth, Colt, Walkyria y más [7].

- **Recorridos de tiro**

Existe una amplia variedad de competiciones de recorridos de tiro, ya que en este caso concreto se valora no solo la precisión en los disparos; sino también el tiempo empleado en realizarlos. Las pruebas constan de objetivos que pueden ser estáticos o no, teniendo que efectuar los disparos desde una o varias posiciones.

La clasificación de los recorridos de tiro se realiza únicamente en función del arma usada, debido a que de otra manera sería imposible hacerla. Y esto es debido al hecho de que los recorridos de tiro pueden ser diseñados con imaginación y en la manera en la que desee el propietario u organizador [7].

- **Alta precisión**

En esta modalidad de tiro no sólo influye la aptitud de tirador a la hora de hacer puntería, sino que también se busca la utilización de un arma y munición de muy alta calidad. El objetivo de estas pruebas es el de conseguir hacer agrupaciones del menor tamaño posible. Como en el tiro de precisión, cada prueba dependerá de distancia, blancos e incluso la manera de obtener puntos.

En alta precisión se usan rifles dotados de miras telescópicas y algunos ejemplos de pruebas de alta precisión son: varmint ligero y pesado, rifle de caza, rifle de repetición, rifle de miras abiertas y BR-50 [7].

- **Clase F**

Si en la alta precisión ya se mejoraba la precisión y se buscaba mejorar las agrupaciones, la Clase F es un paso más en cuanto a precisión se trate. En este caso particular la finalidad no es la de lograr agrupaciones, sino acercarse lo máximo posible al centro del blanco. Pero difiere del resto en la gran distancia a la que sitúa el blanco (en ocasiones puede llegar hasta separarse 1000 metros del tirador).

El arma usada en esta clase es el rifle con mira telescópica que, junto al calibre de la munición, variará con el tipo de prueba a realizar, entre las que encontramos: opens, F/TR, rimfire open y rimfire restricted [7].

### *2.1.2 Tiro policial. Plan Nacional de Tiro de la Policía*

Las informaciones aportadas en el presente apartado son extraídas del artículo de D. Andrés Saavedra [8] y de la entrevista personal realizada al comisario jefe Morán de la Policía Nacional [5].

El arma reglamentaria de la policía ya sea nacional o local es la pistola de 9mm. Este apartado se centra en el Cuerpo Nacional de Policía, pero es perfectamente extensible al resto de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

La policía tiene encomendada la labor de mantener la seguridad ciudadana y garantizar el libre ejercicio de los derechos y deberes de los ciudadanos. Y lo harán con todos los medios a su alcance incluyendo su arma reglamentaria si fuera necesario.

Queda reflejada en la Ley Orgánica 2/86, de Fuerzas y Cuerpos de Seguridad la utilización de las armas de fuego:

“Solamente deberán utilizar las armas en situaciones en que exista un riesgo racionalmente grave para su vida, su integridad física o la de terceras personas, o en aquellas circunstancias que puedan suponer un grave riesgo para la seguridad ciudadana...” [8].

En el Real Decreto 1484/87 de 4 de diciembre, en el artículo 22 se puede leer lo siguiente:

“Todo el personal deberá conocer, de forma técnica y práctica, la utilización y uso adecuado de las armas (...) que se empleen en actuaciones policiales, para lo cual recibirá la formación y entrenamiento precisos” [9].

Por todo lo anterior, a lo largo de los años 80 del pasado siglo se impulsó la creación de un plan especial para la correcta y constante instrucción y adiestramiento. Es de esta manera como nace el Plan Nacional de Tiro de la Policía. Este plan fue uno de los principales catalizadores de la construcción de nuevas, más modernas y mejor equipadas galerías y campos de tiro a lo largo de España. Se debía dotar de medios y personal especializado para la labor de instruir a los policías y es por ello por lo que, respondiendo a la necesidad de personal, se contrataba y se continúa hoy en día contratando a especialistas en armamento y tiro y a instructores de tiro. De esta manera se persigue el perfeccionamiento y la observancia constante de la seguridad en el interior de las galerías de tiro. A día de la fecha el plan sigue estando en activo y es de obligado cumplimiento para todo el personal perteneciente al CNP.

Se debe destacar que el tiro policial no es tiro deportivo ni tiro olímpico de competición, de hecho, tiene más similitud con el tiro militar. La principal característica que se puede observar en este tiro es que prima la velocidad de reacción. El desenfundar el arma unas milésimas de segundo más rápido puede ser la diferencia entre la vida o la muerte de un agente. Es precisamente este objetivo, la rapidez, el que propicia que la morfología de las galerías de tiro en las que se practica tiro policial deban tener una serie de características añadidas a aquellas en las que se practica únicamente tiro deportivo u olímpico. Esto

se consigue configurando los blancos para que hagan al policía actuar en un tiempo de reacción mínimo y sometido a un gran estrés [5].

El agente que consiga ser rápido y controlar la situación bajo altas dosis de estrés será un agente perfectamente adiestrado para cumplir sus funciones con su arma reglamentaria. Como se explica en el apartado 5, la galería de tiro proyectada para sustituir a la actual permitiría a los agentes de policía que en ella se forman dar cumplimiento a todo lo expuesto en el presente apartado.

### 2.1.3 Galerías de tiro recientes

#### 2.1.3.1 España

Las más modernas instalaciones de tiro en España se encuentran todavía a las puertas de ser inauguradas en las *Instalaciones del centro de tiro en Zaragoza, Shooting Range*. Actualmente este campo de tiro privado gestiona una galería de tiro de 25 metros y otra de 70 metros estándar, además de salas polivalentes para realizar tiro con arco, airsoft y tiro neumático [10].

A lo largo del primer semestre del año 2.019, según la propia empresa, finalizarán las obras en las que se encuentran inmersos en la actualidad y se procederá a la admisión de solicitudes de usuarios.

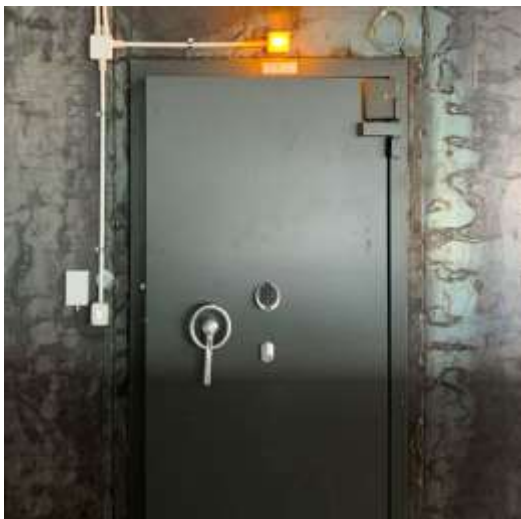


Figura 2-1 Puerta acorazada armería [10]



Figura 2-2 Lunas blindadas de separación [10]

Esta nueva galería es de las primeras en España que se encuentra en posesión de la correspondiente homologación para arma larga. Será absolutamente automatizada y de máxima seguridad, lo que la hace oficialmente la galería más moderna de España. Una de las novedades importantes de esta galería, aparte

de su completa automatización, es la colocación de unas mamparas de separación entre puestos de tiro hechas con lunas blindadas, como se muestra en la

Otro importante valor añadido a este centro de tiro se trata del techo *herakustic* para cubrir la zona de tiradores. Este techo especial que es de tecnología punta tiene un diseño que se adecúa con todos los estándares bioconstructivos. Como se puede intuir por su nombre, el techo herakustik posee una gran capacidad de absorción acústica que se caracteriza por su estructura fibrosa [10].

La construcción de una armería segura que será homologada por especialistas de la Guardia Civil es otra de las apuestas pioneras de esta empresa, ya que muy pocas de estas características se encuentran fácilmente en España. Se encuentra en su estado final de construcción con su correspondiente puerta acorazada, como se aprecia en la Figura 2-1, y sistema de alarmas.

En definitiva, un centro de tiro a la vanguardia de este deporte orientado en su mayoría a la práctica del tiro deportivo, que responde a las demandas específicas de los usuarios del antiguo *Shooting Range*. De ahora en adelante las empresas privadas de seguridad, los integrantes de las FFCCSE, los militares, el personal federado con licencia F, los tiradores con licencia A, los cazadores con licencia F, los tiradores con arco y los usuarios de armas neumáticas tendrán a su disposición la que será, sin ninguna duda, la galería de tiro más moderna del país [10].

### 2.1.3.2 Internacional

Las últimas estimaciones a nivel mundial han llegado a la conclusión de que en el mundo existen 857 millones de armas en manos de los civiles. El dato sorprendente es que el 48% de ese gran arsenal se encuentra localizado en un único país que, como es obvio suponer, son los Estados Unidos de América [11]; en donde hay más armas que personas. Es precisamente por esta razón por la que la industria y el deporte del tiro está ampliamente arraigado en la población americana, y es la explicación a que las galerías de tiro mejor dotadas se sitúen a lo largo y ancho de este país.

En virtud de la segunda enmienda americana se ha catalizado la aparición de galerías modernas, con ofertas variadas y para toda la familia y hasta las *galerías premium*. Algunos ejemplos de estos templos dedicados al culto al arma de fuego son los siguientes: [11]

- *The Colonial Shooting Academy*, situada en Richmond, Virginia. Cuenta con la galería cerrada más grande de los Estados Unidos.
- *Machine Gun Vegas*, ofrece un VIP Gun Lounge con dos pistas de tiro privadas, incluso refrigerios de cortesía. Mientras que las armas de fuego externas no están permitidas, Machine Gun Vegas hace honor a su nombre al ofrecer una amplia gama de armas de fuego.
- *El Scottsdale Gun Club*, en Scottsdale, Arizona, ofrece armas de alquiler totalmente automáticas que los clientes pueden disparar en uno de los 32 carriles de tiro. Cada carril cuenta con tecnología de amortiguación de sonido de última generación, un panel de control de pantalla táctil, un sistema objetivo que gira 360 grados para escenarios de práctica mejorados y movimiento de objetivos.
- *Top Gun Shooting Sports*, en Arnold, Missouri, ofrece un campo de tiro interior de última tecnología, así como un campo de tiro con arco interior recientemente inaugurado que presenta objetivos de animales en tres dimensiones, como se aprecian en la Figura 2-3.



**Figura 2-3 Galería del *Top Gun Shooting Sports* [11]**

La gama de interiores cuenta con la última tecnología en filtración de aire y renovación de atmósfera. Esta galería afirma sin temor a equivocarse que es una de las más seguras del país, ya que las paredes de 2,5 metros de ancho que bordean cada puesto de tiro están diseñadas para absorber un impacto directo de un Magnum del 44.

## **2.2 Galerías de tiro para arma corta en las Fuerzas Armadas**

Las Fuerzas Armadas, en su labor de instruir y preparar para el combate a sus miembros, cuentan con un gran número de galerías de tiro de muy diversos tipos: a cielo abierto, cerradas, de longitud variable, de longitud fija, de arma corta, de arma larga, mixtas, y un largo etcétera. Todas ellas encuadradas en la estructura de la Armada Española, del Ejército del Aire, del Ejército de Tierra o de la Guardia Civil.

No es objeto de este trabajo el hecho de analizarlas todas, ni establecer comparaciones o diferencias entre las ya existentes con la que se propone en este proyecto. Pero se analizarán en los siguientes puntos dos galerías de la gran red que posee las Fuerzas Armadas, para acercar un poco más la idea de la galería propuesta y dar una idea del buen funcionamiento de dos galerías modernas, versátiles, útiles y que responden a las necesidades de adiestramiento actuales.

### *2.2.1 Galería de tiro del Colegio de Guardias Jóvenes “Duque de Ahumada” de la Guardia Civil en Valdemoro*

La Guardia Civil, fundada por el Duque de Ahumada que da nombre a este ilustre colegio, adquiere en 1.855 en Valdemoro diferentes solares en los que se van a instalar los edificios que finalmente albergarán el colegio de guardias jóvenes. Los muros de esta institución han sido testigos de la formación y del paso de una gran cantidad de jóvenes que han engrosado las filas de la Guardia Civil. Tan solo ha detenido su labor docente en Valdemoro durante los años de la Guerra Civil española [12].

Las necesidades cambian y es necesario adaptarse, por ello en 1.972 se decide abandonar los viejos muros del primer colegio y cambiarlos por un colegio adaptado a las necesidades del futuro que aún en la actualidad son ejemplo de modernidad. Su fachada principal se muestra en la Figura 2-4. Es un centro que acoge únicamente a los hijos del Cuerpo. Su finalidad es la de preparar a sus alumnos para afrontar las pruebas selectivas de ingreso en el Cuerpo de la Guardia Civil dotándolos de los conocimientos técnicos y profesionales necesarios para su posterior ingreso en las Escalas de Cabos y Guardias [12].

Tras la finalización de este periodo formativo, los alumnos obtienen su primer empleo, el cual es equivalente al título del Técnico del Sistema Educativo General.



**Figura 2-4 Fachada principal del Colegio de Guardias Jóvenes de Valdemoro. (Elaboración propia)**

#### 2.2.1.1 Galería de tiro

Una vez analizada y expuesta la historia de tan ilustre institución, se lleva a cabo una entrevista al comandante jefe de armamento de dicho colegio [4] y con el sargento encargado de las propias galerías de tiro [3] y se analizan las instalaciones de que disponen. Este colegio consta de cuatro galerías de tiro homologadas y aptas para realizar todo tipo de ejercicios de instrucción y adiestramiento tanto de tiro con arma corta, en sus dos galerías de cincuenta metros; como de arma larga, en su no tan común galería cerrada de ciento cincuenta metros.

El análisis se centrará una de las galerías de cincuenta metros de arma corta:

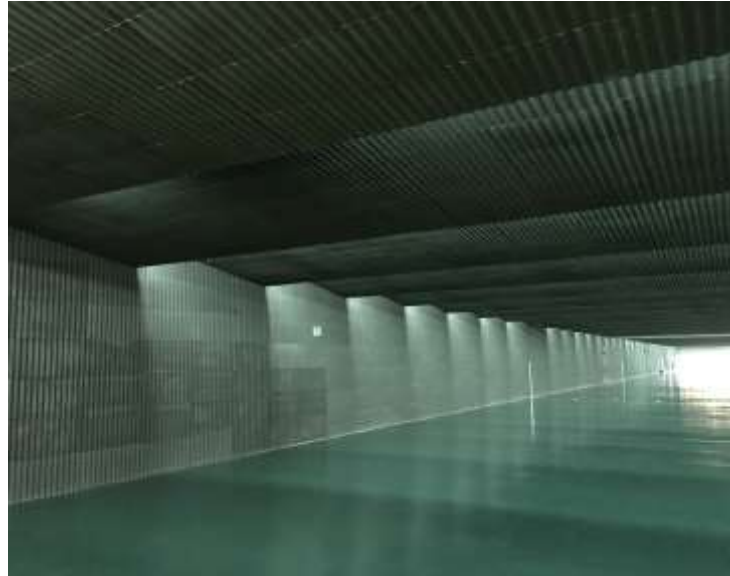
La galería de tiro se compone de tres habitáculos perfectamente diferenciados. El primero, y por el que se accede al interior de esta a través de una puerta de seguridad desde el exterior, consta de una serie de sillas a modo de grada usado tanto para dar explicaciones previas al ejercicio a realizar como para que los tiradores que en ese momento no estén ejecutando el ejercicio puedan presenciar el ejercicio desde un lugar seguro. Dicha distribución se muestra desde el mismo interior en la Figura 2-5.



**Figura 2-5 Habitáculos de la galería desde su interior. (Elaboración propia)**

El segundo y al que se accede a través del primero, es la cabina de mando y control y almacén de diversos efectos tales como blancos, sujeciones de blancos, utensilios de limpieza, etc. Es en este segundo compartimento donde se encuentra el conductor del ejercicio de tiro, que consta de una visión completa de todos los tiradores y de un ordenador donde se maneja, mediante un software específico, el

movimiento a realizar por los blancos. Por último, se encuentra la zona de tiradores donde se lleva a cabo el ejercicio de tiro a la que se accede también desde el primer habitáculo a través de una puerta blindada, ignífuga e insonorizada.



**Figura 2-6 Revestimientos especiales. Perfilera oblicua del techo. (Elaboración propia)**

Tanto el público desde el primer habitáculo como el personal de mando del ejercicio presencian el tiro tras un cristal blindado compuesto por la unión de tres lunas.

Analizando la zona de blancos se observa la colocación de láminas parabolas de caucho colgando de varillas de sujeción en la parte superior, observadas en la Figura 2-7. Este sistema de láminas parabolas está compuesto por aquellas que se disponen de manera perpendicular a la línea tirador-blanco, y por las que se encuentran inmediatamente detrás dispuestas de manera oblicua. Estas últimas están pensadas para lograr detener cualquier tipo de bala que siga cualquier trayectoria. Se puede apreciar esa doble capa de lámina parabolas en la siguiente figura.



**Figura 2-7 Cortinas parabolas. (Elaboración propia)**

Tras las láminas parabolas se sitúa un murete de hormigón que hace de tope para la montaña de arena de sílice. Es aquí donde van a parar la mayor parte de los plomos no detenidos por las láminas y es por ello, y en cumplimiento de las normativas ambientales, la razón por la que cada cierto tiempo se debe desechar toda esa montaña de arena de sílice y cambiarla.

El recubrimiento de todas las paredes se lleva a cabo con placas onduladas de goma de 45 mm de espesor. Lo que consiguen estas placas es el efecto antirrebote deseado y romper la onda de sonido producida en el disparo (insonorizante) y fonoabsorbente.

El techo consta de diferentes partes. La parte más alta es un falso techo usado como techo técnico a través del cual se canalizan tuberías y cables que conectan la cabina del instructor con las máquinas accionadoras de los blancos. Debajo de este techo el perfil que sigue el techo es oblicuo y descendente siguiendo un patrón que se repite hasta la zona de blancos, como se muestra en la Figura 2-6. De esta manera, el escalón que queda oculto al tirador es aprovechado para instalar la iluminación. Este perfil de techo es recubierto con placas onduladas de goma de 45mm de espesor de efecto antirrebote e insonorizante.

La galería posee nueve mamparas de seguridad para la separación de los tiradores y marcar claramente las diez líneas de tiro. Están homologadas según normativa y son blindadas y antirrebote. Constan de ruedas de nylon resistente para su manejo y de una mesa abatible para depositar el arma. Todo ello se puede apreciar en la Figura 2-8.



**Figura 2-8 Puestos de tiros. (Elaboración propia)**

El dispositivo de accionamiento de los blancos se encuentra en la parte superior de los mismos. Se encuentra protegido por un murete formado por una chapa metálica y una superficie de caucho ondulado de 45mm de espesor, que es la que se orienta hacia la zona de tiradores entre las cuales se sitúa una plancha de madera.

La climatización de la galería está compuesta por el segmento impulsor, que se encuentra en la parte superior de la entrada (a espalda de los tiradores); y otro segmento extractor, que está situado inmediatamente a continuación de los blancos y protegidos por el mismo murete que protege a las máquinas de accionamiento de los blancos.

Como se ha explicado anteriormente, en el escalón formado por la perfilería del techo, se encuentra la zona que está protegida por la propia pendiente del techo y con la cual no tiene visión directa el tirador. Es en esas zonas donde se sitúan las líneas de iluminación normal de fluorescentes. En el último escalón, el más cercano a los blancos, se encuentran unos focos de luz halógenos direccionales

para asegurar la correcta iluminación, según normativa, de la línea de blancos. Queda reflejado en la Figura 2-9. Se dispone de iluminación de emergencia y de una puerta de salida de emergencia desde el interior de la propia galería hacia el exterior.

Se debe destacar del suelo su característica principal que es el recubrimiento de caucho especial de 40mm de espesor antirrebote.



Figura 2-9 Detalle iluminación de la galería. (Elaboración propia)

### 2.2.2 Galería de tiro del Tercio Norte del Cuerpo de Infantería de Marina en Ferrol

El Tercio Norte del Cuerpo de Infantería de Marina está encuadrado en la Fuerza de Protección de la Armada y su principal misión es dar seguridad a las personas e instalaciones de la Armada en el norte de la península, desde la frontera con Francia hasta la misma con Portugal [13].



Figura 2-10 Cuartel de N.ª Señora de Dolores (www.armada.mde.es)

Está acuartelado en el Cuartel de Nuestra Señora de Dolores desde el año 1.771, en la ciudad de Ferrol y mostrado en la Figura 2-10.

De entre las misiones en las que ha participado infantes de marina del Tercio Norte, desde que sirve bajo ese nombre (año 2.004) cabe destacar las siguientes:

- Operación *Centinela Elegido*.
- Operación *Centinela Aragonés*.
- Operación *Centinela Gallego*.
- Operaciones en las que participan o han participado los EOS, a saber, *Allied Protector*, *Active Endeavour*, *Atalanta* y *Unified Protector*.
- Operación *Althea*.
- Operación *Libre Hidalgo*.

### 2.2.2.1 Galería de tiro

El Tercio Norte ha sido dotado con una galería de tiro de cincuenta metros y cerrada de reciente construcción. Tras una serie de problemas derivados del uso del área donde se sitúa la galería de tiro actualmente, surge la necesidad de la construcción de dicha instalación. En este momento es una de las más modernas instalaciones para llevar a cabo la instrucción y el adiestramiento del Tercio y un referente para las unidades militares y fuerzas policiales. Es indudable e incuestionable que los infantes de marina del Tercio Norte, por la misión que tienen de manera inherente a su condición, precisan de unas instalaciones acordes a las necesidades presentes y futuras. Esta galería cubre de manera extraordinaria todas aquellas por sus características técnicas que a continuación se describen:



**Figura 2-11 Talud de arena de sílice parabalas. (Elaboración propia)**

La galería de tiro consta de tres habitáculos diferenciados. A través de la puerta exterior se accede a un pequeño vestíbulo sin ninguna función. A través de este vestíbulo, se accede tanto a la cabina del instructor como a la zona de tiradores.

En la parte posterior de los blancos se encuentra una montaña de arena de sílice soportada por un murete que hace de tope. Esta montaña retiene las balas de plomo que superan las cortinas parabalas de caucho. Figura 2-11.

Por delante de la montaña anteriormente mencionada, cuelgan solapadas cortinas parabalas de caucho cuya función principal es recibir el impacto de las balas disparadas. Tienen una determinada vida útil y es necesaria la sustitución de cada una de ellas a medida que llega su fin. Esto es debido a que absorben todos los disparos pues están pensadas para que la montaña posterior de arena detenga las balas solo en el caso de que alguna llegara a atravesar estas cortinas.

Entre las dos instalaciones anteriormente mencionadas se encuentra la instalación de extracción de aire. Diseñado de esta manera para que se renueve el aire interior de la galería y para que el polvo que pudiera ser levantado por impactos de balas sobre la montaña de arena de sílice sea del mismo modo absorbido y expulsado. La parte impulsora del sistema de regeneración de aire se encuentra, al igual que en la galería de la Guardia Civil, en la parte superior de la entrada, a la espalda de los tiradores.



**Figura 2-12 Mecanismo de accionamiento del blanco. (Elaboración propia)**

Los blancos tienen dos configuraciones diferentes de movimiento. El primero de ellos es aquel en el que el dispositivo de accionamiento se encuentra en la parte superior de los mismos. Está protegido por un murete formado por una chapa metálica y una superficie de caucho ondulado de 45mm de espesor, que es la que se orienta hacia la zona de tiradores. Con esta configuración se puede rotar el blanco 90° y así ocultarlo al tirador al ponerlo de perfil, como se aprecia en la Figura 2-12. El segundo mecanismo está situado en la parte inferior y al accionarse abate el blanco y lo esconde tras otro murete de protección que se encuentra en la parte inferior de la zona de blancos.

El techo consta de diferentes partes. En la parte más alta se encuentra un falso techo usado a modo de techo técnico, a través de la cual se canalizan tuberías y cables que conectan la cabina del instructor con las máquinas accionadoras de los blancos. Debajo de esta falso techo, el perfil que sigue el techo expuesto a la galería es recto a diferencia del de la Guardia Civil. En este caso, para conseguir la colocación de la iluminación sin peligro de impacto de bala, se lleva a cabo a través de la construcción de un resalto en el techo conseguido con la instalación de unas vigas que sobresalen detrás de las cuales se sitúan los fluorescentes.

El recubrimiento de todas las paredes se lleva a cabo con placas onduladas de goma de 45 mm de espesor. Lo que consiguen estas placas es el efecto antirrebote deseado y romper la onda de sonido producida en el disparo (insonorizante) y fonoabsorbente.



**Figura 2-13 Instalación de barrera de ultrasonidos. (Elaboración propia)**

Se debe destacar la excelente instalación de domótica con la que cuenta esta galería. Es un sistema compuesto por 5 blancos de no contacto de detección por ultrasonido como se muestra en la Figura 2-13. Dispone de una unidad de visualización por medio de pantallas en zona de tiradores para el blanco abatible y sensor de disparo en zona de 25 m. La información de la situación del impacto desde el sensor de ultrasonidos de la zona de blancos hasta las pantallas de los tiradores es enviada por Wi-Fi. Toda la información mostrada a los tiradores es también registrada en la cabina del instructor. Gracias a este sistema de registro, es posible crear un perfil por cada tirador y almacenar la información de los diferentes ejercicios de tiro.

Se dispone de puertas cortafuegos en los puntos de acceso tanto exterior como al vestíbulo previo dotadas de mirillas circulares con vidrios. Entre el instructor y la zona de tiradores se encuentra un vidrio de seguridad de luna blindada de 50 mm. El resto de las puertas de interiores son estándar de madera lisa.

Se debe destacar del suelo, su característica principal que es el recubrimiento de caucho especial de 30 mm de espesor antirrebote y antideslizante. Se incluye sellante entre las juntas para evitar el paso de la pólvora.

La galería posee cuatro mamparas de separación de los tiradores para marcar claramente las cinco posibles líneas de tiro. Están homologadas según normativa y son blindadas y antirrebote. Constan de ruedas de nylon resistente para su manejo y de una mesa abatible para depositar el arma. También se les aprecia un soporte especial para sujetar los dispositivos en los que se podrán visualizar la situación de los tiros.

Se debe destacar que, en la zona de tiro, se precisan muretes de hormigón revestidos con caucho tanto en la parte superior, para proteger los dispositivos de accionamiento del blanco; como en la parte inferior, para proteger de los disparos a los mecanismos que abaten los blancos así como a los dispositivos de ultrasonidos encargados de medir la situación del disparo, como se observa en la Figura 2-14.



**Figura 2-14 Muretes protectores (Superior e inferior). (Elaboración propia)**

Como se ha explicado anteriormente, en el resalto formado por la perfilera del techo, se encuentra la zona que está protegida y con la cual no tiene visión directa el tirador. Es en esas zonas donde se sitúan las líneas de iluminación normal de fluorescentes. En el último resalto, el más cercano a los blancos, se encuentran unos focos de luz halógenos direccionales para asegurar la correcta iluminación, según normativa, de la línea de blancos. Con todo ello se puede combinar iluminación para llevar a cabo ejercicios de tiro con diferentes condiciones lumínicas.

## 2.3 El arma corta en la Armada Española

### 2.3.1 Cuerpo General de la Armada

El arma corta es usada por los militares pertenecientes al Cuerpo General de la Armada en situaciones de instrucción y adiestramiento, o en operaciones reales relacionadas prácticamente en su totalidad con las Operaciones de Vigilancia y Seguridad Marítima, a través de los trozos de visita y registro.

La actuación de los Trozos de Visita y Registro (TVR), así como su armamento y proceder se desgrana en la publicación de doctrina de Armada D- SF- 71 *Procedimientos de actuación de los trozos de visita y registro* (CONFIDENCIAL) [14]. Debido a su clasificación de seguridad no se darán datos extraídos de dicha publicación clasificados como confidenciales.

Tanto el oficial del Cuerpo General, jefe del TVR, así como los integrantes así designados portarán pistolas en los abordajes que se lleven a cabo junto a los equipos EOS de Infantería de Marina. Llegar a ese momento en el que los integrantes de este trozo realizan las misiones encomendadas armados con este tipo de armamento conlleva un gran número de horas de adiestramiento por parte de todos. Es este caso el que justifica el hecho de que los oficiales que se forman a bordo de la Escuela Naval deban de tener conocimientos en el manejo y morfología del arma suficientes no solo para aplicarlos, sino también para transmitirlos a la gente que depende de ellos en los TVR.

### 2.3.2 Cuerpo de Infantería de Marina

El arma reglamentaria del infante de marina de España es el fusil de asalto, el HK G36. Pero además de este fusil, los oficiales portarán también una pistola (pudiendo ser la oficial de la Armada o un arma corta propia). Desde el Teniente más moderno hasta el General Jefe del Tercio de Armada, al salir al campo de maniobras o al teatro de operaciones, deberán ir armados con su correspondiente pistola. Es por ello por lo que explicar en qué situaciones hacen uso del arma corta es explicar el trabajo y vida diarios del infante de marina.

En su lugar, se desarrollarán unos principios básicos que se encuentran reflejados en la publicación D- SF- 71 (CONFIDENCIAL), en su ANEXO G (SINCLAS) del que se hablará en el apartado 2.4.2. En él se recogen generalidades de actuación de los Equipos Operativos de Seguridad (EOS) de la Infantería de Marina; así como de la Fuerza de Guerra Naval Especial (FGNE) en cuanto al manejo de la pistola:

#### *Anexo G-0202 Pistola 9 mm* [14]

Los principios básicos para el tiro con armas cortas tienen que ver con la forma de empuñar el arma para lograr mayor aprovechamiento de ella, la manera correcta de alinear las miras, el momento en que se ejerce presión sobre el disparador y la forma en que el cuerpo se sitúa para realizar el disparo, es decir, la postura.

Al oponente siempre se le debe ofrecer el mínimo blanco posible, reduciendo para ello nuestra silueta por medio de flexión de piernas, o aprovechando cualquier parapeto que nos dé protección contra el ataque del adversario. La pistola normalmente se utilizará para ejecutar un tiro defensivo sin emplear elementos de puntería, y por ello, la zona a batir normalmente será el tronco del agresor puesto que ofrece el mayor blanco posible.

- Técnica isósceles moderna. Es la más natural, sencilla y rápida de aprender de todas, consiguiendo los mejores resultados a corto y medio plazo, y permitiendo al tirador adoptar una misma posición de tiro con independencia de la distancia al objetivo, observado en la Figura 2-17. También tiene la ventaja de presentar la máxima protección balística al oponente. El torso se mantiene perpendicular a la línea de tiro y los pies ocupan un plano diferente. Los brazos crean un triángulo isósceles sin rigidez en la articulación del codo, en el que los brazos actúan como dos resortes que amortiguan los retrocesos del arma.

Cuando se tenga que avanzar con el arma empuñada porque exista riesgo de que aparezca una amenaza, se deberá evitar hacerlo con los brazos extendidos emulando una técnica isósceles en movimiento. Los pasillos y cubiertas de un buque tienen un gran número de obstáculos que le pueden servir a un oponente para esconderse, y desde esta posición es mucho más sencillo quitarle el arma o agredir a un tirador si avanza con los brazos estirados.

En este caso, la pistola se sujetará con las dos manos llevando los brazos flexionados por los codos, y éstos fijos contra la cintura (sobre el cinturón, aproximadamente). El arma queda dirigida al frente en una posición natural y cómoda de mantener, permitiendo el paso a una acción de tiro instintivo que consistirá tan solo en elevar el cañón del arma y presionar el disparador.

La estabilidad se consigue desplazando el centro de gravedad hacia delante y manteniendo las manos casi a la misma altura que los hombros para evitar que los brazos puedan pivotar hacia arriba con el retroceso.

- **Rodilla en cubierta** La rodilla que se lleva a cubierta es la de la mano que empuña, flexionando el pie derecho sobre su puntera, y repartiendo el peso entre las dos piernas. La derecha forma un ángulo aproximado de  $60^\circ$  sobre la línea de tiro, y el tren superior mantiene la misma postura de isósceles moderna con la pistola en el eje de simetría. Esta posición de rodilla en cubierta es la más indicada para espacios confinados o reducidos.

Al adoptar esta posición se consigue una mayor estabilidad desplazando el centro de gravedad hacia el suelo. Como se puede apreciar en la Figura 2-16, no es necesario apoyarse sobre el talón trasero. Pero se acepta el hecho de sentarse sobre el talón de la pierna más retrasada con el objetivo de obtener una mayor estabilidad. Se debe añadir que se consigue reducir con esta posición la silueta mostrada al enemigo, por lo que, en caso de intercambio de fuego, siempre es conveniente mostrar una silueta lo más reducida posible.



**Figura 2-15 Tirador adoptando la posición isósceles en movimiento [14]**



Figura 2-16 Tirador adoptando la posición rodilla en cubierta [14]



Figura 2-17 Tirador adoptando la posición isósceles moderna [14]

## 2.4 Respaldo legal y documental a la necesidad de adiestramiento en la Armada Española

### 2.4.1 Legislación vigente

Basándose en la legislación actual y documentación interna de la Armada quedará patente el hecho de que la Escuela Naval Militar debe contar con una galería de tiro nueva, moderna, orientada a las necesidades de los futuros oficiales que en ella se preparan, segura y versátil.

- Reales Ordenanzas para las Fuerzas Armadas: [15]

*Título V De las demás funciones del militar, Capítulo II De la función docente*

**Artículo 123**

*“Quien ejerza la función docente, actividad que es permanente a lo largo de la carrera militar tanto en el ámbito de la formación y perfeccionamiento como en el de la instrucción y adiestramiento, tendrá como objetivo primordial enseñar a sus alumnos y subordinados.”*

**Artículo 126**

*“Pondrá todo su empeño, dentro del ámbito de sus competencias, para que sus alumnos adquieran la formación militar y la capacitación profesional necesarias para el correcto desempeño de sus cometidos y el adecuado ejercicio de sus funciones y facultades.”*

- Ley Orgánica de la Defensa Nacional: [16]

*Título II Organización Capítulo II Organización de las Fuerzas Armadas*

**Artículo 13 b)**

*“La Fuerza, establecida como el conjunto de medios humanos y materiales que se agrupan y organizan con el cometido principal de prepararse para la realización de operaciones militares. En su ámbito, se llevará a cabo el adiestramiento, la preparación y la evaluación de sus unidades y se realizarán, en tiempo de paz, las misiones específicas permanentes que le asignen.”*

**2.4.2 Documentación Armada**

Además de todo ello, de una manera más explícita se puede extraer de publicaciones de doctrina de Armada como es la D- SF- 71 *Procedimientos de actuación de los trozos de visita y registro* (CONFIDENCIAL), en su ANEXO G (SINCLAS): [14]

- *ANEXO G Técnicas y medios policiales.*

En cualquier abordaje los miembros del TVR deben estar preparados para repeler una agresión y para hacer frente a una gran variedad de situaciones potencialmente hostiles. Además, y ante la comisión de un delito, tienen que practicar detenciones en representación de la Autoridad para quien actúan. Por ello se considera de vital importancia que se tengan nociones básicas y que sean instruidos en el empleo de tácticas letales y no letales de los que disponen, así como de técnicas policiales útiles.

El arma de fuego es uno de los elementos de mayor importancia para los miembros del TVR. En cualquier caso, se debe ser plenamente consciente de que, en base al ordenamiento jurídico español, el empleo de la fuerza letal está subordinado al principio de proporcionalidad y a los supuestos de legítima defensa.

Toda la preparación de los miembros del TVR debe orientarse hacia el tiro instintivo, aquel en el que no se emplean los elementos de puntería (alza y mira) por no disponer de tiempo para ello. Con la práctica se puede conseguir que sea el propio músculo el que memorice la posición de tiro y el arma vaya directamente a la alineación con el blanco. Los ojos localizarán el objetivo y las miras de modo inconsciente. Mantener siempre los dos ojos abiertos no sólo servirá para localizar posibles adversarios, sino que permitirá determinar hacia dónde hay que moverse para buscar cobertura. Todo ello requerirá unos esfuerzos de adiestramiento muy grandes, por lo que no siempre será posible alcanzar un nivel de preparación óptimo en este sentido.

Teniendo todo lo explicado en el presente apartado en cuenta, queda patente la necesidad de formar a todos los militares en el manejo de las armas cortas en general. Ya se ha comprobado que, dentro de ese interés, se debe particularizar para cada uno de los diferentes cuerpos pertenecientes a la Armada. Una vez que queda debidamente justificado de manera legal y documental el adiestramiento en este manejo, surge la siguiente necesidad inmediata: los medios.

Los medios son desde las propias armas hasta el emplazamiento en el que se van a disparar. Todo debe tener un nivel mínimo que asegure que se le da cumplimiento al mandato de la ley y del AJEMA.

Por todo esto, la galería de tiro de la ENM debe alcanzar unos estándares mínimos en cuanto a cumplimiento de requisitos se refiere. Debe asegurar el correcto adiestramiento de los militares alumnos. Y debe adaptarse a las nuevas necesidades que vayan surgiendo en los buques y unidades, para asegurar que los futuros oficiales lleguen con un nivel aceptable en cuanto al uso y conocimiento del arma corta a sus futuros destinos.

## 3 ESTUDIOS Y REQUISITOS A CUMPLIR POR UNA GALERÍA DE TIRO CERRADA DE 25 METROS

### 3.1 Impacto medioambiental

En el presente apartado se llevará a cabo un estudio de la normativa medioambiental para determinar si es exigible o no un estudio del impacto ambiental específico para la ejecución de este proyecto, basado principalmente en la normativa nacional que a continuación se relaciona.

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos. [17]

Los anexos I y II de la norma nacional que se cita establecen perfecta y detalladamente los supuestos y casos en los que se aplica esta norma y por lo tanto los proyectos tanto de ámbito público como privado que deberían someterse a una evaluación del impacto ambiental específica. Tras analizarlos se puede afirmar que el presente proyecto queda fuera del ámbito de aplicación de dicha norma.

Si bien es cierto, al analizar el Anexo II de dicho Real Decreto en su apartado **n.** se puede leer en cuanto a su ámbito de aplicación y a la necesidad de ejecutar un plan de evaluación del impacto ambiental lo siguiente:

**n.** *“Los proyectos que no estando recogidos en el anexo I ni II cuando así lo requiera la normativa autonómica y a solicitud del órgano ambiental de la Comunidad Autónoma en la que esté ubicado el proyecto, acreditando para ello que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente. La exigencia de evaluación de impacto ambiental por la normativa autonómica podrá servir de acreditación a efectos de este apartado.”*

Es por ello por lo que, una vez descartado el Real Decreto Legislativo 1/2008, se debe analizar en virtud del apartado **n.** de su Anexo II la normativa autonómica, en este caso de la Comunidad de Galicia. La normativa autonómica vigente en materia de impacto ambiental es la siguiente:

- Decreto 442/1990, de 13 de septiembre L.G. 1990\217 Evaluación de Impacto Ambiental [18].
- Decreto 133/2008, de 12 de junio, por el que se regula la Evaluación de Incidencia Ambiental [19].

Analizando el ámbito de aplicación del Decreto 442/1990, en su Anexo I viene especificado su ámbito de aplicación y en qué casos se debe de ejecutar una evaluación particular del impacto ambiental. Una vez más el presente proyecto no se encuentra reflejado en la lista de supuestos.

Por último, en el Decreto 133/2008, en su Anexo I “Actividades sujetas al procedimiento de evaluación de incidencia ambiental” no se encuentra reflejada la galería de tiro como objeto de estudio.

Por todo lo anteriormente expuesto no es necesaria la redacción de un Estudio de Impacto Ambiental al uso para el presente proyecto.

Con ello y con todo, la Escuela Naval Militar está en posesión del Certificado de Gestión Medioambiental ISO 14001 [20], lo que implica que todos los trabajos a ejecutar en la misma deberán ajustarse a sus requerimientos mínimos y a la normativa aplicable. Se tendrá este punto en cuenta especialmente a la hora de planificar la generación, almacenamiento y clasificación de residuos. En este sentido se deberá de incluir en el presupuesto de la presente obra la limpieza del terreno interior de la galería que se encuentra contaminado con plomo debido a la acumulación de proyectiles.

### **3.2 Seguridad y salud**

Atendiendo al Real Decreto 1627/1997 [21], por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, la Armada Española está obligada a encargar la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los siguientes casos:

*“a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759 euros.*

*b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*

*c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*

*d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.”*

Tras analizar los supuestos se puede afirmar que la obra queda enmarcada en aquellas que precisan de un estudio de seguridad y salud ya que según lo calculado en el apartado 5.4 se cumple el caso a), por lo que el promotor (la Armada en este caso) deberá solicitar dicho estudio.

En este estudio se deberá de analizar en un primer momento todos los datos de la obra, así como la descripción de todos los trabajos que se van a llevar a cabo en la misma para poder proceder a la identificación de los riesgos derivados. A partir de ese momento se deberá de analizar parte por parte desde los trabajos previos necesarios (como demoliciones), hasta todas y cada una de las fases de ejecución diferente pasando por los medios auxiliares necesarios, la maquinaria, la autoprotección y protección individual, los controles de acceso a la obra y el mantenimiento.

### **3.3 Autorizaciones previas**

Las obras de remodelación de la actual galería de tiro se van a llevar a cabo en suelo que ya fue clasificado y calificado para uso del Ministerio de Defensa. No es necesario ocupar nuevas extensiones de terreno pues se va a realizar en el suelo actual. Por todo lo anterior, para comenzar a realizar y materializar este proyecto, el único trámite que sería necesario es el siguiente:

Solicitud de licencia municipal, para lo que sería suficiente el propio documento del Proyecto de la galería de tiro nueva.

### **3.4 Requisitos funcionales**

Se definen a continuación los requisitos funcionales a considerar en el diseño preliminar para la posterior construcción de la instalación. Todos los que a continuación se relacionan tienen carácter de imprescindibles para la obra [22] [23]. A saber:

- Para la protección de los habitáculos y sus accesos se debe de contar con puertas de seguridad cortafuegos con el blindaje correspondiente tanto en interiores como en exteriores.
- Aislamiento acústico y canalización de cableado y tuberías de la instalación de climatización a través de un falso techo (techo técnico).
- Ejecución de la climatización y ventilación de la galería. Con un segmento impulsor situado en la zona de tiradores, en la parte superior de las lunas blindadas; y otro segmento extractor situado tras los parabolas y sobre el talud de arena de sílice.
- Comunicación de instructores con los tiradores mediante la instalación de un sistema de megafonía.
- Seguridad en cuanto a balas perdidas a través de un sistema de parabolas frontal y oblicuo situado en la zona de blancos, tras los mismos.
- Los observadores si situarán en un graderío separado del área del campo de tiro por un vidrio de seguridad.
- Para la manipulación del arma antes y después del tiro se creará una zona fría anexa a la galería en la que se podrá custodiar armamento y munición.
- Control de los ejercicios de tiro, así como de parámetros como iluminación, climatización o disposición y movimiento de los blancos a través de los mecanismo situados al uso en el interior de la cabina del instructor.
- Se garantiza la máxima seguridad de los tiradores mediante la colocación y uso de mamparas de separación de seguridad, perfectamente reglamentadas por la documentación de la Real Federación Español de Tiro Olímpico [22].
- Se situarán en el interior de la galería 8 mamparas de separación para delimitar las 9 calles diferentes.
- Se deberá de situar en el interior de la zona fría diferentes armarios de seguridad y armeros. Serán estos los que tengan la capacidad para custodiar la munición y pistolas.
- En el pasillo de pertrechos reseñado en los correspondientes planos, montarán diferentes taquillas. Se debe reseñar que estas taquillas nunca podrán custodiar ni armamento ni munición, puesto que no tendrán el blindaje necesario para considerarse de seguridad. Se utilizarán para guardar diferentes uniformidades.
- Ejecución de zona de tiradores acorde al reglamento:

<b>Designación</b>	<b>Anchura</b>	<b>Profundidad</b>
Tiro rápido	1,5 metros	1,5 metros
Fuego central	1 metro	1,5 metros
Standard	1 metro	1,5 metros

**Tabla 3-1 Medidas estandarizadas puesto de tiro. (Elaboración propia)**

### **3.5 Requisitos de mantenimiento**

La galería deberá estar sujeta a un mantenimiento predictivo y correctivo a manos del personal de la Escuela Naval Militar. Se le dará prioridad al mantenimiento predictivo sobre el correctivo, considerando que el sistema más apropiado de mantenimiento es el integral. Las acciones de mantenimiento deberán incluir las establecidas en la legislación y normas aplicables.

### **3.6 Requisitos de formación**

Será necesario que exista una mínima formación adicional en el manejo del software de control de los blancos en los usuarios que actuarán desde la cabina del instructor. Además, será necesario que el instructor tenga capacidad de control del resto de usuarios, dar las explicaciones pertinentes en el aula multipropósito, conocer y aplicar todas las medidas de seguridad de personal y material, adecuar la iluminación interior de la galería en función del ejercicio que se esté realizando y gestionar las instalaciones de climatización interior.

En cuanto a los requisitos de formación de los tiradores serán nulos. Esto es debido a que el usuario más inexperto que va a disparar en la galería serán militares alumnos de la ENM, y es precisamente el formarles e instruirles el objetivo principal que persigue esta nueva galería.

### **3.7 Requisitos de seguridad estructural. DB-SE**

La finalidad buscada por dicho requisito, además de establecer los requerimientos fundamentales, es expuesta en el artículo 10 Parte 1 del CTE [24], y aplicada en medida y forma necesarias se resume en:

#### **Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural**

*“1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.*

*2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.*

*3. Los Documentos Básicos “DB SE Seguridad Estructural”, “DB-SE-AE Acciones en la edificación”, “DBSE- C Cimientos”, “DB-SE-A Acero”, “DB-SE-F Fábrica” y “DB-SE-M Madera”, especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.*

*4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural [25] vigente.*

- *Resistencia y estabilidad: la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.*
- *Aptitud al servicio: la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.*”

Todo estos requerimientos son de carácter eminentemente técnico. Se propone en el apartado 6.2 como línea futura el llevar a cabo un diseño y un análisis en profundidad de la estructura de hormigón armado que vertebrará la galería. Se deberán estudiar las sollicitaciones a las que se verá sometida dicha estructura y, en función de ellas, dimensionar los componentes de la misma para asegurar que se da cumplimiento a las exigencias básicas de seguridad estructural específicas del Código Técnico de Edificación.

### **3.8 Requisitos de seguridad de utilización y accesibilidad. DB-SUA**

La finalidad buscada por dicho requisito, además de establecer los requerimientos fundamentales, es expuesta en el artículo 12 de la Parte 1 del CTE [26] y aplicada en la medida y forma correspondientes se resumen en:

#### **Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad**

*“1. El objetivo del requisito básico "Seguridad de Utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.*

*2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.*

*3. El Documento Básico “DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad:*

- *Seguridad frente al riesgo de caídas: Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.*
- *Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento: Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o móviles del edificio.*
- *Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento: Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.*
- *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada: Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.*
- *Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación: Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.*

- *Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento: Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.*
- *Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo: Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.*
- *Accesibilidad: Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.”*

La presente norma perteneciente al CTE se debe observar en el momento del diseño de la galería haciendo especial hincapié en los detalles que se mencionan. Muchos de los puntos reseñados en la presente norma quedan perfectamente acreditados en la descripción general del propio proyecto, ya que el riesgo causado por alta ocupación, por impactos o por iluminación inadecuada son extremos que específicamente se han diseñado para dar cumplimiento no solo a esta norma, sino a las específicas que desarrolla la RFETO. Por otra parte, los detalles de seguridad frente a la acción del rayo, de accesibilidad o de caídas son igual de necesarios que los ya nombrados, pero de fácil cumplimiento en un correcto diseño de los elementos complementarios y espacios.

### 3.9 Requisitos de seguridad frente al ruido.

La finalidad buscada por dicho requisito, además de los requerimientos fundamentales, es expuesta en el artículo 14 de la Parte 1 del CTE [6] con carácter general. Pero el “**Documento Básico – HR. Protección contra el ruido**” especifica su ámbito de aplicación en el apartado II en que se puede leer lo siguiente:

*“El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el CTE en su artículo 2 (Parte I) exceptuándose los casos que se indican a continuación:*

- a) los recintos ruidosos, que se regirán por su reglamentación específica;*
- b) los recintos y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán recintos de actividad respecto a las unidades de uso colindantes a efectos de aislamiento acústico;*
- c) las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m<sup>3</sup>, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán recintos protegidos respecto de otros recintos y del exterior a efectos de aislamiento acústico;*
- d) las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo, quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente debido a su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.”*

Leyendo lo expuesto anteriormente se afirma que el presente proyecto de Galería de tiro no entra en el ámbito de aplicación del Documento Básico – HR. En cumplimiento de la excepción reseñada en el apartado a) del anterior artículo, las galerías de tiro se rigen por su reglamentación específica que se expone a continuación.

Por lo anterior se creó la norma **UNE-EN ISO 17201:2010 “Acústica. Ruido en galerías de tiro”** [27] Esta norma se desarrolla en cinco partes diferente, todas relativas a la gestión del ruido producido en una galería de tiro, siendo la *Parte 5: Gestión y administración del ruido* la que interesa en el presente trabajo: [27]

Esta parte de la norma proporciona las directrices guía para la gestión de la actividad del tiro en galerías y campos de tiro. Trata de una manera más específica el control del ruido recibido en el exterior de dichas instalaciones a diferentes distancias de la misma en puntos específicos de medición.

En términos generales, las autoridades nacionales y regionales deben llevar a cabo la legislación necesaria que especifique de qué manera las galerías de tiro cumplirán con esta gestión acústica.

Esta parte es también utilizada para planear la construcción o rehabilitación de instalaciones de tiro. Se pretende cumplir con la normativa regional que regula esta gestión, así como la regulación, que implica la conversión del nivel de exposición sonora en otros indicadores específicos dados en la parte 3 de la norma.

Sería aconsejable llevar a cabo una medición de los niveles de intensidad sonora recibidos en puntos específicos del exterior de la galería de tiro siguiendo el procedimiento que propone la presente norma. Pero en el caso de este trabajo, no se estima inmediatamente necesario y es por ello por lo que es propuesto en el apartado 6.2 como línea futura de investigación. Y esto es debido a que:

- La galería de tiro existe desde hace más de 50 años y nunca ha originado ninguna queja vecinal ni oficial por el ruido emitido durante su utilización.
- La ubicación de la galería es en el interior de instalaciones militares.
- La mínima distancia a una vivienda es de 400 metros. Es una gran distancia tanto a las viviendas como al núcleo urbano.
- Bajo nivel sonoro de la carga de un cartucho de 9mm (142 dB).

## 4 GALERÍA DE TIRO ACTUAL

La galería de tiro actual de la Escuela Naval Militar es utilizada para realizar tiro con arma corta (pistola de 0.32, 0.38 o 9 mm). Se encuentra situada en las inmediaciones del muelle de Atán, como se muestra en la Figura 4-1 y se trata de una galería construida en la segunda mitad del siglo pasado teniendo en este momento algo más de 50 años. Este es uno de los principales causantes de la aparición de las diferentes oportunidades de mejora explicadas en el apartado 4.2.



Figura 4-1 Situación de la galería de tiro. (Elaboración propia)

### 4.1 El arma corta y galería de tiro en la Escuela Naval Militar

A continuación, se analizarán los diferentes usos que se le da a la galería de tiro de arma corta de la Escuela Naval Militar.

#### 4.1.1 Campeonato militar Interacademias

Las competiciones deportivas de Interacademias se realizan por norma cada dos años compitiendo los militares alumnos de las tres escuelas principales de la Armada y los ejércitos: Escuela Naval Militar, Academia General Militar y Academia General del Aire, con la reciente incorporación de los cuerpos

comunes de la Academia Central de la Defensa. De manera rotativa cada una de las tres primeras escuelas nombradas alberga y es anfitriona del resto de competidores.

Se llevan a cabo un gran número de competiciones deportivas conducidas por jueces federados dándole todo el realce que merece la ocasión con sendos actos de apertura y clausura en los que participan todos los deportistas.

Uno de los deportes que se practica es el tiro con arma corta siguiendo las directrices que marca la Real Federación Española de Tiro Olímpico. Las pruebas de esta competición son las siguientes:

<b>Fase</b>	<b>Número serie/ disparos</b>	<b>Tiempo límite para fase de competición</b>
Precisión	Seis series de cinco disparos	Cinco minutos cada serie
Tiro rápido	Seis series de cinco disparos	Luz verde 3 segundos Luz roja 7 segundos
Velocidad militar	Seis series de cinco disparos	30 segundos / 20 segundos/ 10 segundos (bis)

**Tabla 4-1 Pruebas de competición de Interacademias. (Elaboración propia)**

Cada una de las academias y escuelas militares presenta a un equipo de tiro de arma corta conformado por tres personas, que es el número de competidores, y que están comandados por un entrenador. En la Escuela Naval el equipo de tiro está formado por un oficial a cargo del equipo, un entrenador del equipo que puede o no competir, tres competidores y además algún reserva por si hiciera falta suplir alguna ausencia. Nadie tiene la permanencia asegurada de un año al siguiente, y todos los componentes se someten anualmente a un proceso de selección para entrar en el equipo y, si lo consiguen, para dirimir si lo hacen como competidores o como reservas.

El equipo de tiro de la ENM no entrena habitualmente a no ser que haya un Campeonato de Interacademias cercano en el tiempo, por lo que en períodos en los que no se prevén, se encuentra desactivado. En el momento en el que se activa, se hace uso de la galería de tiro de 9 mm semanalmente convirtiéndose en las personas que más utilizan la misma de entre todo el personal que habitualmente entrena en ella, que se explicará en los siguientes apartados.

#### *4.1.2 Instrucción y adiestramiento de los militares alumnos*

La instrucción y adiestramiento de los militares alumnos es el principal uso que se le da a la galería de tiro de la Escuela Naval Militar, y todos los esfuerzos de personal y de material deben ir focalizados a ofrecer a los aspirantes y guardiamarinas la mejor oportunidad de adiestrarse en el uso de armamento moderno, así como de unas instalaciones lo más nuevas posibles. Si se pensara en el campeonato de Interacademias o en la instrucción de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado el proyecto de galería sería diferente y tendría unas características técnicas y constructivas distintas, pero como “escuela” la ENM debe primar a los militares alumnos teniéndose que adaptar el resto de personal que haga uso de esta.

La primera toma de contacto con las armas en general, y con la galería de tiro de arma corta en particular se tiene en la primera semana en la que los aspirantes de primer año ingresan en la Armada. Se encuentran inmersos en su proceso de adaptación a la vida y al régimen militar llamado de manera

común “cursillo previo”, y es cuando se explican las primeras nociones básicas acerca de las pistolas de 9 mm de que dispone la armada y de cómo se usan. Tras la explicación de las preceptivas medidas de seguridad, en grupos de nueve personas, debido a que se disponen de nueve líneas de tiro en la galería, llevan a cabo el que para la mayoría es el primer tiro de su vida. No se busca la realización de un tiro ni preciso ni exacto, sino que sientan en la mano y en el cuerpo entero la sensación de disparar el que será en el futuro de muchos una herramienta más de su trabajo diario.

Ya en los primeros tiros que se programan para estos aspirantes debe haber algún miembro del equipo de tiro observando a los tiradores, pues lo normal es encontrar a más de uno con una especial facilidad a la hora de hacer puntería, que hasta ese momento era absolutamente desconocido incluso por el propio tirador. A este tipo de personas que parecen nacer con ese don natural se les invita a unirse de manera temporal al equipo de tiro, pues el potencial que muestran si es bien adiestrado y encaminado, puede resultar en un gran tirador.

A partir de esa primera toma de contacto, en el programa de I+A (Instrucción y Adiestramiento) de la Jefatura de Instrucción de la Escuela Naval se programan una serie de tiros tanto de arma larga como de arma corta a lo largo de los siguientes años.

Estos tiros son evaluados por el comandante de cada una de las brigadas y es una nota más que servirá para escalafonar finalmente a los alumnos de cada una de las promociones. Estos tiros suelen llevarse a cabo mensualmente, ocupando cada brigada de la Escuela Naval cada una de las semanas.

Además de esos tiros programados, los militares alumnos disponen de más oportunidades de adiestramiento en el uso de la pistola de 9 mm a lo largo de las dos semanas I+A, una cada cuatrimestre, que se desarrollan en la Escuela. En ese caso particular no existe un patrón específico de uso de la misma. Lo único seguro es que a todos los alumnos se les programa al menos un ejercicio de tiro con arma corta.

Como se ha explicado anteriormente y, para resumir, la ENM trata de ofrecer el mayor número de oportunidades de adiestramiento en la galería a pesar del apretado horario que deben seguir los alumnos. Todo adiestramiento extra que se haga, fuera del ya planeado, resultará en una mejor preparación y conocimiento de los militares alumnos. Es en ese sentido en el que se debe hacer el esfuerzo de buscar más horas de instrucción.

Como punto negativo, al ser una galería abierta es dependiente en gran medida de la meteorología, pues en un día lluvioso o con excesivo viento es imposible realizar correctamente un tiro. Esa es una de las principales razones por las que el presente proyecto la propone cerrada, para que no sea desperdiciada ni una sola oportunidad de adiestrarse por parte de los alumnos.

#### *4.1.3 Uso externo: Guardia Civil, Policía Nacional y Policía Local de Marín.*

Como es tradicional en el seno de las Fuerzas Armadas, se promueve el trabajo conjunto con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, y una de las expresiones más importantes de ese trabajo se lleva a cabo en la galería de tiro de pistola de la ENM.

Los policías del Cuerpo Nacional de Policía y de la Policía Local de Marín, así como los guardias civiles hacen uso de estas instalaciones para realizar sus prácticas de tiro correspondientes. Para mantener su certificación en el uso de su arma reglamentaria y para mejorar su destreza en el manejo de la misma deben llevar a cabo prácticas constantes.

Es precisamente por ello, que no siendo proyectada específicamente la galería para el adiestramiento de este personal, y teniendo en cuenta que el número de policías nacionales sumado al de locales y al de guardias civiles es bastante amplio, es el uso más habitual que se le da. De hecho, se llega incluso a albergar diferentes tipos de competiciones de tiro policiales.

#### *4.1.4 Otros usos*

Los anteriores puntos hacen referencia a la explotación programada anual de la galería de tiro por parte de los diferentes usuarios. En el marco del adiestramiento conjunto de las Fuerzas Armadas, se

programan multitud de ejercicios y adiestramientos para las diferentes unidades que las conforman. Derivados de estos ejercicios de carácter extraordinario, como es el caso del adiestramiento que tiene lugar en febrero de 2.019 por parte de la Fuerza de Guerra Naval Especial a bordo de la ENM, la galería de tiro de arma corta es utilizada también por estas unidades de élite con carácter extraordinario.

#### 4.2 Análisis específico de la galería de tiro actual: oportunidades de mejora

Tras analizar todas las medidas, estudios y requisitos que debe cumplir una galería de tiro de 25 metros, se procede a analizar la actual galería de la Escuela Naval, cuya vista general puede ser apreciada en la Figura 4-2, para detectar aquellos aspectos en los que se debe mejorar. Partiendo de la base de que la actual es abierta, y la propuesta es hacerla cerrada, las medidas y obras programadas serán de gran calado.



Figura 4-2 Vista general de la galería de tiro actual de la ENM. (Elaboración propia)

La galería de tiro consta de cubiertas y techados para la zona de tiradores y para la zona de blancos encontrándose el resto a cielo abierto.

A lo largo de su vida útil ha sufrido numerosos desperfectos debidos al normal uso de esta y a las condiciones ambientales y meteorológicas de la zona, siendo mucho más graves los ocasionados por estas últimas. Se ha ido realizando pequeñas obras de mantenimientos cuando era necesario, siendo la última, y además de mayor calado, la que tuvo lugar en febrero del 2009 [28] [29].

Es en esa fecha cuando la galería sufrió varios desperfectos como consecuencia de un fuerte temporal con vientos superiores a los 60 nudos de viento (110 km/h). Ya en la propia memoria de esa pequeña obra de reparación queda patente que esos desperfectos impiden su utilización al suponer un “*importante riesgo para la seguridad de las personas*”, por la posibilidad de derrumbe de uno de los muros perimetrales.

De hecho, se llegó a enviar un informe de peligro con la clasificación de “*moderado: no realizar la actividad hasta la adopción de medidas que mitiguen la situación expresada*”. Las acciones destinadas a su corrección definitiva son necesarias, pero no urgentes [28].

Esta obra estuvo destinada a la demolición y posterior ejecución del muro este que quedó en ruinas, pero en la memoria de la obra se llega a afirmar que la galería sufre además daños en el muro norte, lindante con la mar, y que debido a movimientos en su cimentación presenta desde hace tiempo numerosas fisuras y desplazamientos, como se ven en la siguiente figura. La adecuación general de la galería consistiría en una obra con un alcance mucho mayor.



Figura 4-3 Desperfecto originado en el muro norte. (Elaboración propia)

#### 4.2.1 Seguridad

##### 4.2.1.1 Del personal

En este apartado se analizan las medidas implementadas en la galería para la seguridad física de las personas tanto si son tiradores, como si son observadores o instructores de los ejercicios de tiro.

Para el caso de los observadores, tiradores e instructores del ejercicio, se disponen de auriculares de protección auditiva para que la continua explosión de la pólvora de los cartuchos disparados no dañe sus oídos.

Existe una mampara de separación entre cada uno de los puestos de tiro consistente en una chapa metálica de grosor inferior a 2cm, insuficiente para detener un disparo directo sobre ella, como se puede apreciar en la Figura 4-4. Así mismo no existe una separación física (luna blindada) entre la zona de tiradores y el resto del personal que se encuentra en el interior de la galería.



Figura 4-4 Puestos de tiros y mamparas de separación. (Elaboración propia)

#### 4.2.1.2 Del material

Los muros laterales de la galería de tiro y la pared de la zona de blancos que se muestra al tirador se encuentran revestidos por unas láminas de caucho sintético no regenerador (butilo) de 2 centímetros de espesor, mostradas en la Figura 4-5.



**Figura 4-5** Detalle del revestimiento del muro oeste. (Elaboración propia)

Tras la zona de blancos, no existe ningún tipo de paraballas. Directamente las balas de plomo disparadas van a quedar atrapadas en el talud de arena. Este talud está confinado por dos muretes de contención hechos con listones de madera, que se encuentran deteriorados y semi descompuestos debido a que también ellos absorben gran parte de los proyectiles disparados.

Los muros y vigas laterales tienen un revestimiento de madera de pino en tablones de 8 centímetros de espesor, colocados mediante tornillos y anclados al muro de fábrica de bloque de hormigón.

En la galería de tiro actual, los nueve blancos se mueven de manera simultánea en tres grupos de tres blancos. Esto lo hacen por medio de la maquinaria que se encuentra en la parte inferior de la zona de los blancos, protegida por un murete de hormigón de 20 centímetros de espesor. Dicho muro se encuentra a su vez revestido con listones de madera y láminas de caucho sintético.

Debido a que la galería se encuentra emplazada a escasos 3 metros de la mar se debe proteger los muros y las cubiertas a través de una impermeabilización monocapa adherida. De esa manera se mejora en el mantenimiento preventivo de las instalaciones.

#### *4.2.2 Iluminación*

La iluminación de la galería, al ser abierta, depende en su mayoría de la luz solar con lo que ello implica. Esta es otra de las razones por las cuales las condiciones de instrucción, adiestramiento o competición dependen de la meteorología del día.

La zona de observadores, instructores y tiradores se encuentra iluminada por unos ventanales situados en el muro sur de la galería, además de contar con numerosos tubos fluorescentes colgados del techo.

La zona de blancos se encuentra a su vez iluminada por lámparas antiguas y por fluorescentes, todos ellos situados tras los blancos. No existe ningún tipo de foco que ilumine directamente a los blancos de frente.

### 4.2.3 Climatización y control de la humedad

Al ser una galería abierta, no existe control efectivo sobre la climatización de las diferentes zonas de la galería, ni posibilidad de controlar el porcentaje de humedad en el ambiente. Como mucho se pueden tomar mediciones de esta. No es necesario en este caso ningún tipo de sistema de regeneración y limpieza de la atmósfera por los gases emitidos en la combustión, pues directamente son expulsados al exterior. Este caso se perfila como uno más dependiente de la meteorología y climatología del lugar en el que se encuentra situada la galería.

### 4.2.4 Zonas

Mediante un análisis de la disposición actual de la galería, se pueden diferenciar las siguientes zonas:

#### 4.2.4.1 Zona de blancos

Es la zona comprendida desde el murete de protección de la maquinaria de accionamiento de los blancos hasta el muro norte exterior de la galería de tiro. En ella se encuentran situados los blancos, su maquinaria de accionamiento, el talud de arena con sus correspondientes muros de contención y las lámparas de iluminación. Se encuentra techado por una cubierta con perfil nervado de chapa de acero galvanizada y lacada [29].

Se debe destacar que, tras el muro norte de la galería, a escasos tres metros, se encuentra el final del muelle de la Escuela Naval alcanzando la Ría de Pontevedra. Por esa zona habitualmente navegan pescadores y demás embarcaciones por lo que la capacidad de absorción de balas de los mecanismos parabolas de la zona de blancos debe ser máxima.

Teniendo en cuenta lo anterior, y analizando el estado en el que se encuentra la cubierta, observado en la Figura 4-6, queda patente la necesidad de una gran mejora en cuanto a seguridad de la zona de blancos.

Como se explicó en la introducción del apartado 4.2, la última gran obra ejecutada en febrero del año 2009 [28] dejaba entrever la necesidad de una obra de mayor calado. Hacía referencia al muro norte, el que linda con la mar, en el cual pueden apreciarse a simple vista grietas e imperfecciones fruto del movimiento de los cimientos.

Si bien el muro este se cimentó y construyó entero de nuevo, se recomendó un gran proyecto de reforma y rehabilitación total de la galería, pues que el movimiento en los cimientos había comenzado a producir serios problemas



Figura 4-6 Techado de la zona de blancos agujereado por impactos. (Elaboración propia)

#### 4.2.4.2 Zona de tiradores

La zona de tiradores comienza donde finaliza el césped de la zona intermedia y se extiende 1,25 m de largo por 17,5 m de ancho (el ancho total de la galería). El puesto de un tirador es, por lo tanto, de 1,25 m de largo por 1,9 m de ancho. Esto incumple actualmente la normativa expuesta que estipula que debe ser al menos de 1,5 m por 1,5 m.

Esta zona se encuentra techada por una cubierta con perfil nervado de chapa de acero galvanizada y lacada, al igual que la zona de blancos [29].

No existe barrera física alguna entre la zona de tiradores y el muro sur exterior de la galería entre los cuales se sitúan los observadores y los instructores del tiro.

En la parte superior y ligeramente adelantados hacia los blancos se sitúan tres semáforos, uno por cada grupo de tres blancos, que pueden ser controlados por el instructor desde su puesto para indicar que se puede hacer fuego, que está a punto de detenerse el fuego y que se haga alto el fuego.

Entre cada uno de los nueve puestos de tiro se sitúa una mampara de separación de chapa metálica cuyas dimensiones deberían de seguir las establecidas de la normativa al igual que la mesa auxiliar de apoyo, explicado en el apartado 5.3.9.

#### 4.2.4.3 Zona intermedia

Esta zona es la correspondiente a la que se encuentra entre la zona de tiradores y la zona de blancos. Son los 25 m que debe de volar el proyectil desde la boca de fuego de la pistola hasta impactar contra el blanco.

En la galería de tiro actual esta zona está entera formada por tierra con césped natural, y es precisamente esta zona la que se encuentra abierta, no está techada. Se puede considerar que se encuentra contaminada con las balas de plomo que impactan en la tierra y son absorbidas por la misma, ya que resulta imposible su localización bajo la hierba y la tierra, por lo que sería necesario llevar a cabo un saneamiento.

Los muros laterales son muros de fábrica de bloque de hormigón de 25 cm de espesor. Se debe destacar que el muro este fue demolido, cimentado con zapatas de hormigón armado y con vigas de atado del mismo material, y construido en febrero del 2009 y se encuentra en perfecto estado de conservación, a diferencia del muro oeste, que presenta pequeñas grietas y erosiones ocasionadas por el paso del tiempo.

A su vez, estos muros y los pilares de hormigón armado se encuentran revestidos de tabloncillos de madera de pino de 8 cm de espesor, colocados mediante tornillos al muro de fábrica.

Por último, se sitúan láminas de caucho sintético de 2 cm de espesor a lo largo de todo el muro, desde el suelo hasta una altura aproximada de 2,5 m.

Existen dos planchas de madera a los 7 m y a los 15 m que cruzan transversalmente la galería y se apoyan sus extremos en el muro este y oeste. Actúan a modo de parabalas para los posibles proyectiles que puedan escaparse fuera de la galería. Debido a que no se encuentra protegida esa madera con ningún tipo de revestimiento de seguridad, se encuentra en unas mejorables condiciones de mantenimiento.

#### 4.2.4.4 Zona de observadores

Esta zona corresponde al graderío situado tras la zona de tiradores, separada por una barandilla metálica. Se trata de una grada corrida que ocupa, a excepción de un pequeño hueco en la entrada para un armario, la anchura total de la galería. El personal que no participa en un determinado ejercicio y solo observa debe protegerse los oídos con tapones o con cascos debido a que no se encuentra separada esta zona de la de tiradores por una luna blindada.

#### 4.2.4.5 Zona de mando y control

Esta zona es la que se encuentra inmediatamente anexa a la de tiradores, y básicamente en la galería se trata de una mesa en la que se sitúan los mandos de accionamiento de los blancos. Es en esta zona donde se lleva a cabo la manipulación de las armas antes y después de uso, donde se municionan los cargadores a utilizar y donde se almacena todo aquel material que se vaya a usar (blancos, parches, más pistolas, varillas, cascos, etc.).

#### 4.2.5 Acústico

Todo el personal que se encuentre en el interior de la galería de tiro debe llevar tapones o auriculares de protección auditiva debido a que no existe en ella una cabina insonorizada tras la que se pueda apreciar el tiro. Por ello, y siguiendo el reglamento de la RFETO, se debe proteger la salud de los tiradores, de los instructores y de los observadores del ejercicio de tiro.

Se debería de llevar a cabo un análisis del tiempo de reverberación del ruido generado por la explosión de la pólvora de los cartuchos disparados, ya que es fundamental que este sea lo más pequeño posible. Se tendría que medir el nivel sonoro desde el momento en el que el emisor de ruido (la explosión de la pólvora) cesa de emitirlo, hasta el momento en el que dicho nivel desciende 60 dB. De esa manera se obtendría el tiempo de reverberación que radicaría en el diseño de los revestimientos fonoabsorbentes. [30]

Resulta imposible llevar a cabo dicho estudio, pues la galería de tiro actual es abierta y los frentes de onda son emitidos hacia el exterior, generando una situación en la que hablar de tiempos de reverberación, absorción o reflexión del sonido no tendría sentido.

#### 4.2.6 Blancos

##### 4.2.6.1 Domótica del movimiento

El movimiento que realizan los blancos es rotatorio 90° en sentido contrario a las agujas del reloj para ponerse de perfil al tirador, y rotatorio 90° en sentido de las agujas del reloj para mostrarse al tirador. Este movimiento ordena desde el panel de control situado en la zona de mando y control por el instructor del ejercicio. [31] Los nueve blancos están anclados en tres grupos de tres blancos (Figura 4-7), y el movimiento de cada uno de los tríos es simultáneo; esto es, cuando el instructor acciona el botón del primer trío, los blancos uno, dos y tres rotan exactamente al mismo tiempo.

##### 4.2.6.2 Equipamiento mecánico



Figura 4-7 Trío de blancos y equipamiento mecánico. (Elaboración propia)

Cada uno de los tríos de blancos consta de un motor que es el que transmite el movimiento rotativo a la caja de engranajes anexa que los transforma en un movimiento lineal alternativo en sentido paralelo a la línea de blancos. Este movimiento lineal es transmitido, a través de las barras metálicas que unen los tres blancos y les hace moverse de manera simultánea, a la base de estos. Una vez llega ese movimiento lineal a la base, por medio de un mecanismo de cigüeñal es convertido de nuevo en un movimiento rotativo. De esta manera, al accionar una vez el botón, el motor originará un giro de 90° del blanco en sentido horario; y al volver a accionarlo, en sentido antihorario.

### Oportunidades de mejora

---

<b>Seguridad</b>	Protección auditiva observadores/público Mamparas de separación insuficientes Inexistencia de luna blindada Insuficientes revestimientos especiales Insuficientes mecanismos parabolas Manipulación del armamento en lugar no asegurado
<b>Iluminación</b>	Dependencia de luz solar Iluminación blancos insuficiente No control de iluminación en zona intermedia
<b>Climatización y control de humedad</b>	Inexistente, dependiente de meteorología
<b>Acústica</b>	Inexistencia cabinas insonorizadas Imposibilidad análisis acústico
<b>Blancos</b>	Imposibilidad de movimiento individual Imposibilidad programación de movimientos
<b>Mando y control</b>	Inexistencia registro automatizado
<b>Carpintería</b>	Inexistencia puertas blindadas cortafuegos
<b>Impacto medioambiental</b>	Suelo contaminado por plomo

---

Tabla 4-2 Resumen de las oportunidades de mejora de la galería actual. (Elaboración propia)

## **5 PROPUESTA DE DISEÑO PRELIMINAR**

### **5.1 Generalidades**

Como conclusión del apartado 4.2 se extrae la necesidad que tiene la ENM para la construcción de una nueva galería de tiro de arma corta. La actual ha cumplido su función los últimos cerca de 50 años, pero, como se ha podido comprobar en el apartado 3, bajo los diferentes requisitos y medidas de seguridad subyace la máxima que persigue las Fuerzas Armadas en tiempo de paz: la seguridad del personal y del material.

Tras llevar a cabo un análisis, como el realizado en febrero de 2009, se llega a la conclusión de que la principal fuente de deficiencias es la estructura actual que se encuentran bajo tierra, pues es la cimentación la que ha comenzado a ceder y a moverse provocando los correspondientes desperfectos ya mostrado en la Figura 4-3. Por ello se decide que la solución pasa por ejecutar una galería de tiro de nueva construcción, conclusión alcanzada ya en la obra de mantenimiento llevada a cabo en 2009 [28].

### **5.2 Memoria descriptiva**

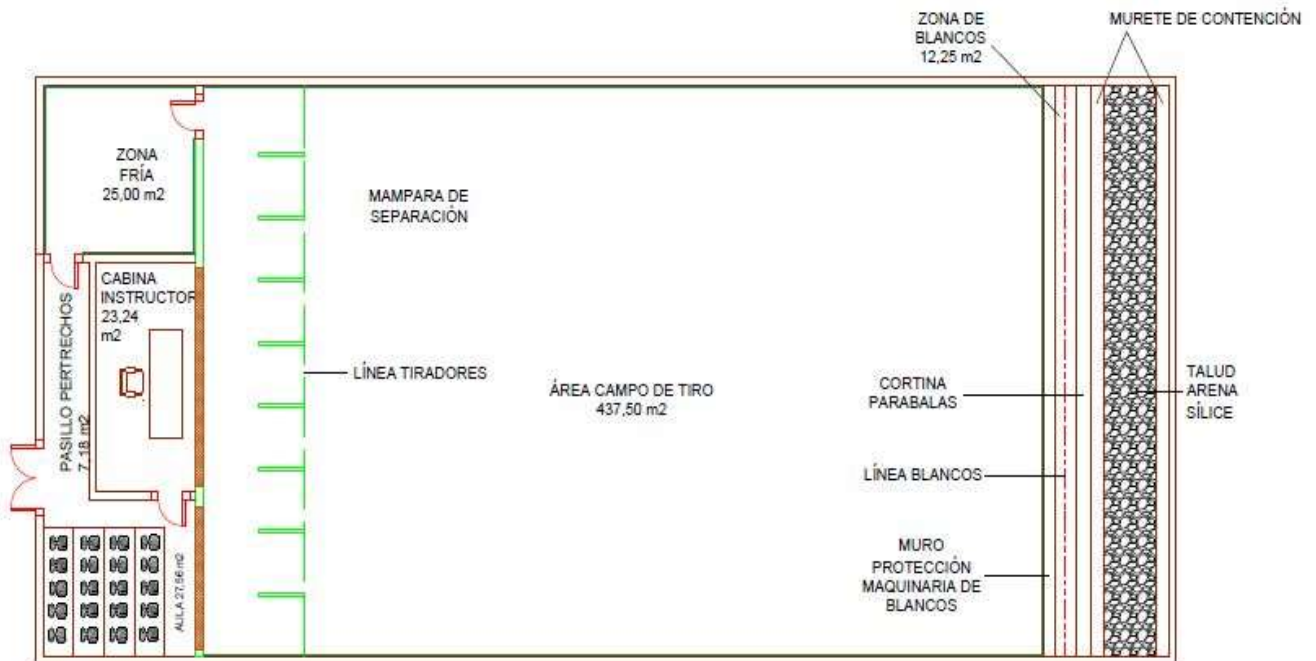
El presente proyecto busca la construcción de una nueva galería de tiro de arma corta de 25 m con estructura de hormigón armado, techo a un agua, con una estructura conformada por pilares y vigas de diferentes tamaños de hormigón armado, conformada por una sala de observadores y aula multifunción, una cabina de instructor, una habitación que actuará de zona fría y el espacio en sí del campo de tiro. Debe ser apta para pistolas de calibres 0.32, 0.38 y 9 mm. La situación de la nueva galería de tiro será la parcela que ocupa la actual galería, previa demolición de esta. Por el norte y el oeste linda con la mar, en el muelle de Atán de la ENM; por el sur, con diferentes pañoles y antenas pertenecientes al CEMEDM; y, por el este, con instalaciones pertenecientes al SEA.

La distribución general en planta de la nueva galería de tiro puede ser observada en la Figura 5-1, en la que se puede observar los habitáculos anteriormente mencionados. Como se puede apreciar, el campo de tiro en sí ocupa el mayor porcentaje de superficie con respecto al resto. La zona de blancos es la comprendida entre las cortinas parabolas y el murete de contención exterior del talud de arena de sílice. La zona de tiradores vendrá delimitada por la propia línea de 25 m y el tabique que separa el campo de tiro del resto de habitáculos. Se puede también observar cómo la entrada a la galería deberá

hacerse a través de la puerta de seguridad de la zona fría, para que previamente el tirador prepare su arma en dicho habitáculo.

Por otro lado, se debe reseñar cómo el instructor desde su cabina tendrá visión total del área de campo de tiro, así como de todos los puestos de tiro. Es necesario hacer hincapié en esto último, pues teniendo en cuenta que los tiradores serán no expertos, deberán ser vigilados.

Por último, se puede observar otra novedad en la Figura 5-1. Se ejecutará un aula multipropósito que servirá tanto para dar explicaciones previas, evaluaciones posteriores y que a su vez servirá como cabina de seguridad (tras luna blindada) para los observadores de los ejercicios de tiro.



**Figura 5-1 Planta de la nueva galería de tiro. (Elaboración propia)**

El uso que se le dará a las nuevas instalaciones será el mismo que el actual explicado en el apartado 4. Además de este, se le añade la ventaja de poder realizar tiro a 10 m (categoría de competición reconocida por la RFETO) [7], y no solo a 25 m.

Se debe proceder en una primera instancia a la demolición de la estructura actual y retirada de escombros para poder llevar a cabo un saneamiento del terreno, contaminado actualmente por la presencia de grandes cantidades de plomo proveniente de las balas que no son retiradas de la zona intermedia. Seguidamente se demolerá la cimentación de hormigón para su posterior retirada. Como bien se especifica en el apartado 3.1, la Escuela Naval se encuentra en posesión del certificado ISO 14001 y por ello se debe cuidar que se realizan todos los transportes de residuos inertes tanto a los camiones como a su destino final de acuerdo a la legislación vigente [20].

Tras la retirada de todo el material que se ha demolido comenzará la fase en la que se ejecutará la nueva galería de tiro proyectada. En una primera instancia se comenzará con la cimentación de la estructura con un encepado de dos micropilotes por cada uno de los pilares. Es el modelo de cimentación más conveniente en este caso puesto que, siendo la zona de construcción de relleno, el terreno resistente se encuentra a una profundidad tal que precisa de pilotes. Como precedente se tiene el edificio de nueva construcción de investigación del Centro Universitario de la Defensa, que precisó de esta misma cimentación.

En cuanto a estructuras se ejecutará la losa maciza de hormigón horizontal sobre la que se construirán tanto los muros de hormigón exteriores (norte, sur, este y oeste) como los diferentes tabiques interiores que separaran los diferentes habitáculos con los que contará la galería. Para el sustento de los muros

exteriores y de las cubiertas posteriores se ejecutarán a su vez los pilares y las vigas de hormigón armado, detallado todo ello en los correspondientes planos.

Tras la ejecución de las obras anteriormente mencionadas se procederá a construir la cubierta de la galería que será una cubierta plana, a un agua, no transitable e impermeable por medio de láminas asfálticas. Se debe destacar que teniendo en cuenta la climatología del área geográfica en la que se sitúa la galería es de esperar que tenga que estar preparada con un correcto sistema de evacuación de aguas pluviales por medio de la colocación de canalones y de bajantes en el exterior de la instalación.

Es a su vez de vital importancia la protección de los puntos más vulnerables por los cuales se pueden suceder filtraciones de agua, por ello se deberán impermeabilizar los encuentros de las cubiertas con los muros de hormigón verticales, así como el encuentro del estos con el propio suelo, para evitar filtraciones a través de ellos que vayan debilitando el material. Si no se tiene especial atención a esto, en el largo plazo se traducirá en graves problemas estructurales o incluso repetirse los existentes en la actualidad.

Se deberá llevar a la nueva instalación eléctrica a lo largo de toda la instalación para alimentar a todos aquellos dispositivos y sistemas que precisen de ello. Poco tiene que ver la distribución eléctrica final proyectada con la que se puede observar en la actualidad. Y esto es debido a que se deberá alimentar todo el sistema de iluminación presente en los cuatro habitáculos de la galería, los motores que mueven los blancos, así como todo el sistema informático que lo maneja y las unidades de climatización y renovación de la atmósfera interior.

El perfil del techo en los 25 metros de la zona intermedia hace que se genere cada cierto espacio un escalón, el cual es aprovechado para el montaje de las luminarias formadas por 2 tubos fluorescentes cada una de ellas. A excepción del último escalón, el más cercano a la línea de blancos, en el cual se situarán focos LED para conseguir una mejor iluminación cercana de los objetivos a batir, como se aprecia en la Figura 5-2. Además de esta iluminación, se dotarán la cabina del instructor, la zona fría y la zona de observadores y aula multipropósito de las mismas luminarias fluorescentes utilizadas en la zona intermedia. Por último, se debe destacar que se deben incluir las medidas de seguridad necesarias y obligatorias, por lo que se añaden las correspondientes luminarias de emergencia.



**Figura 5-2 Distribución luminarias y focos LED. (Elaboración propia)**

Como se explicó en el apartado 4.2.1, la seguridad debe ser una de las principales metas que debe perseguir esta nueva construcción y es por ello por lo que se dota a la nueva galería de un sistema parabolas completo, redundante y completamente seguro formado por las láminas perpendiculares que se muestran al tirador detrás del blanco. Tras estas se sitúan las láminas oblicuas parabolas que absorben las balas que superen la primera línea, y en última instancia se tiene el talud de arena de silicio. Con todo este completo sistema, se garantiza que la totalidad de las balas disparadas serán absorbidas en la zona de blancos, y que ninguna de ellas es expulsada al exterior de la galería.

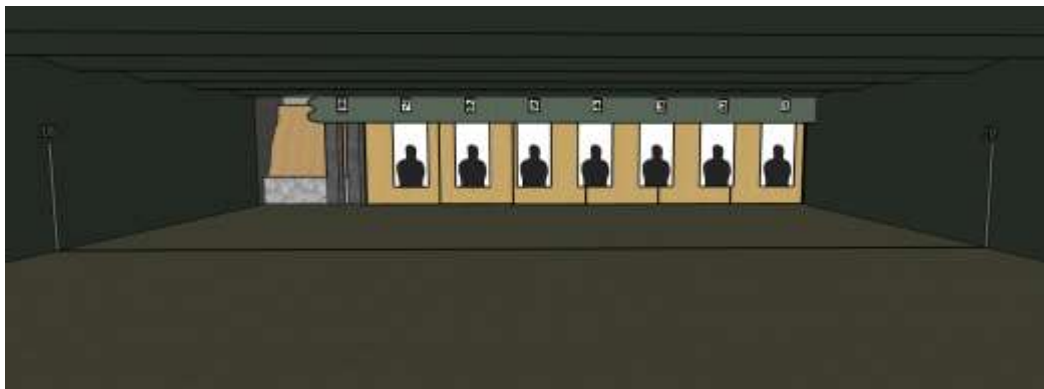
Se instalará un sistema de climatización y control de la humedad que regenerará la atmósfera en el interior de la galería. Esta instalación será necesaria puesto que al ser cerrada se concentrarían los vapores y humos tóxicos generados en la combustión de la pólvora de los cartuchos disparados. El

sistema impulsor de aire se encontrará en el interior de la zona de tiradores anclados al techo en la parte inmediatamente superior a las lunas blindadas; y, el sistema extractor en la parte posterior de las láminas parabólicas de la zona de blancos.

Para la protección acústica, tanto observadores como instructores contarán con una luna blindada y un tabique de separación de 25 cm de espesor con la zona del campo de tiro, con lo que se evitarán que estos deban usar cualquier tipo de protección auditiva. En el caso de los tiradores, deberán continuar cumpliendo la normativa y protegiendo sus oídos con los diferentes cascos y tapones homologados con los que se cuenta en la ENM.

Otro aspecto relacionado con la seguridad es la existencia de puertas cortafuegos. Se montará una puerta de acceso principal a la galería de dos hojas. En el interior de la edificación, las tres puertas restantes serán así mismo cortafuegos, pero de una sola hoja.

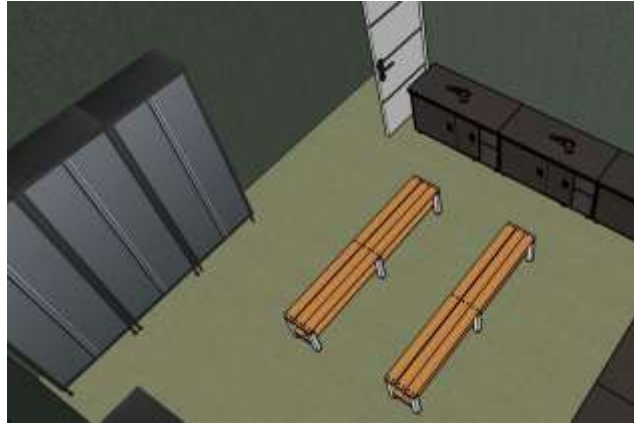
Cabe destacar una de las principales mejoras en cuanto a seguridad del tirador que se incluirán en la galería proyectada. Y esta es la de la inclusión de revestimientos especiales de caucho sintético aglomerado y antirrebote tanto en paredes, como en techos, en el propio pavimento y en los diferentes muretes de protección construidos, observado en la Figura 5-3 [32].



**Figura 5-3 Vista de galería desde línea de 25 m. (Elaboración propia)**

Los sistemas de blancos y su software controlador serán sustituidos por unos más modernos. El nuevo tipo de blanco será independiente del resto y podrán moverse de manera individualizada, y no en tríos como es el sistema actual. Se podrá programar diferentes ejercicios en los cuales los blancos seguirán un patrón de movimiento preestablecido. El movimiento de los blancos será generado por un motor eléctrico situado en la parte superior de los mismos, que es donde estos se encuentran anclados. El software además permitirá el registro de los tiradores, así como del resultado obtenido para facilitar un seguimiento de los mismos. Se debe señalar que se ejecutará un falso techo que servirá de techo técnico y a través del cual se canalizarán todo el cableado necesario tanto para iluminación, como para control de blancos, como para la canalización de los conductos de climatización.

Una medida de seguridad aconsejada, no obligatoria, es la ejecución de una cabina de seguridad denominada “zona fría” para la manipulación de las armas de fuego. Se procederá a la construcción de dicha sala para que el correcto manejo del armamento sin que entrañe riesgo alguno de rebotes el hecho de que se produzca algún disparo fortuito. Como se puede apreciar en la Figura 5-4, dicha sala se encontrará revestida y protegida en paredes, suelo y techo de material antirrebote de caucho especial (al igual que la propia galería). La zona fría de la galería de tiro contará con armarios de seguridad para la custodia de armamento y munición y de mesas y estanterías para el correcto manejo, limpieza y preparación del arma antes y después de realizar los ejercicios de tiro.



**Figura 5-4 Zona fría. (Elaboración propia)**

Se aprovechará el pasillo de entrada a la galería para montar unas taquillas de pertrechos, como se aprecia en la Figura 5-5, en las cuales se podrá alojar la uniformidad correcta para los ejercicios y diferentes pertrechos, así como para alojar en ellas cualquier tipo de utensilio que no precise un armario específico de seguridad. En estas taquillas no se podrán alojar ni munición ni armamento.



**Figura 5-5 Pasillo de pertrechos y taquillas. (Elaboración propia)**

## 5.3 Memoria constructiva

### 5.3.1 Demoliciones

Se deberá proceder en un primer momento, y antes de comenzar a ejecutar la galería proyectada, a la demolición total de la infraestructura actual de la galería de tiro. Para ello se desmontarán los techados y cubiertas existente que cubren actualmente la zona de tiradores y la de blancos.

Se demolerán los muros que exteriormente delimitan la galería al norte, sur este y oeste procediendo a la correcta retirada y gestión de todos los residuos producidos en cumplimiento de lo expuesto en el apartado 3.1.

Tras esto se debe de retirar el cableado existente, así como la consola del puesto de mando, luces, mandos y cualquier material eléctrico. Los motores, blancos, mamparas de separación entre tiradores, sillas, armarios y cualquier otro objeto presente deberán ser retirados. Se podrán aprovechar aquellos bienes que se encuentren en correcto estado por parte de la ENM, y aquellos que por el contrario sean inservibles serán correctamente clasificados y desechados.

Se retirarán las losas que conforman el suelo de la zona de tiradores, así como la montaña de arena que hace las veces de parabalas en la zona de blancos. Con todo esto ejecutado solo quedaría por hacer la demolición de la cimentación, que sería el último paso.

Toda la demolición será ejecutada por medios manuales y mecánicos. Todos los residuos y escombros generados durante este proceso serán clasificados y cargados mecánicamente en contenedores para su posterior traslado.

### 5.3.2 Cimentaciones

La cimentación actual es de zapatas de hormigón armado aisladas y atadas por medio de vigas de cimentación. Teniendo en cuenta que uno de los principales causantes de los mayores desperfectos es este tipo de cimentación y su estado actual, la cimentación que se va a ejecutar será por micropilotes, teniendo dos de ellos por cada encepado y atados por medio de vigas de cimentación, como se muestra en el *Plano de estructuras. Cimentación del Anexo IV: Planos*.

Se tienen como precedente temporal y físico el edificio de investigación nuevo del CUD que fue ejecutado en el año 2018 una cimentación similar a base de micropilotes. La zona en la que se sitúan tanto la galería de tiro como el edificio mencionado son zonas de relleno de tierras, y es por ello por lo que la más superficial carece de la resistencia suficiente a esfuerzos y fatigas que debe soportar.

### 5.3.3 Estructuras

Una vez ejecutado todo lo anterior se comenzará con la construcción de la estructura de hormigón armado. Estará compuesta por una losa de hormigón de 0,25 m de espesor que cubrirá la totalidad de la superficie de la galería.

Sobre cada uno de los encepados se construirán los 16 pilares de hormigón armado de 4,5 m de altura y de sección cuadrada de 0,25 m de lado en la disposición en la que se muestra en el *Plano de estructuras. Pilares y vigas del Anexo IV: Planos*. Estarán fabricados de hormigón armado.

Sobre los pilares centrales, tal y como se muestra en el plano y debido al hecho de que no pueden situarse más pilares en la mitad de la zona intermedia (campo de tiro) de la galería, se precisan vigas con una sección mayor (0,25x0,40 m) y que comprendan la anchura total de la galería (18 m). Por otro lado, las vigas situadas en el muro norte y sur cuentan con apoyos de pilares intermedios, y es por ello por lo que se puede repartir el esfuerzo flector en tres vigas de menor tamaño en lugar de en una sola. Son por lo tanto más cortas (6 m) y al soportar unas sollicitaciones menores, tendrán una sección más pequeña (0,25x0,25 m).

El cerramiento exterior de la instalación estará compuesto por un muro de hormigón armado de 0,25 m de espesor.

### 5.3.4 Cubiertas

Sobre la estructura mencionada en el apartado 5.3.3 se ejecutarán el cerramiento exterior superior por medio de una cubierta plana, no transitable, a un agua, con una pendiente del 5% y compuesta de:

Los elementos para la formación de la pendiente: tablero cerámico hueco de 0,80x0,25x0,035 m apoyado sobre tabiques de ladrillo cerámico hueco, dispuestos cada 0,80 m. Todo ello soportado por medio de la colocación de viguetas entre vigas.

El aislamiento térmico de la cubierta se llevará a cabo usando un aislante de lana mineral, que obedecerá la norma UNE EN 13162. De esta manera irá recubierto en una cara con papel Kraft de 80mm de espesor [33].

Además de lo anterior, se someterá la totalidad de la cubierta a un proceso de impermeabilización monocapa adherida.

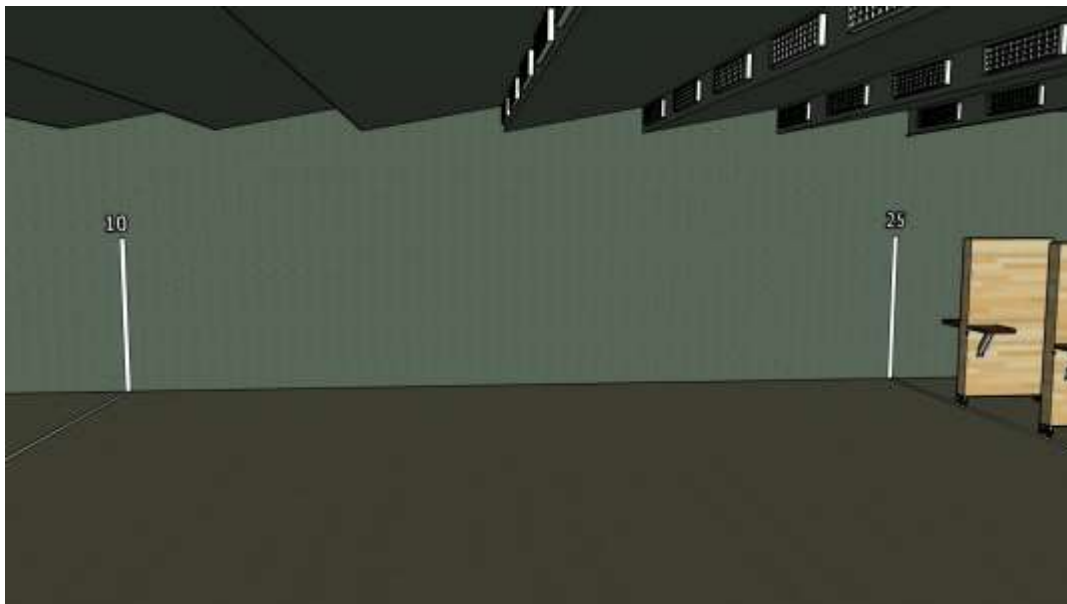
### 5.3.5 Alumbrado

Se puede extraer del *Reglamento Técnico Especial para pistola de 25 metros* de la RFETO [31] que la iluminación y disposición del alumbrado en el interior de la galería de tiro es fundamental. De hecho, no solo es de vital importancia a la hora de ejecutar los disparos, sino que existen ejercicios en los que

la dificultad añadida viene dada por las zonas iluminadas y oscurecidas a lo largo de toda la zona intermedia.

Se dispondrá en la cabina de los instructores de un cuadro general de distribución eléctrico, y desde él se podrá controlar la iluminación de la totalidad de la galería. Por lo tanto, se ofrecerá la posibilidad de planificar ejercicios en los que se incrementa la dificultad del tiro al tirador, en los que se oscurecerá la zona más próxima al tirador, la zona intermedia, o la zona de blancos. Este último caso sería el de mayor dificultad añadida. Se ha diseñado y se ejecutará un perfil del techo en el cual se construyen escalones en sentido descendente hacia los blancos, siendo de iluminación de la galería.

La configuración de las luminarias será el montaje de 9 líneas de 7 luminarias cada una de ellas, cuyas dimensiones son 1,27x0,17x0,11 m, para 2 lámparas fluorescentes de 18 W cada una, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termo esmaltado y de color blanco. [33] En el décimo escalón, el más cercano a la línea de blancos, se situarán proyectores LED orientable, de 146 mm de diámetro y 140 mm de altura, para 1 lámpara de 168 W [33]. Estos proyectores proporcionarán una mayor intensidad luminosa a los blancos, permitiendo así una visualización más clara y nítida por los tiradores desde la línea de tiro. La distribución general de la iluminación queda por lo tanto como se puede apreciar en la Figura 5-6.



**Figura 5-6** Detalle del perfil del techo escalonado con luminarias. (Elaboración propia)

El resto de iluminación del aula multipropósito, el pasillo de pertrechos, la zona fría y la cabina de instructores será llevado a cabo por 9 luminarias del tipo anteriormente explicado y controladas tanto en local como desde el cuadro general de distribución de que disponen los instructores.

### *5.3.6 Revestimiento especial*

A lo largo de los apartados 3 y 4.2.1 queda patente la necesidad de incrementar las medidas de seguridad existentes en la actualidad, no solo por la conservación y protección del personal y material; sino para dar cumplimiento a las normativas especificadas en la legislación vigente y expuesta por la RFETO. [31] [22]

Por ello, una de las medidas a las que se les debe de prestar especial atención es a la de los revestimientos especiales con los que se contará en paredes, pavimento y techo.

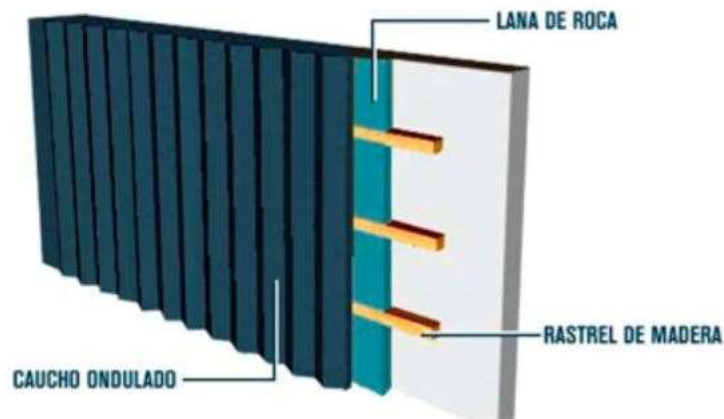


Figura 5-7 Esquema revestimiento de paredes [32]

El recubrimiento de las paredes se llevará a cabo con placas onduladas de goma de alta calidad. Las medidas de cada una de las placas que se irán superponiendo son 1x0,50x0,055 m de la marca TRADESEGUR o equivalente [32]. Al ser de una composición blanda se evita que se produzcan rebotes de proyectiles que puedan impactar contra cualquier pared. Además, su composición ondulada está pensada para que rompa el frente de onda acústica que se produce al explotar la pólvora de los cartuchos. Todas estas planchas se deben de situar sobre unos rastreles de madera, formando de esta manera una capa de aire entre el revestimiento y el propio muro, como se aprecia en la Figura 5-7.

El recubrimiento del suelo es otro punto vital en cuanto a revestimientos especiales. El material con el que se va a recubrir debe garantizar que sea fácilmente de limpiar y liso. Esto es debido a que se debe de prestar atención a las grandes cantidades de pólvora que se depositan en el mismo y que son causantes de un incremento notable en el riesgo de incendio en el interior de la instalación. Por otra parte, debe de ser un material que permita que no se produzcan rebotes de balas. El suelo es con diferencia la parte de la galería que más impactos accidentales y no intencionados recibe, por ello debe de estar preparado para no permitir el rebote descontrolado de proyectiles. Por ello, el revestimiento utilizado es el de un pavimento absorbedor de impactos, formado por baldosas de caucho especial (Figura 5-8), color verde, de 0,50x0,50x0,04 m y adheridas al propio suelo mediante un pegamento especial de poliuretano.

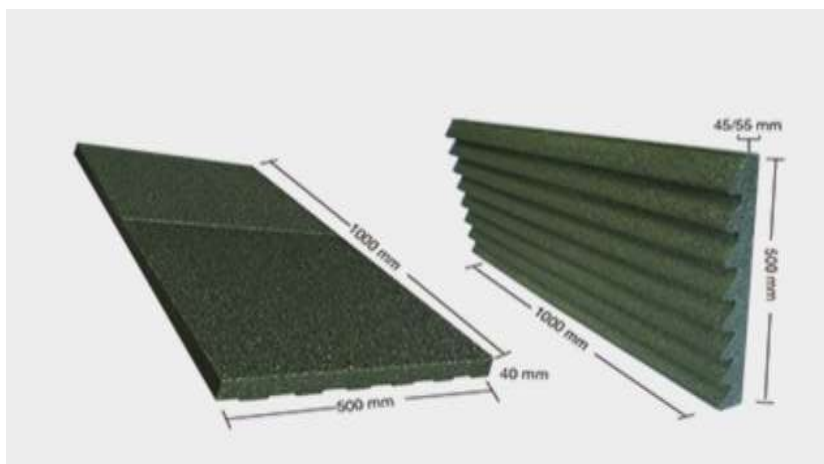


Figura 5-8 Placas de caucho ondulado de alta calidad [32]

El recubrimiento del techo se ejecutará combinando las placas de caucho ondulado especial antirrebote de 1x0,50x0,055 m (Figura 5-8) de la marca TRADESEGUR o equivalente [32] con la construcción de un falso techo de 0,2 m de espesor colgado de la cubierta superior. De esta manera se

genera una cámara de aire entre el falso techo y la cubierta que hará las veces de techo técnico, a través del cual se canalizarán conductos y cableado; y que además cumplirá una función insonorizante.

### 5.3.7 Ventilación

La galería proyectada es cerrada, y por ello, se debe llevar a cabo esta función de una manera artificial y forzada. Cada disparo genera una gran cantidad de residuos en forma de gas que son emitidos a la atmósfera. La mayor parte de estos son productos del proceso de combustión de la pólvora de los cartuchos disparados y todos ellos son nocivos. Este hecho hace relevante la regeneración de aire limpio que se llevará a cabo por medios mecánicos.

Las rejillas de impulsión del aire se encontrará en el interior de la galería de tiro, en la zona de tiradores en el tabique inmediatamente anterior a los tiradores en la parte superior tal y como se muestra en la Figura 5-9. A través de los difusores rectangulares de impulsión de aire se suministra este a baja velocidad. La unidad ventiladora helicoidal se encontrará situada sobre la cubierta de la galería en el interior de una caja aislada acústicamente con tapas de registro desmontables.



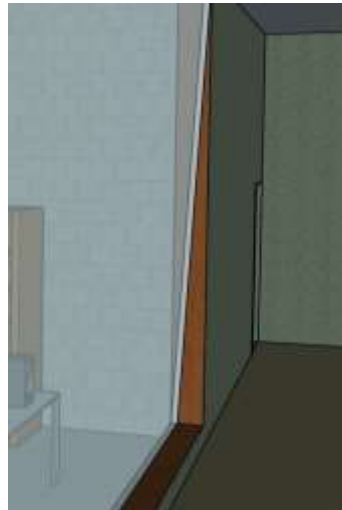
Figura 5-9 Equipo impulsor de ventilación. (Elaboración propia)

El equipo extractor se encontrará en la zona de blancos, en la parte inmediatamente posterior a las cortinas parabolas oblicuas. Se ubicará encima del talud de arena de sílice, pudiendo aprovechar este emplazamiento para extraer posible polvo que levante los impactos de las balas. La unidad extractora helicoidal se deberá montar sobre la cubierta en el interior de una caja aislada acústicamente.

### 5.3.8 Carpintería

Las carpinterías de la galería estarán formadas por una puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, de dos hojas, 2,10x2 m de luz y altura de paso y acabado lacado. Ambas hojas se encontrarán provistas de cierrapuertas para uso frecuente, barra antipánico y tapa ciega para la cara exterior. Esta puerta es la principal que dará acceso a la galería desde el exterior [33].

Contará además con tres puertas cortafuegos de acero galvanizado homologadas, de una hoja, 1,10x2 m de luz y altura de paso y acabado lacado. Estas tendrán cierrapuertas para uso frecuente, barra antipánico y una mirilla circular de 0,36 m de diámetro. Son las puertas que darán acceso a la cabina del instructor, a la zona fría y a la propia galería [33].



**Figura 5-10 Vidrio de seguridad. (Elaboración propia)**

Tanto el aula multipropósito como la cabina del instructor se encuentran separados de la zona de tiradores por un vidrio laminar de seguridad, antibala, de 50 mm de espesor, incoloro, clase de resistencia BR6-S según UNE-EN 1063 [34], fijado sobre la carpintería con calzos y sellado continuo de silicona. Se encuentra compuesto por tres lunas (20+20+10 mm) que se encuentran unidas de manera íntima por la interposición de láminas de materia plástica. La adherencia se acaba consiguiendo por medio de mecanismos térmicos y de presión generando un producto que es igualmente transparente a un solo vidrio de ese grosor. Como se puede apreciar en la Figura 5-10, se le dará cierto grado de inclinación a dichos vidrios para que en el caso de que reciba un disparo fortuito, este sea impulsado hacia el suelo. De esta manera no se permite que rebote sobre alguno de los tiradores.

### *5.3.9 Sistema de blancos y domótica*

El sistema de blancos junto con la actualización y montaje de nuevos equipos que se detallarán a continuación conforman uno de los pilares más importantes en el proyecto de modernización de la galería de tiro.

Se instalará un sistema de megafonía compuesto de una central de sonido mono adaptable a cualquier fuente musical, 2 reguladores de sonido, 2 altavoces de 2 W y 8 Ohm instalados en el falso techo del interior de la galería [33], en la zona de tiradores. Gracias a este sistema los instructores podrán dar las órdenes pertinentes a los tiradores desde la propia cabina de tiro.

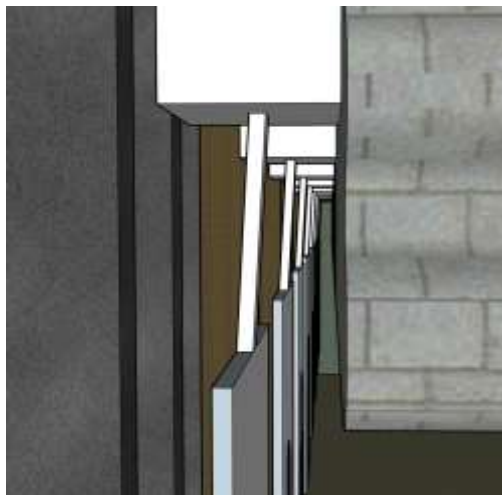
Se suministrará un pupitre de control para galerías de tiro marca TRADESEGUR o equivalente. Las funciones principales que cumplirá son el alojamiento de reguladores de intensidad luminosa, mandos de maniobra de los blancos y ventilación. Su ubicación será en el interior de la cabina de instructores.



**Figura 5-11 Galería vista desde la cabina de instrucción. (Elaboración propia)**

Estará compuesto por paneles de control de: iluminación (encendido y apagado), megafonía, y control de blancos. Se debe destacar que la cabina de instrucción estará dotada con accesorios que permiten interactuar a dos instructores a la vez, como se aprecia en la Figura 5-11.

Los blancos elegidos son los modelo TM220, cuyas se puede apreciar en la Figura 5-12, para instalación fija para funcionamiento a través cable con función de giro de 180°. La velocidad de giro en la que completa 90° es de 0,2 segundos y, gracias a la posibilidad anteriormente mencionada de 180° de giro, se pueden implementar funciones de amigo/enemigo para tiro policial y de combate. Gracias a ello, por una cara se configura un blanco amigo y por la otra enemigo y, partiendo de la posición neutral (de canto al tirador) se podrá girar y mostrar un amigo o un enemigo debiendo de evitar disparar al blanco o abatirlo respectivamente [35].



**Figura 5-12 Maquinaria y detalle de blancos de combate TM 220. (Elaboración propia)**

Por último, se deberá dotar a los ordenadores de la cabina del instructor del correcto software controlador de esta tecnología. Deberá de contar con un control de acceso al programa por nombre y clave. Permitirá el control independiente de blancos en todas sus configuraciones de amigo, enemigo y neutral. Posibilitará el control de blancos por grupos. Será compatible con modos de operación automáticos y manuales. Se programarán ejercicios con número ilimitado de secuencias y además permitirá la programación independiente de cada blanco.

**Tabla resumen características. blanco TM 220**

Dimensiones: 50x22 cm
Peso: 8 kg
Carcasa: Polietileno de alta densidad
Alimentación: 15 VDC
Tiempo de respuesta: 0,2 segundos
Controlable por cable o vía radio a más de 50 metros
Soporta todo tipo de siluetas en 3 posiciones: amigo, enemigo o neutral

**Tabla 5-1 Resumen características Blanco TM220**

Se podrá a su vez gestionar los ejercicios de tiro con el archivo de la ficha de cada uno de los tiradores con la información de su puntuación, su nivel, el tipo de arma usada, la munición consumida y una base de datos histórica que permita la elaboración de estadísticas para ser posteriormente analizadas y extraer conclusiones, así como apreciar el crecimiento de los tiradores.

En el apartado 4.2.1.1 se analizó el actual dispositivo de separación entre los puestos de tiro, del cual se extrajo una de las oportunidades de mejora expuestas en la Tabla 4-2. En cuanto a seguridad del personal se refiere, al considerarse ese un sistema ineficaz e insuficiente. Es por ello por lo que, al analizar los requisitos en el apartado 3.4, se observa que dicha medida de seguridad esta reglada por lo que se le debe dar cumplimiento. Por ello, los puestos de tiro de la nueva galería se encontrarán separados y delimitados por 10 mamparas blindadas (8 en uso y 2 reservas) de 2,2 m de alto por 1,5 m. de ancho, compuesta por paneles de madera y una estructura de acero de 2 mm entre ellas, forradas interiormente con material fonoabsorbente y ruedas de nylon resistente, todo ello visible en la Figura 5-13.

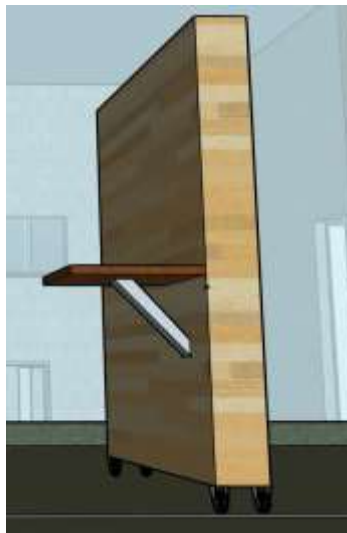


Figura 5-13 Mampara de separación. (Elaboración propia)

De esta manera podrán ser fácilmente trasladadas a la línea de 25 m o a la de 10 m indistintamente y de una manera sencilla. Contarán además con una mesa abatible cuadrada de 0,5 m de lado como medida auxiliar para el acopio de material y limpieza. Esta se montará en la mampara a una distancia de entre 0,7 m a 1 m.

### 5.3.10 Acústica

En el presente apartado se llevará a cabo una aproximación al análisis acústico del interior de la galería de tiro. Queda patente en el apartado 3.9 que no existe ninguna norma concreta del DB HR de protección contra el ruido a la que se le deba dar cumplimiento, pero se utilizará la aplicación de dicho Código Técnico para examinar y calcular el tiempo de reverberación que se tendrá en el interior del recinto en el que se ejecutará el tiro. Este tiempo será clave en el bienestar de los tiradores, así como influirá en la propia salud de sus oídos.

El tiempo de reverberación es definido en el apartado 4.2.5, y básicamente viene a significar el tiempo que se continúa escuchando con un nivel de intensidad sonora superior a 60 dB un sonido desde que su fuente ha cesado de emitirlo. Su fórmula matemática es la siguiente:

$$Tr = \frac{0,161 \cdot V}{A}$$

La letra V representa el volumen total del habitáculo que se encuentra bajo estudio (expresado en m<sup>3</sup>), y la letra A se refiere a la absorción acústica total que se produce en su interior (expresada en m<sup>2</sup>). Este último parámetro está determinado por tres tipos diferentes de absorción: aquella que es causada por los parámetros, aquella propiciada por el mobiliario interior y la absorción propiciada por el propio aire interior. Teniendo estos tres factores, la absorción acústica total (A) se define de la siguiente manera:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$$

$\alpha_{m,i}$ : este parámetro es designado como el coeficiente de absorción acústico medio de cada uno de los parámetros para las bandas de frecuencia centradas respectivamente en 500 Hz, 1000 Hz y 2000Hz.

$S_i$ : este término es referido al área del parámetro en cuestión para el cual  $\alpha_{m,i}$  es su coeficiente de absorción. En el caso en particular de la galería de tiro será referido a las áreas de los vidrios de seguridad, las paredes, el techo, el pavimento y los parabolas de caucho de la zona de blancos.

$A_{O,m,j}$ : este parámetro designa la absorción acústica media que lleva a cabo cada mueble fijo.

En último lugar, se tiene el sumando que se refiere a la absorción acústica que lleva a cabo el aire del local en función del volumen de este. Este factor en particular suele tener una influencia relativamente pequeña ya que representa del orden del 1% del total de la absorción.

Todas estas fórmulas están pensadas y diseñadas para espacios en los que se encuentra una gran cantidad de mobiliario y personal que influyen de manera determinante en dicho tiempo. En el caso de la galería de tiro no habrá ni una cosa ni la otra, pues en el momento de la ejecución del tiro se encontrarán en el interior de un recinto de 2.268 m<sup>3</sup> solamente 9 personas (en cada una de las 9 líneas de tiro) con apenas mobiliario (representado por las mamparas de separación). Es precisamente por esta razón por la que ejecutar paredes, suelo y techo con materiales con un alto coeficiente de absorción acústico es necesario, porque es el único de los tres parámetros que influirán en el tiempo final de reverberación de la galería de tiro.

Para el cálculo de dicha magnitud en este caso particular de la galería de tiro se ha analizado en primer lugar la frecuencia de la fuente emisora que, como se ha visto, es fundamental en el cálculo del Tr. Se adjunta la Figura 5-14, en la que se aprecia como el abanico de frecuencias en el cual se concentra la mayoría de las mediciones es efectivamente el señalado anteriormente entre 750 Hz y 2000 Hz.

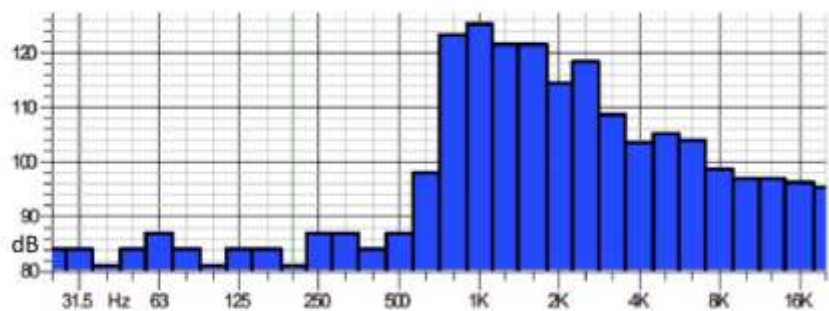
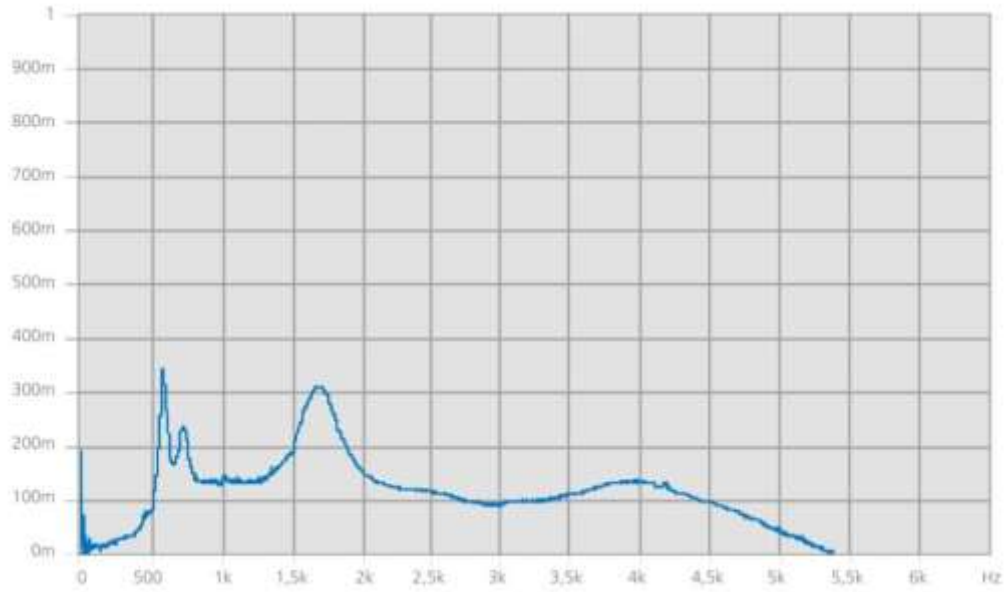


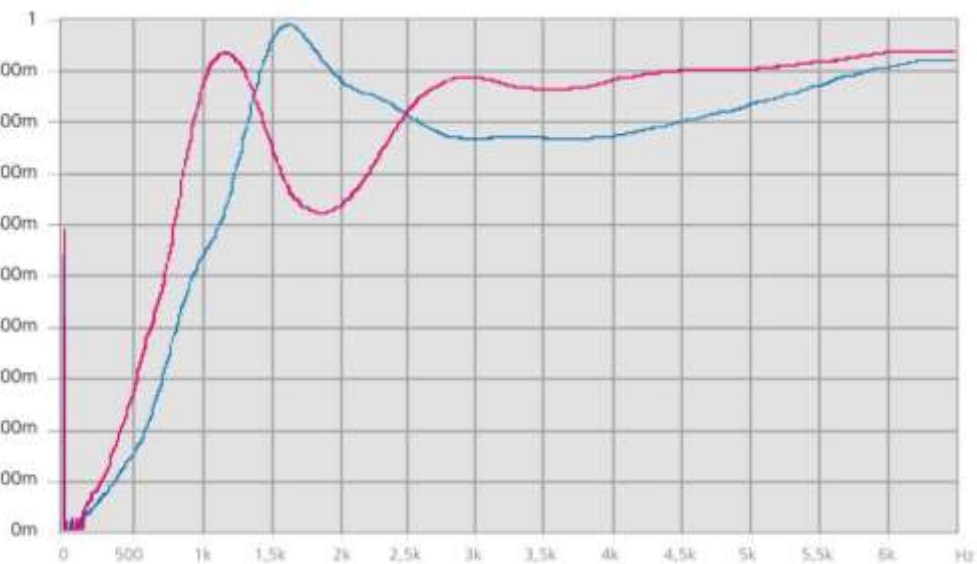
Figura 5-14 Frecuencias del ruido generado al disparar una 9 mm. (www.dbxacoustics.com)

Una vez sentadas las bases del análisis se debe proceder a determinar los coeficientes de absorción de los diferentes materiales con los que se pretende reducir el tiempo de reverberación al mínimo posible.

En la Figura 5-15 se determina que el coeficiente de absorción acústico del suelo es de 0,15.



**Figura 5-15** Coeficiente de absorción del pavimento del suelo. ([www.mecanocaucho.com](http://www.mecanocaucho.com))



**Figura 5-16** Coeficiente de absorción acústica del caucho de revestimiento. Rosa 55mm, azul 25mm. ([www.mecanocaucho.com](http://www.mecanocaucho.com))

Así mismo queda patente observando la Figura 5-16 que el coeficiente de absorción del caucho utilizado en revestir tanto paredes como techo tiene un coeficiente de absorción acústica elevado, del orden de 0,65. Este factor de absorción acústica del caucho especial fonoabsorbente será determinante en el resultado final. La razón del tiempo de reverberación obtenido es fundamentalmente las placas de caucho con este coeficiente. Se puede apreciar además en la gráfica adjunta que cuanto más espesor tiene el caucho de revestimiento, mejor y más alto coeficiente de absorción acústico tendrá. Esta es otra de las razones que lleva a elegir el espesor de 55 mm para el que se va a situar tanto en las paredes de la galería, como en el techo.

Teniendo todos los factores para poder llevar a cabo el cálculo, pues las áreas de los parámetros son fácilmente estimables, se procede a introducir todos los datos en la aplicación DB HR [6] obteniendo un  $Tr = 0,49 s$ . En la Figura 5-17 se observa cómo es comparado con el obtenida del CTE tiempo de

reverberación exigido a una sala de conferencias vacía, que es de los más restrictivos que contempla el DB HR, cumpliendo holgadamente dicho requerimiento.



Figura 5-17 Cálculo del tiempo de reverberación con aplicación del DB HR. [6]

Por otro lado, la norma UNE-EN ISO 3382:2008 *Medición de parámetros acústicos en recintos* en su Parte 2: *Tiempo de reverberación en recintos ordinarios*, [36] establece tres niveles de exactitud de la medición: control, ingeniería y precisión. Esta parte de la norma no retoma los detalles de carácter más técnico de la Parte 1, sino que únicamente se centra en llevar a cabo la medición del tiempo de reverberación en cualquier tipo de recinto. La parte 2 de la presente norma especifica los métodos de medición del tiempo de reverberación en recintos ordinarios: el procedimiento, el equipo necesario, el número de posiciones de medición y el método de evaluación y presentación de los resultados.

Se expone la existencia de dos tipos diferentes de procedimientos de medición: el método en el que el ruido es ininterrumpido; y aquel en el que se usa una fuente impulsiva del sonido (como por ejemplo un disparo de pistola, ejemplo tomado directamente de la norma).

Se establece que para el método de control se puede utilizar una excitación corta o una señal impulsiva como alternativa al ruido ininterrumpido. De esta manera se evaluará la cantidad de absorción del recinto con fines de control del ruido, y para las mediciones de control del aislamiento aéreo y a ruido de impactos [36].

Es importante señalar que en el caso que concierne a la galería, es decir de respuestas impulsivas, se debe llevar a cabo una integración de las mismas. Por ello, por cada banda de octava se debe generar una curva de decrecimiento por integración de la respuesta impulsiva filtrada elevada al cuadrado [36].

Con todo ello se obtienen las curvas de decrecimiento medidas en un recinto. Estas serán a menudo no lineales ya que la parte inicial del decrecimiento es en general ligeramente más abrupta que la última parte. La razón por la que queda esto explicado es la de que existen tres modos diferentes (ya nombrado) que decrecen a velocidades diferentes. Y si la absorción no se reparte de una manera uniforme sobre

todas las superficies, los tres modos presentan tasas de decrecimiento muy diferentes. Cuanto más lineal sea la curva de decrecimiento, más fiable será [36].

Resumiendo, se deberían de tomar mediciones del tiempo de reverberación para al menos dos posiciones de cada una de las fuentes requiriendo al menos seis combinaciones fuente-micrófono independientes. A continuación, se procedería a integrar las respuestas impulsivas filtradas y elevadas al cuadrado por cada banda de octava, generando así una curva de decrecimiento por cada una de ellas.

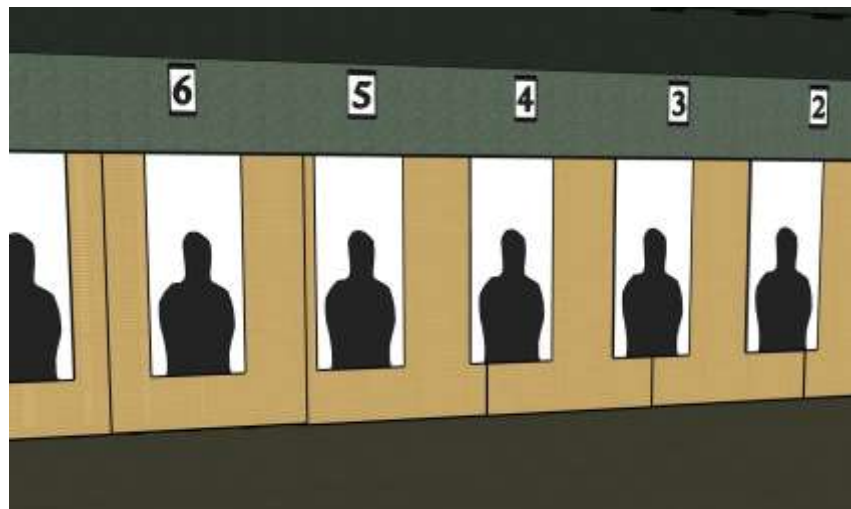
Teniendo en cuenta lo expuesto, estas mediciones solo se podrían ejecutar si se llevase a cabo la obra propuesta en este TFG y es por ello que de manera teórica se propone en el apartado 6.2, pero no de manera práctica.

### 5.3.11 Apoyo a la galería

Este apartado se centrará en analizar otra de las grandes oportunidades de mejora que son los mecanismos parabalas en forma de láminas y cortinas de caucho que se sitúan inmediatamente detrás de los blancos y que deben asegurar que la totalidad del plomo disparado sea detenido con seguridad.

En una primera instancia, de manera perpendicular a la línea de tiro y detrás de los blancos se sitúan las cortinas antifragmentos, que no dejan de ser cortinas de goma fabricadas de un caucho especial de 4 mm de espesor. Se montarán colgadas del techo y solapadas unas con otras a lo largo de toda la línea.

Estas cortinas serán de una gran elasticidad y además de colores claros, para mejorar la visibilidad de fondo en contraste con las siluetas, como se observa en la Figura 5-18.



**Figura 5-18 Cortinas antifragmentos (en color claro) tras los blancos de tiro. (Elaboración propia)**

En segundo lugar y detrás las cortinas antifragmentos se sitúan las láminas parabalas. Estas láminas, que se pueden apreciar en la Figura 5-19, estarán hechas de caucho; y cada una de ellas conformada por dos hileras de dimensiones 2,20x0,20x0,01 m. La disposición de las mismas es en diagonal con respecto a la línea de tiro, y se instalará una cantidad no menor a 45 láminas por cada metro lineal de la línea de blancos. Deberán estar correctamente sujetas con todos sus accesorios al techo del que estarán colgadas. Para dar cumplimiento a los requerimientos de seguridad necesarios, se les aplicarán diferentes tratamientos para hacerlas más resistentes consiguiendo alcanzar con garantías la cifra de 50.000 disparos de munición blindada de 9 mm detenidos por cada metro cuadrado de lámina.

### 5.3.12 Albañilería

Se debe destacar la ejecución de un falso techo que se encontrará colgado de la cubierta exterior y que hará las veces de techo técnico, a través del cual se canalizarán tuberías y cableado. La ejecución de

dicho techo, que crea una cámara de aire de 0,20 m tiene la doble funcionalidad explicada: la de techo técnico y la de insonorizar el habitáculo de la galería para que el ruido emitido al exterior sea el mínimo.

Por otro lado, y como mecanismo complementario a los explicados en el apartado, se deberá montar y acondicionar un gran talud de arena de silicio que quedará confinado por dos muretes de contención. Este talud tiene la función específica de absorber y detener cualquier proyectil que haya podido atravesar las cortinas antifragmentos y las láminas parabolas.

Con la combinación de estos tres métodos de detención, el porcentaje de fragmentos de balas o de balas completas expulsadas al exterior queda reducido notablemente. En la Figura 5-19 se observa como la arena se sujeta por el propio efecto de la gravedad contra los dos muros, anterior y posterior. Esta arena deberá ser saneada y cambiada en su totalidad cuando supere los límites determinados de contaminación por plomo que se especifiquen. Al menos una vez al año se deberá de llevar a cabo esta operación por parte del personal de mantenimiento.

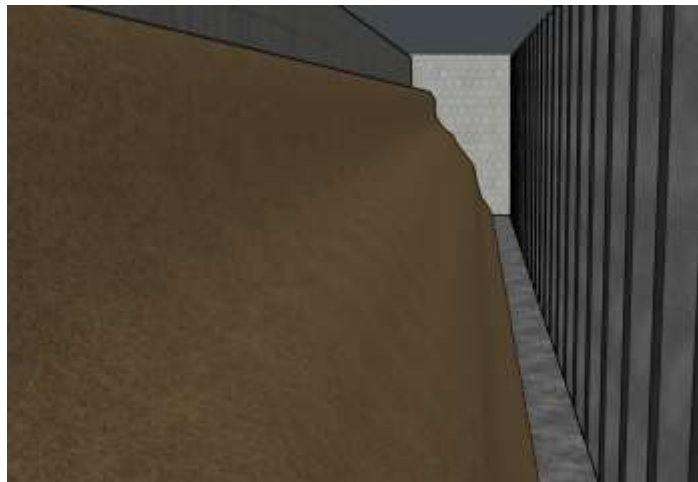


Figura 5-19 Talud de arena de silicio parabolas. (Elaboración propia)

### 5.3.13 Seguridad y salud

Se deben destacar en primer lugar el conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso se debe asegurar el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, así como su reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje [37].

Se debe a su vez cumplir con el conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo [37].

El conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar y de elementos de balizamiento y de señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo formarán parte del presupuesto asignado al epígrafe. Se observará todo lo relativo al tema en cuestión que viene reflejado en el Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción [37].

## 5.4 Resumen del presupuesto

El presente presupuesto se encuentra desarrollado en el Anexo I. En este apartado se mostrará una aproximación al presupuesto según el cual se puede orientar la inversión necesaria de la ENM en el proyecto. Quedan reflejadas las particularidades más relevantes y actuaciones generales que se deberán tener en cuenta. Estas son las más costosas y es por ello que el presupuesto aproximado se ajusta a unas previsiones altamente realistas realizadas con el Generador de Precios de CYPE Ingenieros S.A. [33].

Capítulo 1. Demoliciones	96.644,94€
Capítulo 2. Cimentaciones	6.839,36€
Capítulo 3. Estructuras	528.494,21€
Capítulo 4. Cubiertas	28.596,32€
Capítulo 5. Electricidad	14.625,28€
Capítulo 6. Revestimientos especiales	196.537,02€
Capítulo 7. Ventilación	15.932,37€
Capítulo 8. Carpinterías	43.348,50€
Capítulo 9. Sistema de blancos y domótica	40.261,16€
Capítulo 10. Apoyo galería	14.346,19€
Capítulo 11. Albañilería	21.833,03€
Capítulo 12. Seguridad y salud	3.100,00€
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>913.913,44€</b>
13% Gastos generales	118.808,75€
6% Beneficio industrial	54.834,81€
<b>Presupuesto de Contrata</b>	<b>1.087.557,00€</b>
21% I.V.A.	228.386,97€
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA</b>	<b>1.315.943,96€</b>

**Tabla 5-2 Resumen de presupuesto**

*Asciende el presente presupuesto a la cantidad de: UN MILLÓN TRESCIENTOS QUINCE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES con NOVENTA Y SÉIS CÉNTIMOS.*

## 6 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

### 6.1 Conclusiones

A lo largo del desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado se ha perseguido el objetivo de llevar a cabo un pormenorizado estudio de necesidades y requerimientos que la galería de tiro de la ENM debe de cumplir. Además de ello, se ha tratado de explicar las razones por las cuales la escuela de oficiales de la Armada Española debe contar con una instalación de estas características.

Una vez demostrada y argumentada la necesidad de la Armada de formar a sus oficiales en el empleo y manejo del arma corta surge la necesidad de contar en la ENM con unas instalaciones adecuadas para la práctica de la actividad del tiro.

Se tiene el requerimiento de la Armada de formar a sus oficiales y además se dispone de una galería de tiro en la ENM, por lo que en este punto se ha analizado si dicha instalación es o no adecuada y si se ajusta al reglamento que debe de seguir.

Una vez establecida la línea de actuación se ha comenzado analizando ejemplos actuales y normativas en vigor a las que se les debe dar cumplimiento. Seguidamente se han comparado estas con las características que posee la galería de tiro actual. Como resultado de la operación anterior se obtiene la necesidad de la construcción (previa demolición de la actual) de una nueva galería de tiro.

Resumiendo lo anterior y analizando el trabajo realizado, se puede afirmar que se han cumplido los objetivos con éxito en los siguiente puntos:

- Análisis de las principales y más recientes galerías de tiro existentes en el ámbito civil tanto en España como en el extranjero. El análisis fuera de las fronteras de España se ha centrado en Estados Unidos, puesto que es este país el que se encuentra a la vanguardia mundial. Queda patente que España no es un país en el que la práctica de dicho deporte esté demasiado extendida, pero con el paso de los años desde el último cuarto del siglo pasado hasta nuestros días, ha ido incrementando su popularidad hasta lograr que en Zaragoza se haya construido una galería con unas características avanzadas.
- Se ha visitado y examinado la galería de tiro perteneciente al Colegio de Guardias Jóvenes “Duque de Ahumada” de la Guardia Civil en Valdemoro. Como cuerpo que cumple funciones tanto militares como policiales se pudo apreciar cómo preparan y dotan a sus instalaciones de medios para llevar a cabo tiros de carácter eminentemente policial. Se observaron todas las medidas de seguridad de personal y del material, así como aquellas novedades que hacen de su galería un ejemplo en cuanto a cumplimiento de reglamentos se refiere.

- Por otro lado, y centrando el tiro en instalaciones perteneciente a la Armada Española, se estudió y visitó la galería de tiro con la que cuenta el Tercio Norte del Cuerpo de Infantería de Marina. Cabe destacar que, a diferencia de la Guardia Civil, el tiro que se práctica e instruye en esta galería es eminentemente de combate. Esta galería llama la atención por las modernas técnicas de ultrasonidos que se usan para detectar los impactos. La ejecución de esta galería para la Infantería de Marina surgió de un estudio de necesidades similar al presentado en el presente trabajo, que fue analizado por la autoridad competente del Ministerio de Defensa, y que acordó la necesidad de su construcción.
- A continuación, se establecen y revisan los estudios y requerimientos que cualquier tipo de galería debe cumplir con carácter general. Se especifican criterios generales como seguridad, funcionalidad, formación, etc. que toda galería y tirador deben conocer y poner en práctica siempre que se vaya a realizar un tiro con cualquier arma, particularmente con pistola.
- Después de ello, se establecen los criterios que una galería cerrada de 25 metros debe de cumplir particularmente. Existen multitud de extremos que deben ser tenidos en cuenta, pero solo algunos de ellos (como las medidas específicas de separación del tirador y del blanco o la altura del centro del blanco al suelo) son de carácter obligatorio. Cada galería posee unas características determinadas y diferentes, por ello no son aplicables las normas que afectan a la galería que es objeto de estudio en el trabajo, a otras galerías de 50 m o a cielo abierto, por poner dos ejemplos.
- Tras analizar la normativa, se estudia la galería de tiro actual que posee la ENM. Como resultado de este pormenorizado análisis resulta la Tabla 4-2 en la que se resumen todas aquellas oportunidades de mejora que se desprenden de las instalaciones actuales. Algunas de ellas necesarias y otras accesorias, pero todas ellas orientadas a llevar a cabo una inversión económica en la mejora de la instrucción y adiestramiento de los militares alumnos.
- Teniendo la regla y los puntos que más mejoras precisan, solo resta mejorarlos. Es por ello por lo que en el apartado 5 se lleva a cabo una propuesta preliminar de soluciones a todas aquellas oportunidades de mejora observadas. Teniendo en cuenta todos los factores analizados se llega a la conclusión que no es aconsejable una reforma y lo más adecuado es la ejecución de una nueva instalación desde sus cimientos para asegurar su continuidad en el tiempo. De esta manera se evitarían los costosos mantenimientos que cada cierto tiempo deben de realizarse para que mantenga la operatividad con la que cuenta actualmente. Ejecutando la propuesta hecha se elevaría considerablemente el valor de dicha infraestructura y abriría un amplio abanico de oportunidades de adiestramiento que en este momento no son posibles.
- Adicionalmente se debe señalar que la anterior propuesta preliminar surgida del estudio de unas necesidades concretas es apoyada en los diferentes anexos con los planos necesarios, así como de un presupuesto aproximado de lo que sería la obra en sí. Resaltar el estudio de acústica llevado a cabo para el cálculo de la reverberación en el interior de la futura galería.

## **6.2 Líneas futuras**

Este TFG es el primer paso que hay que dar hacia la consecución final de una galería de tiro nueva en la ENM, pero no es el único. Se deben desarrollar ciertos aspectos con más profundidad para poder llevar a cabo una correcta ejecución de la obra y que conforman las líneas futuras que se plantean a continuación:

- Análisis en profundidad de la composición del terreno, estudio geotécnico y topográfico del terreno en el que se va a ejecutar la galería de tiro.
- Cálculo de la cimentación necesaria para ejecutar dicha galería. En el presente trabajo se establecen las bases de la misma, pero sería necesario realizar un estudio en profundidad.

- Dimensionamiento básico de una estructura a un agua para la instalación. Cálculo de solicitaciones y estudio de vigas y pilares.
- Dimensionamiento de la instalación eléctrica necesaria.
- Diseño del software controlador del movimiento de los blancos. Implementación de diferentes ejercicios, a través de los cuales se ejecute el giro de los mismos.
- Modelo fotométrico de la instalación de alumbrado del interior de la galería de tiro en 3D, para analizar de qué manera influye las diferentes configuraciones de iluminación en los ejercicios a los tiradores. De esta manera se podrá analizar la dificultad añadida a la que deberán enfrentarse el personal que ejecute el tiro.
- Eficiencia energética del interior de la galería de tiro, dimensionando y especificando los sistemas de climatización.
- Tras llevar a cabo las líneas futuras anteriormente mencionadas, elaboración de un presupuesto ajustando las mediciones de las unidades de obras.
- Elaborar una mejora de los métodos docentes actuales, aprovechando el aula multipropósito y realizando un plan de instrucción y adiestramiento nuevo para los cinco cursos, teniendo en cuenta las nuevas capacidades obtenidas con la nueva galería.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNODA, «¿Cuántas armas hay en el mundo? II Conferencia de Revisión sobre el Programa de Acción de UNODA,» Rejer Club Caza S.L., Madrid, 2018.
- [2] T. C. Segundo jefe del Tercio Norte de la Infantería de Marina, Interviewee, *Galería de tiro del Tercio Norte*. [Entrevista]. 2 Enero 2019.
- [3] V. F. Don, Interviewee, *Galería de tiro del Colegio de guardias jóvenes Duque de Ahumada*. [Entrevista]. 4 Enero 2019.
- [4] J. M. Zúñiga, Interviewee, *Colegio de guardias jóvenes Duque de Ahumada*. [Entrevista]. 4 Enero 2019.
- [5] R. M. Fernández, Interviewee, *Comisario Jefe de Galerías de tiro en la Policía Nacional en la Comunidad de Madrid*. [Entrevista]. 28 Diciembre 2018.
- [6] Ministerio de Fomento, «Código Técnico de Edificación. DB- Protección frente a ruido,» 23 Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/proteccionRuido/DccHR.pdf>.
- [7] Real Federación Española de Tiro Olímpico, «Descripción de Especialidades de tiro,» [En línea]. Available: [www.tirolimpico.org](http://www.tirolimpico.org).
- [8] A. Saavedra, «Análisis policial. Plan Nacional de Tiro de la Policía.,» 20 Noviembre 2018. [En línea]. Available: [www.policiah50.com](http://www.policiah50.com).
- [9] Ministerio del Interior, «Real Decreto 1484/1987, de 4 de diciembre, sobre normas generales relativas a escalas, categorías, personal facultativo y técnico, uniformes, distintivos y armamento del Cuerpo Nacional de Policía.,» 4 Diciembre 1987. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1987-27143>.
- [10] Shooting Range Zaragoza, «Estado del proyecto Shooting Range (I),» 15 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.shootingspain.es/estado-del-proyecto-i/>.

- [11] Departamento de Photo Gallery, «Best Shooting Ranges in the United States,» *The Washington Times*, Marzo 2015.
- [12] Ministerio de Interior, «Información de la Dirección General de la Guardia Civil,» [En línea]. Available: [www.guardiacivil.es/es/institucional/serguacivil/centensenan/guardiasjovenes/](http://www.guardiacivil.es/es/institucional/serguacivil/centensenan/guardiasjovenes/).
- [13] Ministerio de Defensa, «Armada española. FUPRO. TERNOR.,» [En línea]. Available: <http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/buquesinfanteria/prefLang-es/02infanteria-marina-fuerzas-proteccion-fupro--01tercio-norte-ternor-fupro>.
- [14] Ministerio de Defensa, *D-SF-71 (B) PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN DE LOS TROZOS DE VISITA Y REGISTRO*, Madrid: Ministerio de Defensa, 2014.
- [15] Ministerio de Defensa, «Reales Ordenanzas para las Fuerzas Armadas,» 6 Febrero 2009. [En línea]. Available: [http://www.defensa.gob.es/RROO\\_2009/pdf/RROOFAS\\_2009\\_BOE.pdf](http://www.defensa.gob.es/RROO_2009/pdf/RROOFAS_2009_BOE.pdf).
- [16] Ministerio de Defensa, «Ley Orgánica de Defensa Nacional,» 17 Noviembre 2005. [En línea]. Available: <http://www.defensa.gob.es/Galerias/defensadocs/LO-defensa-nacional-2005.pdf>.
- [17] Ministerio de Medio Ambiente, «Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos,» 11 Enero 2008. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2008/01/11/1/con>.
- [18] Consejería Presidencia y Adm. Públicas, «Decreto 442/1990, de 13 septiembre,» 13 Septiembre 1990. [En línea]. Available: [http://igvs.xunta.gal/ipecos-opencms-portlet/export/sites/default/PortalVivenda/Biblioteca/Lexislacion/20091118\\_Decreto\\_442-1990x\\_de\\_13\\_de\\_setembrox\\_sobre\\_avaliacixn\\_do\\_impacto\\_ambiental\\_para\\_Galicia\\_\\_DO\\_G\\_25-9-1990\\_.pdf](http://igvs.xunta.gal/ipecos-opencms-portlet/export/sites/default/PortalVivenda/Biblioteca/Lexislacion/20091118_Decreto_442-1990x_de_13_de_setembrox_sobre_avaliacixn_do_impacto_ambiental_para_Galicia__DO_G_25-9-1990_.pdf).
- [19] Consejería de medio ambiente y desarrollo sostenible, «Consejería de medio ambiente y desarrollo sostenible,» 12 Junio 2008. [En línea]. Available: [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/CCAA/ga-d133-2008.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/CCAA/ga-d133-2008.html).
- [20] Organización Internacional para la Estandarización, «UNE EN ISO 14001 Sistema de Gestión del Medio Ambiente,» Pubs. ISO, Ginebra, 2015.
- [21] Ministerio de Empleo y Seguridad Social, «Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo,» 24 Octubre 1997. [En línea]. Available: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/1627\\_97/PDFs/realdecreto16271997de24deoctubreporrelqueseestablecend.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/1627_97/PDFs/realdecreto16271997de24deoctubreporrelqueseestablecend.pdf).
- [22] Real Federación Española de Tiro Olímpico, *Reglamento técnico general para todas las modalidades de tiro*, 2013.
- [23] Ministerio del Interior, «Real Decreto 137/1993, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Armas,» 29 Enero 1993. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1993/BOE-A-1993-6202-consolidado.pdf>.
- [24] Ministerio de Fomento, «Código Técnico de la Edificación. DB-Seguridad Estructural,» Abril 2009. [En línea]. Available: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf>.
- [25] Ministerio de Fomento, «Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 por Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio,» Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.

- [26] Ministerio de Fomento, «Código Técnico de la Edificación. DB-Seguridad de utilización y accesibilidad,» 29 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadUtilizacion/DccSUA.pdf>.
- [27] Organización Internacional para la Estandarización, «ISO 17201:2010. Acústica. Ruido en galerías de tiro,» Pubs. ISO, Ginebra, 2010.
- [28] J. M. Fraga, «Reparaciones en la galería de tiro de desperfectos debidos a los pasados temporales,» Marín, 2009.
- [29] Oficina de mantenimiento de la ENM, «Plano general de distribución galería de tiro ENM,» Marín, 1970.
- [30] M. S. Pérez, *Caracterización acústica de materiales en cámaras de ensayo a escala*, Barcelona: Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona, 2010.
- [31] Real Federación Española de Tiro Olímpico, *Reglamento Técnico Especial para pistolas de 25 metros*, 2013.
- [32] Tradese gur S.A., «Productos. Galerías y simuladores de tiro,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.tradese gur.com/productos/galerias-y-simuladores-de-tiro/>.
- [33] CYPE Ingenieros S.A., «Generador de precios. España. Software para arquitectura, Ingeniería y Construcción,» [En línea]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/>.
- [34] Asociación española de normalización, «UNE- EN 1063:2001 Vidrio de construcción. Vidrio de seguridad. Ensayo y clasificación de la resistencia al ataque por balas,» Normalización española, Madrid, 2001.
- [35] Tradese gur S.A., «Blancos de combate TM 220,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.tradese gur.com/productos/galerias-y-simuladores-de-tiro/blancos-de-tiro-policiales/blanco-de-combate-tm220/>. [Último acceso: 12 Febrero 2019].
- [36] Organización Internacional para la Estandarización, «UNE- EN ISO 3382:2008 Medición de parámetros acústicos en recinto. Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios,» Pubs. ISO, Ginebra, 2008.
- [37] Ministerio trabajo y asuntos sociales, «Real Decreto 1626/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.,» 24 Octubre 1997. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/1997/10/25/pdfs/A30875-30886.pdf>.

## **ANEXO I: PRESUPUESTO**

Del presente anexo se debe destacar el hecho de que es realizado a través del *Generador de precios de CYPE Ingenieros S.A.* [33]

## CAPITULO 1. DEMOLICIONES

### D01 Demolición completa de edificio.

**86.613,00€**

Demolición completa, elemento a elemento, con medios manuales y mecánicos de edificio de 1500 m<sup>2</sup> de superficie total, y carga mecánica sobre camión o contenedor, aislado, compuesto por 1 planta sobre rasante con una altura edificada de 5 m. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es regular, a la vista de los estudios previos realizados. El precio no incluye el canon de vertido por entrega de residuos a gestor autorizado ni la demolición de la cimentación.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Sin descomposición	-	-	86.613,00
<b>Costes directos:</b>			86.613,00

### D02 Demolición de cimentación de hormigón.

**6.142,14€**

Demolición de zapata de hormigón armado, de hasta 1,5 m de profundidad máxima, con martillo neumático y equipo de oxicorte, y carga manual sobre camión o contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Equipo y maquinaria</b>					
	50	h	Martillo neumático.	1,009	4,08	205,836
	50	h	Compresor portátil eléctrico 2 m <sup>3</sup> /min de caudal.	0,505	3,81	96,2025
	50	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	0,614	7,37	226,259
	<b>Subtotal equipo y maquinaria:</b>					<b>528,2975</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Peón ordinario construcción.	5,514	15,5	4273,75

	50	h	Peón especializado construcción.	0,919	15,77	724,6315
	50	h	Oficial soldador.	0,58	17,07	495,03
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>5493,4115</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	6021,709	120,43418
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>6142,14318</b>

**D03 Transporte de residuos inertes con camión. 1.869,80€**

Carga y cambio de contenedor de 7 m<sup>3</sup>, para recogida de residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, producidos en obras de construcción y/o demolición, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega, alquiler y coste de vertido.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Equipo y maquinaria</b>					
1	20 Uds	Carga y cambio de contenedor de 7 m <sup>3</sup> , para recogida de residuos inertes	1,007	91,02	1833,1428
<b>Subtotal equipo y maquinaria:</b>					<b>1833,1428</b>
<b>Costes directos complementarios</b>					
2	1 %	Costes directos complementarios	2	1833,1428	36,6628
<b>Costes directos (1+2):</b>					<b>1869,8056</b>

**CAPITULO 2. CIMENTACIONES****CI01      Micropilote prefabricado de hormigón armado. 16 unidades.      6.839,36€**

Micropilote prefabricado de hormigón armado, D=23 cm, Q=75 t, construido según CPP-1 para formación de grupo de micropilotes CPP-2, con azuche normal en punta.
---

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>1</b>	<b>Materiales</b>					
	288	m	Micropilote prefabricado de hormigón armado	1	56,97	16407,3
	<b>Subtotal materiales:</b>					16407,36
<b>2</b>	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Ayudante estructurista.	0,121	16,83	101,82
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					101,82
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	16509,1	330,1
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>16839,36</b>

**CAPÍTULO 3. ESTRUCTURAS****ES01 Pilar cuadrado de hormigón armado. 16 unidades.****70.934,71€**

Pilar de sección cuadrada de hormigón armado, de 25x25 cm de sección media, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 120 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de entre 4 y 5 m de altura libre.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	540	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	120	0,81	52488
	72	m <sup>2</sup>	Chapa metálica de 50x50 cm, para encofrado de pilares de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, de entre 4 y 5 m de altura, incluso accesorios de montaje.	0,384	57,6	1592,52
	50	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0,48	1,98	47,52
	4,5	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,05	73,96	349,46
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>54477,5</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Oficial encofrador.	6,418	17,65	5663,88
	50	h	Ayudante encofrador.	8,022	16,83	6750,51
	50	h	Oficial ferrallista.	0,661	17,65	583,33

	50	h	Ayudante ferrallista.	0,661	16,83	556,25
	50	h	Oficial estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,354	17,65	312,45
	50	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	1,426	16,83	1199,99
				<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>15066,36</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	69543,84	1390,87
	<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>70934,71</b>

**ES02      Viga de hormigón armado. 4 unidades.      101.331,93€**

Viga descolgada, recta, de hormigón armado, de 0,25x0,40x18 m, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 150 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje del sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
	<b>Materiales</b>					
1	68,25	m <sup>2</sup>	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,032	85	185,64
	787,5	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	150	0,81	95681,25
	5,25	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,05	73,96	407,75

	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>96274,55</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	25	h	Oficial encofrador.	2,048	17,65	903,68
	25	h	Ayudante encofrador.	2,048	16,83	861,66
	25	h	Oficial ferrallista.	1,18	17,65	520,5
	25	h	Ayudante ferrallista.	1,18	16,83	496,45
	25	h	Oficial estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,334	17,65	147,37
	25	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	1,347	16,83	140,53
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>3070,44</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	99345,0	1986,9
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>101331,93</b>	

**ES03      Viga de hormigón armado. 6 unidades.      10.232,48€**

Viga descolgada, recta, de hormigón armado, de 0,25x0,25x6 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 150 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje del sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	<b>Materiales</b>				
	36	m <sup>2</sup>	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,032	85

	56,2 5	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	150	0,81	6834,37
	0,37 5	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,05	73,96	29,12
<b>Subtotales materiales:</b>						<b>6961,41</b>
<b>Mano de obra</b>						
	25	h	Oficial encofrador.	2,048	17,65	903,68
	25	h	Ayudante encofrador.	2,048	16,83	861,69
	25	h	Oficial ferrallista.	1,18	17,65	520,67
	25	h	Ayudante ferrallista.	1,18	16,83	496,48
2	25	h	Oficial estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,334	17,65	147,37
	25	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	1,347	16,83	140,53
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>3070,44</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	10031,8 5	200,63
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>10232,48</b>

**ES04 Losa maciza.**

**65.253,55€**

Losa maciza de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta, canto 24 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m<sup>2</sup>; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
--------	--------	-------------	-------------	-----------------	---------

	675	m <sup>2</sup>	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	0,044	37,5	1113,75
	675	m <sup>2</sup>	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	0,007	85	401,62
	100	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0,03	1,98	5,94
	340 2	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	21	0,81	57868,02
	162	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	0,252	73,96	3019,3430 4
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>62408,67</b>
	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Oficial encofrador.	0,602	17,65	531,25
	50	h	Ayudante encofrador.	0,602	16,83	506,53
	50	h	Oficial ferrallista.	0,253	17,65	223,25
	50	h	Ayudante ferrallista.	0,211	16,83	212,85
	50	h	Oficial estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,053	17,65	46,75
	50	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,217	16,83	44,59
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>1565,39</b>
	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	63974,07	1279,48
	<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>65253,55</b>

**ES05 Muro de hormigón.****283.741,54€**

Muro de hormigón armado 2C, de hasta 5 m de altura, espesor 25 cm, superficie plana, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	1242	m <sup>2</sup>	Paneles metálicos modulares, para encofrar muros de hormigón de hasta 5 m de altura.	0,044	200	10929,6
	150	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0,2	1,98	59,4
	7762,5	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	51	0,62	245450,25
	155,25	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,05	73,96	12056,40
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>268495,65</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	100	h	Oficial encofrador.	1,622	17,65	2862,83
	100	h	Ayudante encofrador.	1,77	16,83	2978,91
	100	h	Oficial ferrallista.	0,433	17,65	764,24
	100	h	Ayudante ferrallista.	0,551	16,83	927,33
100	h	Oficial estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,983	17,65	1734,95	

	100	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,246	16,83	414,01
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>9682,33</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	278177,9 8	5563,56
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>283741,54</b>

## CAPÍTULO 4. CUBIERTAS

**C01      Cubierta plana, a un agua, no transitable, ventilada, auto protegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas.      27.003,03€**

Cubierta plana no transitable, a un agua, ventilada, auto protegida, tipo convencional, pendiente del 1% al 15%, compuesta de: formación de pendientes: tablero cerámico hueco machihembrado de 80x25x3,5 cm apoyado sobre tabiques aligerados de ladrillo cerámico hueco de 24x11,5x8 cm, dispuestos cada 80 cm y con 20 cm de altura media; aislamiento térmico: fieltro aislante de lana mineral, según UNE-EN 13162, revestido por una de sus caras con un complejo de papel Kraft con polietileno que actúa como barrera de vapor, de 80 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	20000	Uds.	Ladrillo cerámico hueco (cubo), para revestir, 24x11,5x8 cm, según UNE-EN 771-1.	8	0,12	19200
	100	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5.	0,075	32,25	241,87
	675	m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163.	0,01	1,34	9,04
	700	m <sup>2</sup>	Fieltro aislante de lana mineral, según UNE-EN 13162.	1,2	4,75	3990
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>23440,92</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	100	h	Oficial construcción.	0,789	16,81	1326,39
	100	h	Peón ordinario construcción.	0,991	15,5	1536,05
	100	h	Oficial montador de aislamientos.	0,051	17,36	88,536

	100	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,051	16,03	81,753
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>3032,68</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	26473,568	529,47
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>27003,03</b>

**C02 Bajante en el exterior del edificio para aguas residuales y pluviales. 834,39€**

Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
1	100	Uds.	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC.	1	1,45	145
	50	m	Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	1	11,57	578,5
	50	l	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	0,016	12,22	9,776
	10	l	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	0,008	18,62	1,48
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>734,76</b>
<b>Mano de obra</b>						
2	25	h	Oficial fontanero.	0,131	17,36	56,85
	25	h	Ayudante fontanero.	0,066	16,01	26,41
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>83,27</b>

	<b>Subtotal mano de obra:</b>					
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	818,0361	16,36
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>834,39</b>

<b>C03</b>	<b>Canalón visto de piezas preformadas.</b>	<b>758,90€</b>
------------	---	----------------

Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro.
---

<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe</b>	
1	<b>Materiales</b>					
	125	m	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm.	1,1	4,95	680,65
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>680,62</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	10	h	Oficial fontanero.	0,19	17,36	32,98
	10	h	Ayudante fontanero.	0,19	16,01	30,41
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>63,40</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	744,028	14,88
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>758,90</b>	

**CAPÍTULO 5. ELECTRICIDAD****E01 Cable con aislamiento.****125,03€**

Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V).

Código	Unidad		Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>						
1	239,3	m	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575	1	0,46	110,07
<b>Subtotales materiales:</b>						<b>110,07</b>
<b>Mano de obra</b>						
2	25	h	Oficial electricista.	0,015	17,36	6,51
	25	h	Ayudante electricista.	0,015	16,01	6
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					
<b>Costes directos complementarios</b>						
3	1	%	Costes directos complementarios	2	122,588	2,45
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>125,03</b>

**E02 Red de distribución interior para local.****4.810,38€**

Cuadro general de mando y protección para local de 700 m<sup>2</sup>.

Código	Unidad		Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>						
1	1	Ud.	Caja empotrable con puerta transparente, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP)	1	29,39	29,39

	2	Ud.	Interruptor general automático (IGA), de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 10 Ka de poder de corte	1	256,54	513,08
	2	Ud.	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/300mA	1	91,27	182,54
	2	Ud.	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA	6	93,73	1124,76
	2	Ud.	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 Ka de poder de corte	8	12,43	198,88
	2	Ud.	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 Ka de poder de corte	5	12,66	126,6
<b>Subtotales materiales:</b>						<b>2175,25</b>
<b>Mano de obra</b>						
2	15	h	Oficial electricista.	5,575	17,36	1451,73
	15	h	Ayudante electricista.	4,538	16,01	1089,8
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>2540,81</b>
<b>Costes directos complementarios</b>						
3	1	%	Costes directos complementarios	2	4716,06	94,3212
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>4810,38</b>

**E03      Proyector LED empotrado.**

**1.381,80€**

Suministro e instalación empotrada de proyector LED orientable, de 146 mm de diámetro y 140 mm de altura, para 1 lámpara 168 W; cerco exterior de plástico, acabado mate, de color blanco; cuerpo de plástico, acabado termo esmaltado, de color blanco; reflector de aluminio; óptica super intensiva y sistema de anclaje.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				

	7	Uds.	Proyector orientable, de 146 mm de diámetro y 140 mm de altura de 168 W.	1	174,56	1221,92
	7	Uds.	Lámpara LED de 168 W.	1	9,77	68,39
<b>Subtotales materiales:</b>						<b>1290,31</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	5	h	Oficial electricista.	0,386	17,36	33,50
	5	h	Ayudante electricista.	0,386	16,01	30,89
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>64,40</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
		%	Costes directos complementarios	2	1354,714	27,04
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>1381,80</b>

**E04 Luminaria para local.**

**7.630,90€**

Suministro e instalación en la superficie del techo en local de luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 2x18 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termo esmaltado y de color blanco.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	130	Uds.	Luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W.	1	25,37	3298,1
	260	Uds.	Tubo fluorescente TL de 18 W.	2	7,21	3749,2

	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>7047,3</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	45	h	Oficial electricista. 1ª	0,289	17,36	225,78
	45	h	Ayudante electricista.	0,289	16,01	208,21
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>433,97</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	7481,27	149,62
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>7630,90</b>	

**EO5 Luminaria de emergencia para local 677,17€**

Luminaria de emergencia montaje empotrado 168 lum ETAP K132/6N Diffusor 168 lm, 0.7 W, 1x6W TL. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	5	Uds.	Luminaria de 1x6W	1	117,35	586,75
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>586,75</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	8	h	Oficial electricista.	0,289	17,36	40,13
	8	h	Ayudante electricista.	0,289	16,01	37,01
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>77,15</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	663,90	13,27
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>677,17</b>	

**CAPÍTULO 6. REVESTIMIENTOS ESPECIALES****RE01 Pavimento absorbedor de impactos, de baldosas de caucho. 18.834,57€**

Pavimento absorbedor de impactos, formado por baldosas de caucho reciclado SBR, color verde, de 500x500x40 mm, recibidas con adhesivo especial de poliuretano sobre una superficie base.

Código	Unidad		Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	<b>Materiales</b>					
	150	kg	Adhesivo especial de poliuretano.	0,8	4,67	560,4
	470	m <sup>2</sup>	Baldosa de caucho reciclado SBR, color verde, de 500x500x40 mm.	1,04	32,06	15670,92
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>16231,32</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	75	h	Oficial construcción de obra civil.	0,907	16,81	1143,50
	75	h	Ayudante construcción de obra civil.	0,907	16,03	1090,44
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>2233,91</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	18465,269	369,30
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>18834,57</b>

**RE02 Revestimiento caucho ondulado. Paredes 106.793,46€**

Revestimiento de pared con planchas de caucho ondulado especial antirrebote de 1000 x 500 x 55 mm de la marca TRADESEGUR. El revestimiento de paredes será realizado a partir de placas de goma de alta calidad, aglomerado con poliuretano MDJ, tintado en color, antirrebote y anti onda expansiva producida por el disparo. Su permeabilidad estará comprendida entre 0,6 y 1,5 l/s/m2 según la densidad del aglomerado y su espesor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>					
1	1500	Uds. Plancha de caucho ondulado Especial antirrebote de 1000x500x55	1	69,35	104025
<b>Subtotales materiales:</b>					<b>104025</b>
<b>Mano de obra</b>					
2	200	h Oficial montador de aislamientos.	0,101	17,36	350,67
	200	h Ayudante montador de aislamientos.	0,101	16,03	323,80
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>674,47</b>
<b>Costes directos complementarios</b>					
3		% Costes directos complementarios	2	104699,478	2093,98
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>106793,46</b>

**RE03 Revestimiento caucho ondulado. Falso techo**

**70.908,99€**

Revestimiento de falso techo con planchas de caucho ondulado especial antirrebote de 1000 x 500 x 55 mm de la marca TRADESEGUR o equivalente.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>					
1	1000	Uds. Plancha de caucho ondulado Especial antirrebote de 1000x500x55	1	69,35	69350
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>69350</b>

	<b>Subtotales materiales:</b>					
<b>2</b>	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Oficial montador de aislamientos.	0,101	17,36	87,66
	50	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,101	16,03	80,9515
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>168,61</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	69518,6195	1390,37
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>70908,99</b>

**CAPITULO 7. VENTILACIÓN.****V01 Extractor helicoidal 44.000 m3****9.925,44€**

Suministro e instalación de equipo de extracción para ventilación marca *sodeca* modelo CJTHT-125-6/12T/3-4-F-400 o equivalente.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>					
1	1 Ud.	Suministro e instalación de equipo de extracción para ventilación marca <i>sodeca</i> modelo CJTHT-125-6/12T/3-4-F-400 o equivalente.	1	6547,93	6547,93
<b>Subtotales materiales:</b>					<b>6547,93</b>
<b>Mano de obra</b>					
2	25 h	Oficial montador.	3,813	17,36	1654,84
2	25 h	Ayudante montador.	3,813	16,03	1528,05
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>3182,90</b>
<b>Costes directos complementarios</b>					
3	%	Costes directos complementarios	2	9730,8317	194,61
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>9925,44</b>

**V02 Ventilador helicoidal 40.000 m3****6.006,93€**

Suministro e instalación de equipo de impulsión para ventilación marca *sodeca* modelo CJHCH-100-6/12T-3 o equivalente. Comprende la instalación de la unidad CJHCH-100-6/12T-3 o equivalente.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	<b>Materiales</b>				

	1	Ud.	Suministro e instalación de equipo de impulsión para ventilación marca sodeca modelo CJHCH-100-6/12T-3	1	2706,25	2706,25
	<b>Subtotales materiales:</b>					2706,25
	<b>Mano de obra</b>					
2	25	h	Oficial montador.	3,813	17,36	1654,84
	25	h	Ayudante montador.	3,813	16,03	1528,05
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>3182,90</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	5889,15175	117,78
	<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>6006,93</b>

**CAPÍTULO 8. CARPINTERÍAS****CAR01 Puerta cortafuegos de acero galvanizado.****1.488,80€**

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 60-C5, de dos hojas, 2100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, ambas hojas provistas de cierrapuertas para uso frecuente, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	1	Ud.	Puerta cortafuegos pivotante homologada.	1	769,54	769,54
	1	Ud.	Cierrapuertas para uso frecuente de puerta cortafuegos.	2	158,05	316,1
	1	Ud.	Selector de cierre para asegurar el adecuado cerrado de las puertas para puerta cortafuegos.	1	51,23	51,23
	1	Ud.	Barra antipánico para puerta cortafuegos.	1	134,07	134,07
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>1.270,94</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	5	h	Oficial construcción.	1,149	16,81	96,57
	5	h	Ayudante construcción.	1,149	16,03	92,09
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>188,66</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	1.459,61	29,19
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>1.488,80</b>	

**CAR02 Puerta cortafuegos de acero galvanizado.****3.210,17€**

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 60-C5, de una hoja, 1100x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco, con cierrapuertas para uso frecuente, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior, mirilla circular de 360 mm de diámetro.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
<b>1</b>	3	Ud.	Puerta cortafuegos pivotante homologada, EI2 60-C.	1	327	981
	3	Ud.	Cierrapuertas para uso frecuente de puerta cortafuegos de una hoja.	1	170,05	510,15
	3	Ud.	Barra antipánico para puerta cortafuegos de una hoja.	1	67,58	202,74
	3	Ud.	Mirilla circular homologada de 360 mm de diámetro, con marcos de acero inoxidable y vidrio cortafuegos EI2 60.	1	370,6	1111,8
<b>Subtotales materiales:</b>					<b>2805,69</b>	
<b>Mano de obra</b>						
<b>2</b>	16	h	Oficial construcción.	0,65	16,81	174,82
	16	h	Ayudante construcción.	0,65	16,03	166,71
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>341,53</b>
<b>3</b>	<b>Costes directos complementarios</b>					

	<b>1</b>	%	Costes directos complementarios	<b>2</b>	3147,226	62,94
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>3210,17</b>

**CAR03 Vidrio laminar de seguridad, antibala. 38.649,53€**

Vidrio laminar de seguridad, antibala, de 50 mm de espesor, incoloro, clase de resistencia BR6-S, según UNE-EN 1063, fijado sobre carpintería con calzos y sellado continuo.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio Unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
1	30	m <sup>2</sup>	Vidrio laminar de seguridad, antibala, de 50 mm de espesor.	1,006	1.245,65	37.593,72
	6	Ud.	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora.	0,29	3,73	6,49
	8	Ud.	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1	1,26	10,08
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>37610,29</b>
<b>Mano de obra</b>						
2	16	h	Oficial cristalero.	0,496	18,15	144,03
	16	h	Ayudante cristalero.	0,496	17,31	137,37
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>281,41</b>
<b>Costes directos complementarios</b>						
3	1	%	Costes directos complementarios	<b>2</b>	37.891,70	757,83
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						<b>38649,53</b>

**CAPÍTULO 9. SISTEMA DE BLANCOS Y DOMÓTICA****SBD01 Instalación de megafonía.****1.474,80€**

Suministro y montaje de instalación de megafonía compuesta de: central de sonido mono adaptable a cualquier fuente musical; 2 reguladores de sonido analógicos de 1 canal musical mono que permiten regular el volumen de cada estancia, 2 altavoces de 2", 2 W y 8 Ohm instalados en falso techo; adaptadores para incorporar elementos de sonido. Incluso red de distribución interior en vivienda formada por canalización y cableado para la conducción de las señales con tubo flexible de PVC corrugado y cable flexible trenzado de 3x1,5 mm<sup>2</sup>, cajas de empotrar, cajas de derivación y accesorios.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
1	1	Ud.	Central de sonido de 1 canal mono, con regulación manual de nivel de salida de audio.	1	138,13	138,13
	1	Ud.	Caja de empotrar para central de sonido, de material termoplástico, de 140x140x45 mm.	1	3,87	3,87
	1	Ud.	Regulador de sonido analógico de 1 canal musical mono con caja de empotrar.	2	53,27	106,54
	4	Ud.	Altavoz de 2", 2 W/8 Ohm, para instalar en falso techo.	2	19,29	154,32
	4	Ud.	Caja de empotrar para altavoz de 2", 2 W/8 Ohm.	2	1,94	15,52
	8	Ud.	Adaptador para incorporar elementos de sonido.	2	1,95	31,2
	4	Ud.	Caja de distribución universal con tapa de registro.	2	1,17	9,36
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>458,94</b>
<b>Mano de obra</b>						
2 mo003 mo102	8	h	Oficial electricista.	3,697	17,36	513,43
	8	h	Ayudante electricista.	3,697	16,01	473,51

	<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>986,95</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	1445,89112	28,91
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>1474,80</b>	

**SBD02 Pupitre de control galería de tiro****1.608,92€**

Suministro y colocación de pupitre de control para galerías de tiro marca SIAISA TRADESEGUR o equivalente. Ref GT/P para alojamiento de reguladores de intensidad, mandos de maniobra y ventilación, etc. para ubicar en cabina de instructores. Totalmente instalado y funcionando.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
1 mt40mhm010 a	1	Ud	1	960,53	960,53	
					<b>Subtotales materiales:</b>	960,53
	<b>Mano de obra</b>					
2 mo003 mo102	5	h	3,697	17,36	320,89	
	5	h	3,697	16,01	295,94	
					<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>616,84</b>
<b>Costes directos complementarios</b>						
3	1	%	2	1577,37445	31,54	
	<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>1608,92</b>

**SBD03 Blancos TM220**

**16.169,09€**

Suministro y colocación de blancos de tiro, modelo TM220 para instalación fija para funcionamiento vía cable con función con giro 180° velocidad de giro en 90° = 0,3 segundos y funciones de AMIGO/NEUTRAL/ENEMIGO para tiro policial y de combate.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
<b>Materiales</b>					
1	9 Uds.	Suministro y colocación de blancos de tiro, modelo TM220	1	1535	13815
<b>Subtotales materiales:</b>					13815
<b>Mano de obra</b>					
2	16 h	Oficial montador.	3,813	17,36	1059,09
	16 h	Ayudante montador.	3,813	16,03	977,95
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>2037,05</b>
<b>Costes directos complementarios</b>					
3	1 %	Costes directos complementarios	2	15852,0571	317,04
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>16169,09</b>

**SBD04 Equipo informático**

**4.863,09€**

Suministro y colocación de equipo informático con procesador Pentium, monitor color de 17" y sistema operativo Windows 10 o superior, Software de aplicación " TRADERANGE/SIARANGE" para el manejo de blancos de tiro, compuesto por:

- Control de acceso al programa por nombre y número clave.
- Modos de control manual y automático.
- Control independiente de blancos en todas sus funciones.
- Modo de operación automático y manual. Programación de ejercicios con número ilimitado de secuencias. Programación independiente de cada blanco. Duración de la secuencia programable desde 1,5 s. (tiempo variable en cada secuencia) Ejecución de ejercicios en modo continuo. Edición de los ejercicios creados. Gestión de ejercicios de tiro: Ficha de cada tirador con información de:
  - Puntuación obtenida.
  - Nivel del tirador.
  - Tipo de arma empleada.

- Base de datos de todos los ejercicios realizados anteriormente por cada tirador con estadística de los ejercicios realizados.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	2	Uds.	Suministro y colocación de equipo informático	1	2075,45	4150,9
	<b>Subtotales materiales:</b>				4150,9	
2	<b>Mano de obra</b>					
	5	h	Oficial electricista.	3,697	17,36	320,89
	5	h	Ayudante electricista.	3,697	16,01	295,94
	<b>Subtotal mano de obra:</b>				<b>616,84</b>	
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	4767,74445	95,35
<b>Costes directos (1+2+3):</b>				4863,09		

**SBD05 Piezas fijación blancos**

**6.322,72€**

Suministro y colocación de piezas para fijación de los blancos. En frontal de protección

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	18	Uds.	Suministro y colocación de piezas para fijación de los blancos.	1	287,7	5180,22
	<b>Subtotales materiales:</b>				5180,22	
2	<b>Mano de obra</b>					
	8	h	Oficial montador.	3,813	17,36	529,54

	8	h	Ayudante montador.	3,813	16,03	488,97
				<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>1018,52</b>
3			<b>Costes directos complementarios</b>			
	1	%	Costes directos complementarios	2	6198,74	123,97
				<b>Costes directos (1+2+3):</b>		<b>6322,72</b>

**SBD06 Mampara separación tiradores 9.822,54€**

Suministro y montaje de mampara de blindada, de 2,2 m de alto por 1,5 m. de ancho, compuesta por paneles de madera y una estructura de acero de 2 mm. entre ellas, canteadas y forradas interiormente con material fonoabsorbente, ruedas, sistema de retención y mesa abatible de 0,50x0,50 m2, i/pp. de estructura soporte, cortes, medios auxiliares, acopio de material y limpieza, medida la unidad instalada. Marca TRADESEGUR o equivalente

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
<b>Materiales</b>						
1	10	Uds.	Suministro y montaje de mampara de blindada, de 2,2 m de alto por 1,5 m. de ancho.	1	924,8	9248
				<b>Subtotales materiales:</b>		<b>9248</b>
<b>Mano de obra</b>						
2	3	h	Oficial montador.	3,813	17,36	198,58
	3	h	Ayudante montador.	3,813	16,03	183,36
				<b>Subtotal mano de obra:</b>		<b>381,94</b>
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	9629,94	192,59
				<b>Costes directos (1+2+3):</b>		<b>9822,54</b>

**CAPÍTULO 10. APOYO GALERÍA****AP01 Cortina antifragmentos****14.346,19€**

Suministro y colocación de cortina anti fragmentos de caucho de 1ª clase Marca SIAISA TRADESEGUR o equivalente Ref.: GT/RI/PB, en tiras solapadas y suspendidas del techo mediante soporte de fijación de 4 mm de espesor de dimensiones 220 x 25 cm (Rf.: LPB-220) y 140 x 25 cm (LPB-140), fabricada en caucho especial de calidad PF o superior y espesor > de 4 mm. Se colocará en tiras solapadas y suspendidas del techo. Se dispondrá en todo el frente de los parabolas para evitar posibles rebotes o retrocesos de los proyectiles.

<b>Código</b>	<b>Unidad</b>		<b>Descripción</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Importe</b>
<b>Materiales</b>						
1	200	m 2	Suministro y colocación de cortina antifragmentos de caucho de 1ª clase	1	54,41	10882
<b>Subtotales materiales:</b>						10882
<b>Mano de obra</b>						
2	25	h	Oficial montador.	3,813	17,36	1654,84
	25	h	Ayudante montador.	3,813	16,03	1528,05
<b>Subtotal mano de obra:</b>						<b>3182,90</b>
<b>Costes directos complementarios</b>						
3		%	Costes directos complementarios	2	14064,9018	281,29
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						14346,19

## CAPÍTULO 11. ALBAÑILERÍA

**ALB01 Falso techo registrable de lamas metálicas.**
**16.197,64€**

Falso techo registrable, situado a una altura mayor o igual a 4 m, formado por lamas horizontales de superficie lisa, de aluminio lacado, y de 135 mm de anchura, separadas 15 mm, con entramado metálico oculto. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe	
1	<b>Materiales</b>					
	450	m	Lama horizontal de superficie lisa, de aluminio prelacado, de 135 mm de anchura y 0,45 mm de espesor, con 15 mm de separación.	6,803	3	9184,05
	400	m	Perfil 28/41/4000 mm, de 0,6 mm de espesor, color blanco, de chapa de acero galvanizado, acabado troquelado, para la colocación de lamas horizontales.	1	1,75	700
	400	m	Perfil en U 20/15/3000 mm, color blanco, de aluminio lacado, según UNE-EN 13964.	1	0,83	332
	1500	Uds	Varilla de cuelgue.	1,25	0,44	825
	500	Uds	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	1,25	0,06	37,5
	<b>Subtotales materiales:</b>					<b>14998,55</b>
2	<b>Mano de obra</b>					
	100	h	Oficial montador de falsos techos.	0,264	17,36	458,30
	100	h	Ayudante montador de falsos techos.	0,264	16,03	423,19
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>881,49</b>	
3	<b>Costes directos complementarios</b>					

		%	Costes directos complementarios	2	15880,04 6	317,60
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						16197,64

<b>ALB02</b>	<b>Parabalas talud de arena de sílice</b>	<b>5.635,39€</b>
--------------	---	------------------

Para ejecución de parabalas formado por arena de sílice, se incluyen en este precio la instalación completa para el mantenimiento del área, incluso acometida, conducciones de acero protegido, pases en muros existentes, y cualquier otro material o equipo necesario para el correcto funcionamiento.

Código	Unidad		Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	<b>Materiales</b>					
	1	Uds.	Para ejecución de parabalas formado por arena de sílice.	1	5150,15	5150,15
	<b>Subtotales materiales:</b>					5150,15
2	<b>Mano de obra</b>					
	50	h	Oficial montador.	0,264	15,36	202,75
	50	h	Ayudante montador.	0,264	13,03	171,99
	<b>Subtotal mano de obra:</b>					374,74
3	<b>Costes directos complementarios</b>					
	1	%	Costes directos complementarios	2	5524,898	110,49
<b>Costes directos (1+2+3):</b>						5635,39

**CAPÍTULO 12. SEGURIDAD Y SALUD****SS01 Conjunto de sistemas de protección colectiva. 1.000,00€**

Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Sin descomposición			1.000,00
Costes directos:			1.000,00

**SS02 Conjunto de equipos de protección individual. 1.000,00€**

Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Sin descomposición			1.000,00
Costes directos:			1.000,00

**SS03 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar. 1.000,00€**

Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
Sin descomposición			1.000,00
Costes directos:			1.000,00

**SS04 Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras. 100,00€**

Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
-------------	-------------	-----------------	---------

Sin descomposición			100,00
<b>Costes directos:</b>			100,00

## **ANEXO II: HOJAS TÉCNICAS**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Condición</b>
Altura total	500	Milímetros	Sin silueta
Diámetro	220	Milímetros	Sin silueta
Peso	8	Kilogramos	TM220
Tensión de funcionamiento	15	Voltios	
Corriente máxima	4	Amperios	
Corriente reposo	40	miliamperios	
Potencia motor	120	Vatios	
Temperatura funcionamiento	-20 a 55	Grados	

**Tabla7-0-1 Hoja técnica Blanco TM220**

**Ficha de características Pupitre control *Tradese gur***

---

Ventilación

Climatización

Encendido y apagado de las líneas de iluminación

Regulación de las líneas de iluminación

Intercomunicación con el interior de la galería

Control de blancos de tiros mecánicos

Programación de ejercicios

Gestión de la base de datos de tiradores y resultados

---

**Tabla7-0-2 Hoja técnica Pupitre control *Tradese gur***

## **ANEXO III: GLOSARIO**

ENM: Escuela Naval Militar.

CUD: Centro Universitario de la Defensa.

RFETO: Real Federación Española de Tiro Olímpico.

TFG: Trabajo de Fin de Grado.

FGNE: Fuerza de Guerra Naval Especial.

CNP: Cuerpo Nacional de Policía.

FFCCSE: Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado.

EOS: Equipos Operativos de Seguridad.

TVR: Trozo de Visita y Registro.

RROO: Reales Ordenanzas para las Fuerzas Armadas.

CTE: Código Técnico de Edificación.

I+A: Instrucción + Adiestramiento.

CEMEDEM: Centro de Medidas Electromagnéticas.

SEA: Servicio Económico Administrativo.

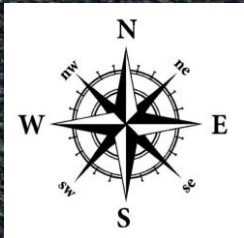
## **ANEXO IV: PLANOS**



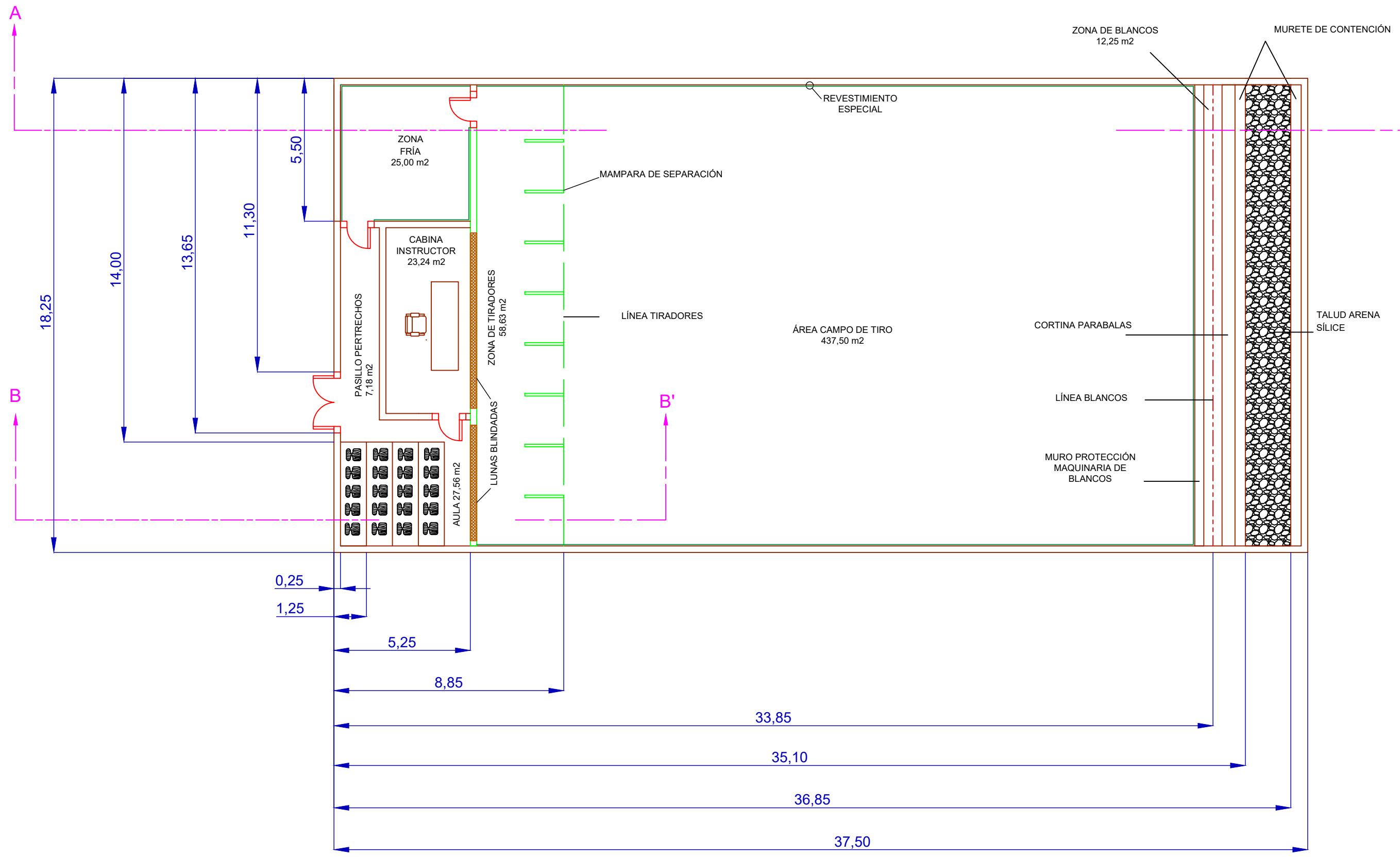
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

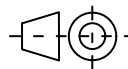
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Dibujado	C.C.A.F. 01/03/19		<b>CUD - ENM</b>
Comprob.		Proyecto Diseño preliminar Galería tiro ENM	
Escala	Formato		Lámina
1:50000	A3		Designación Plano de situación

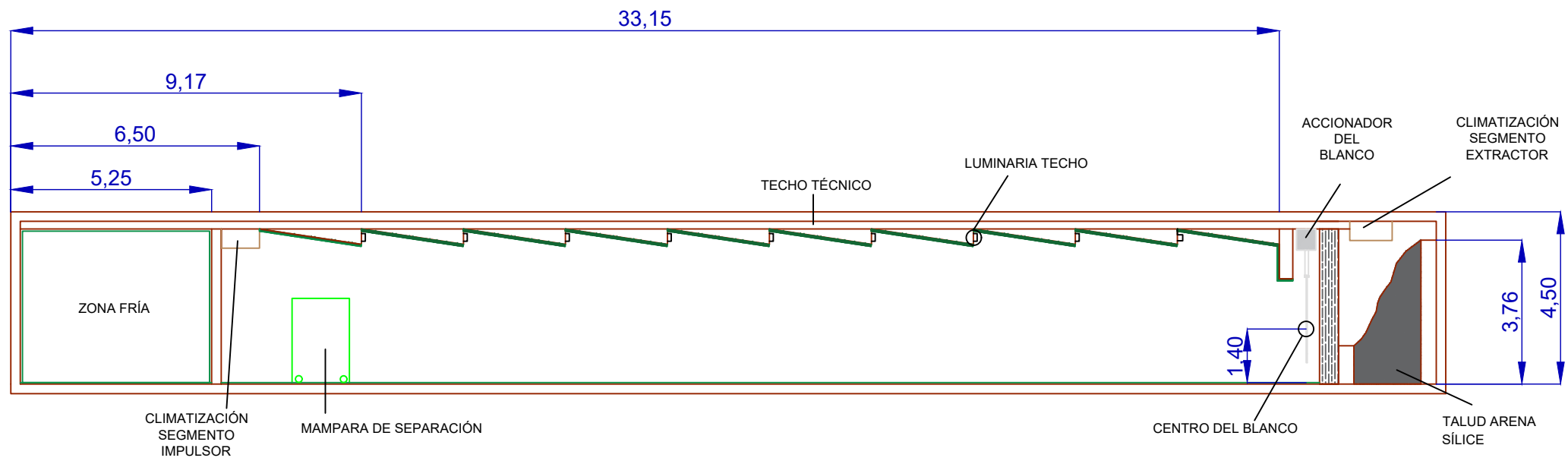


Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación	Lámina
1:1000	A3		Plano de emplazamiento Galería actual	Nº 2

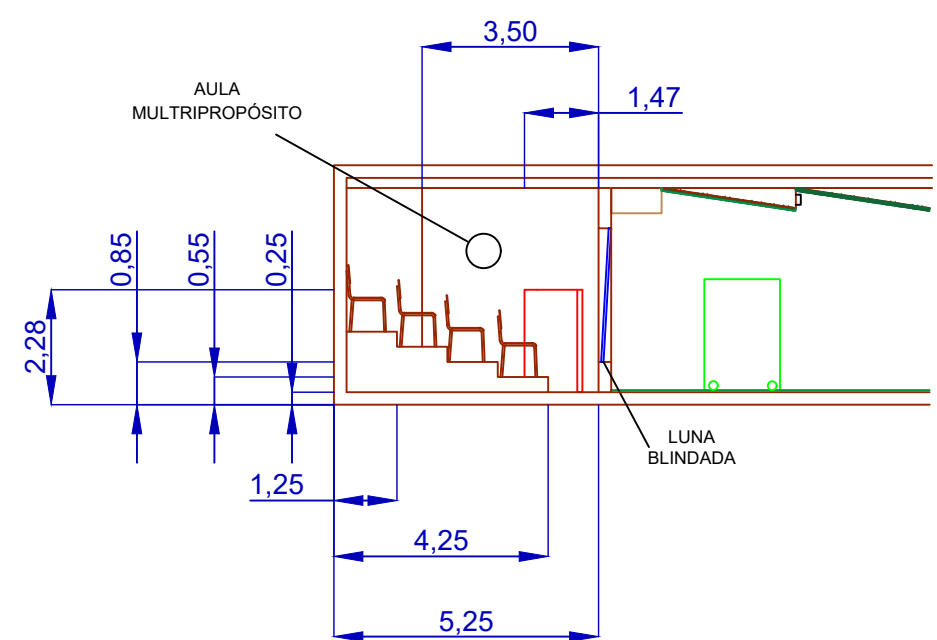


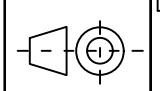
Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación	Lámina
1:150	A3		Planta	Nº 3

### SECCIÓN A-A'



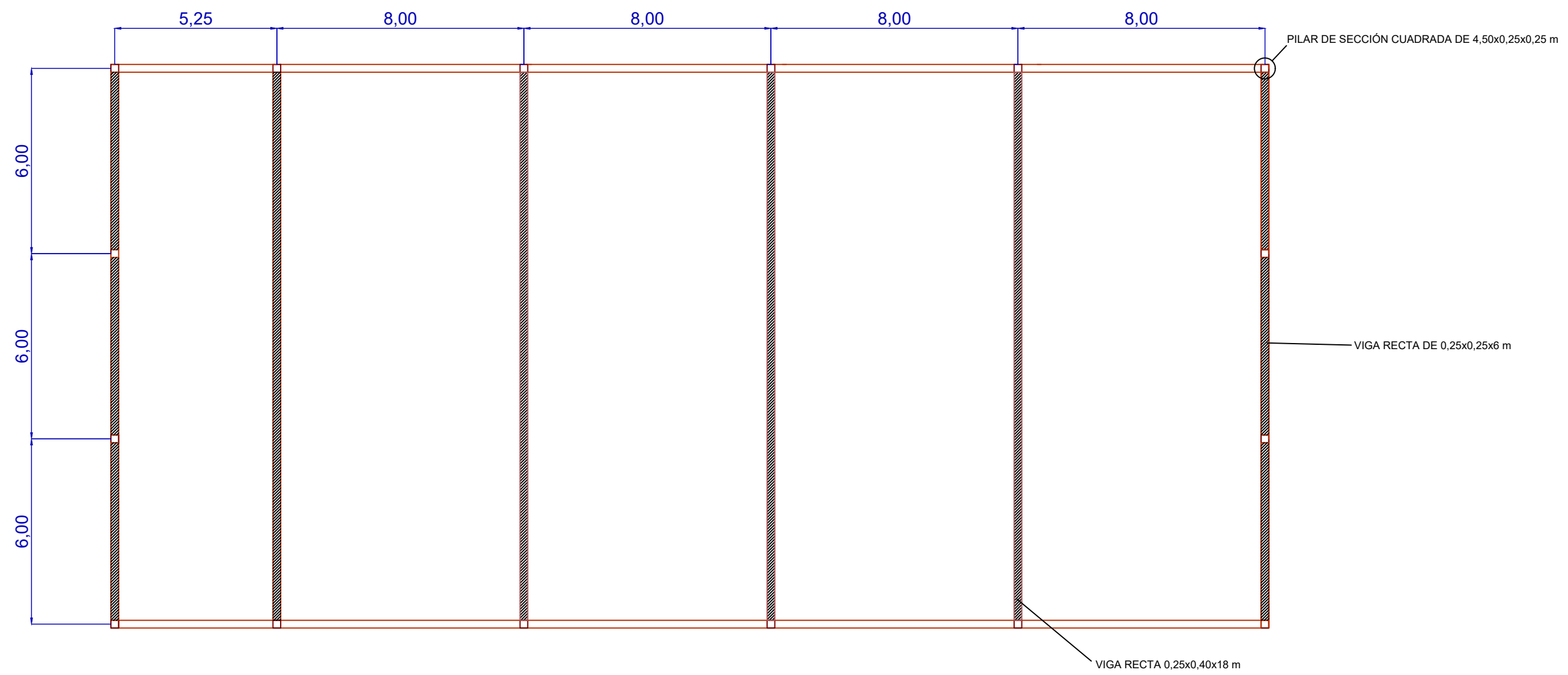
### SECCIÓN B-B'



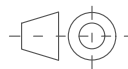
Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto Diseño Preliminar Galería tiro ENM	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación Alzados. Secciones AA' y BB'	Lámina
1:150	A3			Nº 4

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



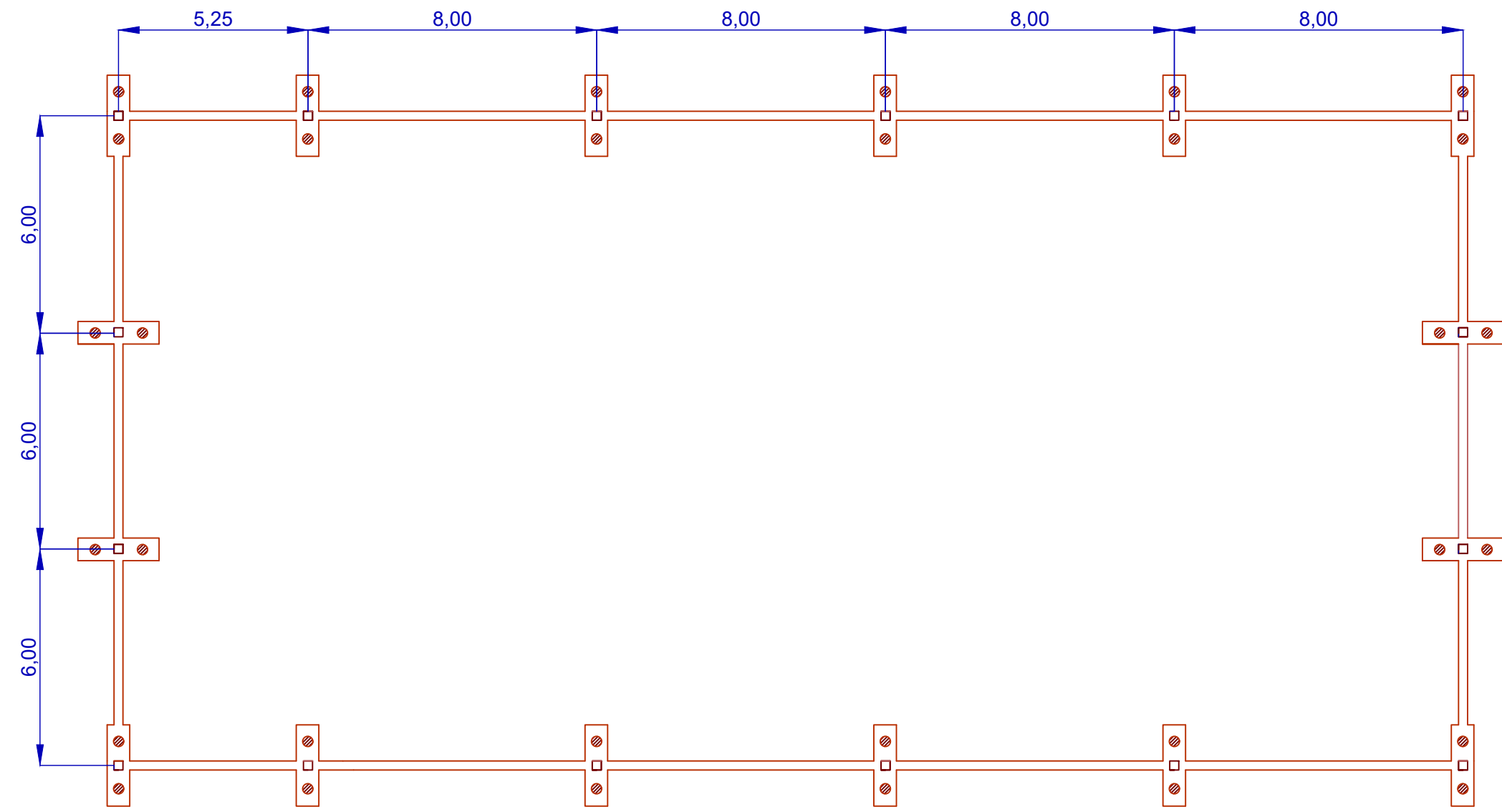
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	
ELEMENTO	UNIDADES
PILAR DE SECCIÓN CUADRADA DE 4,50x0,25x0,25 m	16
VIGA RECTA DE 0,25x0,40x18 m	4
VIGA RECTA 0,25x0,25x6 m	6

Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto Diseño Preliminar Galería de tiro ENM	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación Plano de estructuras. Pilares y vigas.	Lámina
1:150	A3			Nº 5

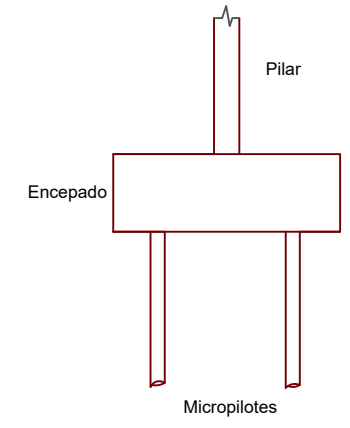


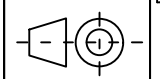
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

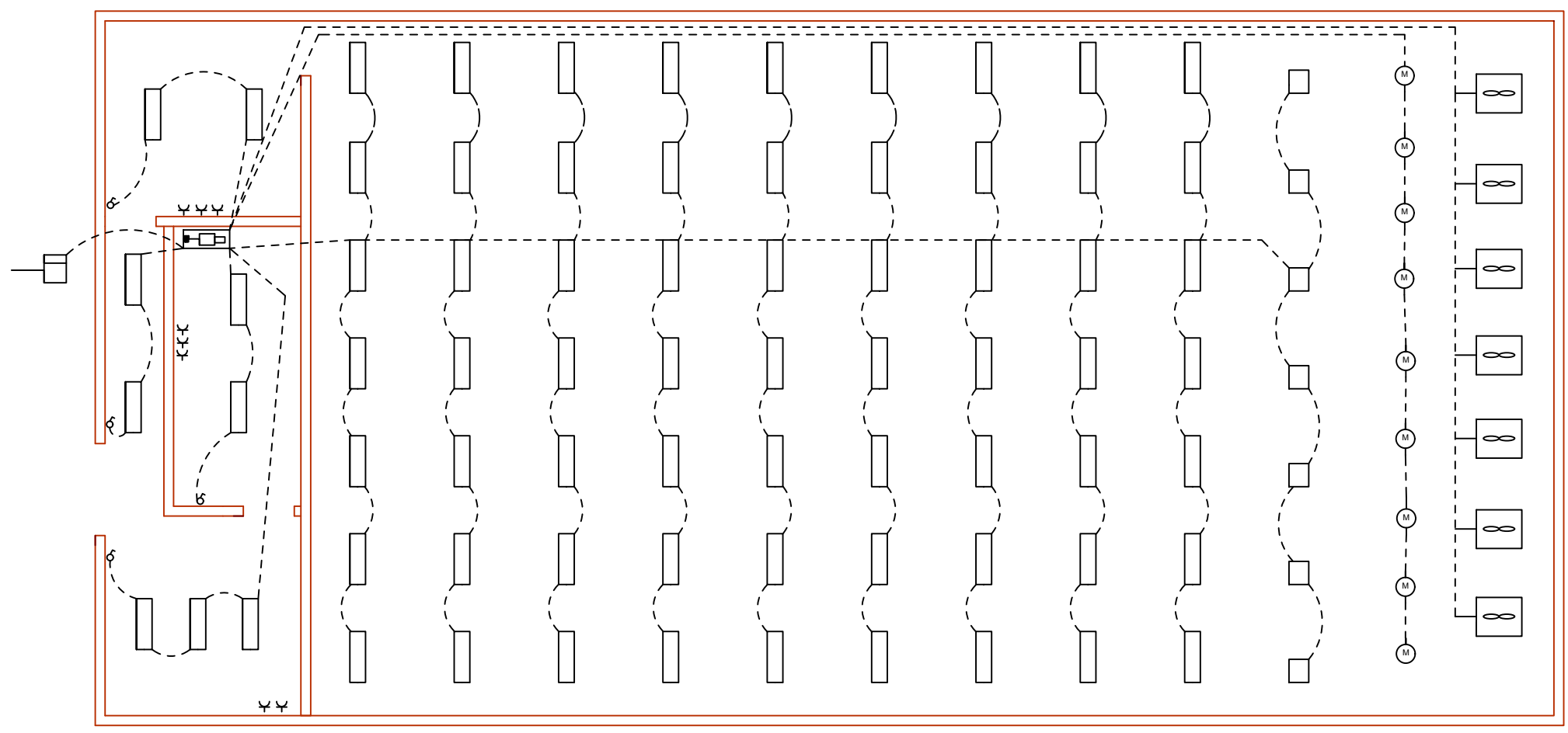
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



REPRESENTACIÓN DE ENCEPADO Y MICROPILOTES



Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto Diseño Preliminar Galería de tiro ENM	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación Plano de estructuras. Cimentación	Lámina
1:150	A3			Nº 6



LEYENDA	
Regleta estanca 2x18W. Lámpara fluorescente de nueva generación y bornes de conexión	Contador de energía monofásico
Proyectores LED MW de 168W	Motor eléctrico de 120 W
Punto de luz sencillo de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PWC.	Unidad de climatización interna
Toma de corriente bipolar de 16 A con toma de tierra	
Cuadro general de distribución y protecciones de los circuitos	

CARACTERÍSTICAS CABLEADO	
FUNCIÓN	LONGITUD
Iluminación. Focos LED y luminarias fluorescentes	139,3 metros
Mecanismos de los blancos	48,5 metros
Mecanismo de acondicionamiento	51,5 metros

Dibujado	C.C.A.F.	01/03/19	Proyecto Diseño Preliminar Galería tiro ENM	<b>CUD - ENM</b>
Comprob.				
Escala	Formato		Designación	Lámina
1:150	A3		Plano general de distribución eléctrica	Nº 7

