



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la
construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval
Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: José Manuel Carrilho de las Nieves

DIRECTORES: Mercedes Solla Carracelas

CURSO ACADÉMICO: 2015-2016

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la
construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval
Militar*

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General / Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

Este trabajo consiste en la realización de un levantamiento topográfico en las proximidades del dique “Capitán de Corbeta Agustín Marín”, ubicado en la Escuela Naval Militar, para la construcción de una galería de tiro subterránea con capacidad para realizar ejercicios de tiro de fusil, entre otros.

Mediante la obtención de ángulos y distancias en el emplazamiento asignado, se procedió al procesado de los datos y obtención de la nube de puntos (Modelo Digital del Terreno) para así poder ser tratados mediante software topográfico específico. El software utilizado para el tratamiento de los datos fue el Topocal, y posteriormente el AutoCAD, con el fin de elaborar y editar los correspondientes planos planimétricos y altimétricos.

Una vez obtenida la base cartográfica de la zona de instalación de la galería de tiro, se llevó a cabo un estudio de explanación y evaluación de su ubicación, incluyendo los cálculos de volumen de movimientos de tierra necesarios para la construcción de la galería, así como los costes asociados a dicha preparación del terreno.

El dimensionamiento considerado para la galería de tiro se ha basado en el diseño de las propias utilizadas por el Cuerpo Nacional de Policía y por las Policías Autonómicas, debido a que las Fuerzas Armadas en la actualidad no cuentan con ningún emplazamiento que presente estas características. Asimismo, y debido al uso especial que se le pretende dar a esta galería de tiro (prácticas con fusil de asalto) y al emplazamiento proyectado para la misma; en terreno ganado al mar, y colindante con el dique de contención, se tendrán en cuenta las modificaciones del terreno pertinentes para que cumpla con los requisitos del trabajo.

PALABRAS CLAVE

Topografía, explanación, galería de tiro, planimetría, altimetría

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres su colaboración para la realización de este TFG, ya que sin su colaboración nada de esto hubiera sido posible. También quiero hacer mención a la especial contribución de mi novia Esther, la cual me ha mostrado todo tu apoyo y ayuda.

Finalmente agradecerle a Juan Manuel Álvarez Barroso su incondicional ayuda y su contribución al desarrollo de este TFG.

CONTENIDO

Índice de Figuras	3
Índice de Tablas.....	5
1 Introducción y objetivos	7
1.1 Introducción	7
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivos generales	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
2 Estado del arte	11
2.1 Introducción a la topografía	11
2.2 Instrumentación topográfica.....	13
2.3 Situación y estado de la zona	17
2.3.1 Situación geográfica.....	17
2.3.2 Antecedentes, usos y costumbres	20
2.3.3 Estado actual	21
2.3.4 Estado legal	22
2.3.5 Medio físico.....	22
Climatología	22
Usos del suelo.....	22
Vegetación.....	24
Geología	24
Hidrología.....	25
3 Desarrollo del TFG.....	27
3.1 Metodología para la toma de datos	27
3.1.1 Obtención de datos	29
3.1.2 Elaboración de planos	32
4 Resultados y presupuesto.....	33
4.1 Primeras consideraciones	33
4.2 Introducción presupuestaria	35
4.2.1 Levantamiento topográfico	37
4.2.2 Seguridad e higiene	39
4.2.3 Demoliciones.....	41
4.2.4 Movimiento de tierras	42
4.3 Resultado y propuesta de obra	43
5 Conclusiones y líneas futuras	45
6 Bibliografía	47
Anexo I: Planos.....	51
Anexo II: Documentación catastral	61
Anexo III: Seguridad	63
Anexo IV: Fotografías.....	67
Anexo V: Glosario de términos topográficos [7]	69
Anexo VI: Bibliografía de ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Representación del interior de la galería de tiro propuesta	8
Figura 1-2 Representación isométrica de la galería de tiro propuesta	9
Figura 1-3 Representación interior galería de tiro propuesta con puestos de tiro, zona de espera y centro de control	9
Figura 2-1 Escudo del Centro Geográfico del Ejército [33]	12
Figura 2-2 Brújula [6]	14
Figura 2-3 Teodolito [6]	14
Figura 2-4 Estación total Leica [7]	15
Figura 2-5 Estación laser 3D Leica [8]	15
Figura 2-6 Esquema muestra de datos laser 3D [9]	16
Figura 2-7 Estación total Stonex R2 Plus [10]	16
Figura 2-8 Mapa de la zona 1/250.000 [11]	17
Figura 2-9 Mapa de la zona 1/30.000 [11]	17
Figura 2-10 Imagen satélite ENM [11]	18
Figura 2-11 Esquema 3D de la zona de actuación	18
Figura 2-12 Superposición de la galería de tiro propuesta con orientación E-O	19
Figura 2-13 Superposición de la galería de tiro propuesta con orientación N-S	20
Figura 2-14 Imagen estado inicial ENM [12]	20
Figura 2-15 Representación concepto inicial de la ENM [12]	21
Figura 2-16 Imagen de la ENM en la actualidad [12]	21
Figura 2-17 Tabla de datos meteorológicos de la zona [14]	22
Figura 2-18 Mapa de los usos del suelo en el municipio de Marín [15]	23
Figura 2-19 Mapa de la vegetación de la zona [15]	24
Figura 2-20 Mapa geológico de la zona [15]	24
Figura 2-21 Mapa de zonas inundables por una crecida nivel del mar 1/30.000 [16]	25
Figura 2-22 Mapa de inundaciones a consecuencia de un fuerte oleaje 1/30.000 [16]	25
Figura 2-23 Mapa hidrográfico de la zona [15]	26
Figura 3-1 Ejemplo de itinerario [17]	27
Figura 3-2 Esquema de itinerario abierto [18]	28
Figura 3-3 Esquema de orientación de la primera base del itinerario respecto al Faro de Tenlo Chico [19]	29
Figura 3-4 Faro de Tenlo Chico en la Isla de Tambo [19]	29
Figura 3-5 Representación de las bases del itinerario sobre el terreno [19]	30
Figura 4-1 Nube de puntos sobre ortofotografía	33
Figura 4-2 Plano de explanación con orientación N-S E1/1.000	34

Figura 4-3 Plano de explanación con orientación E-O E 1/1.000	34
Figura 4-4 Perfiles transversales para orientación N-S E.H 1/400 E.V 1/250	35
Figura 4-5 Perfiles transversales para orientación E-O E.H 1/400 E.V 1/250	35
Figura AII-1 Referencia catastral construcción 3 [1]	61
Figura AII-2 Referencia catastral campo de tiro de arma corta [1]	61
Figura AII-3 Referencia catastral CEMEDEN [1]	62
Figura AII-4 Referencia catastral almacén de factoría [1]	62
Figura AIII-1 Esquema del trazado del vallado alrededor de la obra	66
Figura AIV-1 Galería de tiro cara Sur	67
Figura AIV-2 Almacenes Sur cara Este	67
Figura AIV-3 Almacén de factoría cara Sur	68
Figura AIV-4 Dique “CC Aguilar Marín”. Orientación O-E	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Coordenadas de las bases que definen la galería de tiro con orientación E-O	19
Tabla 2-2 Coordenadas de las bases que definen la galería de tiro con orientación N-S.....	19
Tabla 3-1 Coordenadas de los puntos medidos	32
Tabla 4-1 Costes del levantamiento topográfico	37
Tabla 4-2 Costes de la edición del plano base y encaje de la obra	37
Tabla 4-3 Costes del replanteo	38
Tabla 4-4 Costes de la realización de los planos del proyecto	38
Tabla 4-5 Costes de generación de la documentación necesaria	39
Tabla 4-6 Relación de elementos individuales de seguridad y costes de los mismos.....	40
Tabla 4-7 Relación de protecciones colectivas y costes de las mismos	40
Tabla 4-8 Relación de instalaciones provisionales y costes de las mismas	40
Tabla 4-9 Relación de las señalizaciones necesarias y costes de las mismas	41
Tabla 4-10 Relación de costes de seguros, mantenimiento y conservación de los elementos de la construcción	41

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Los ejercicios de tiro de fusil en la Escuela Naval Militar, se realizan en el campo de tiro del Acuartelamiento de la Brigada de Infantería Ligera Aerotransportada (BRILAT), sita en la comarca de Figueirido, provincia de Pontevedra.

Que la Escuela Naval Militar (en adelante ENM) no cuente con una instalación propia para la realización de los ejercicios de tiro con arma larga, daba lugar a la necesidad de emplear un considerable tiempo en el trámite de las correspondientes solicitudes a fin de que los alumnos pudieran realizar ejercicios de tiro con fusil, lo cual hacía que el adiestramiento en este área tan propia como específica e importante de, ya no solo los futuros oficiales de la Armada, si no de cualquier militar, no fuera tan exhaustivo e intenso como se quería.

Esta problemática no ha quedado ajena a los mandos de la ENM, habiéndose abordado desde diversos puntos de vista, y poniendo en estudio múltiples posibles remedios. Una de las posibles soluciones que fueron planteadas, fue la construcción de una galería de tiro en Penizas. Esta instalación, que pertenecería a la propia Escuela, suponía un considerable ahorro de tiempo debido a que los trámites necesarios para su uso, eran meramente informativos, pues los permisos necesarios para su uso, no dependían de nadie ajeno a la escuela, pero implicaba que la ENM tuviera instalaciones descentralizadas, por lo que se generaba un problema al tener que dotar a esta construcción de personal, ya sea mediante un puesto fijo en el lugar, o desplazándolo desde el propio Centro, además de la dotación que debería realizar tareas de vigilancia y guardia en la instalación.

Por estos motivos entre otros, se declina la construcción de la galería de tiro de fusil en Penizas, y se buscan otras posibles soluciones. Una de estas ellas consiste en la adecuación del espacio que se encuentra dentro de la Escuela para construir una galería que cumpla con los requisitos impuestos.

Debido a la naturaleza de la instalación (realizar ejercicios de fuego con fusil de asalto, lo cual implica que debemos tener una galería de más de 100 metros de largo), además de un aprovechamiento del espacio disponible, se plantea como una de las posibles soluciones, soterrar la galería.

Para poder comprender mejor este proyecto, deberemos conocer en primera instancia que es una galería de tiro.

Según el “Real Decreto 137/1993 de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Armas y refiriéndonos al artículo 150: “se considerarán campos y galerías de tiro los espacios habilitados para la práctica del tiro que reúnan las características y medidas de seguridad que se determinan en anexo a este Reglamento [1]”.

Estas características y medidas de seguridad, que vienen reflejadas en el anexo I del mismo Real Decreto, hacen referencia a cinco elementos básicos:

1. Puestos de tirador.
2. Parabolas.
3. Espaldones.
4. Línea de blancos.
5. Instalación eléctrica.

En lo referente a soterrar la galería de tiro, esto responde a falta de espacio en la ENM para nuevas instalaciones, por lo que el emplazamiento debe encontrarse en el mismo lugar que otras ya existentes, y para ser esto posible han de encontrarse a distinta altura. El diseño y dimensionamiento de la galería de tiro que se propone está basada en el proyecto de la galería de tiro de Orihuela [2], pero con una distancia libre entre puesto de tiro y blancos de 100 metros, incluyendo 20 metros a mayores que albergue un puesto de municionamiento, zona de espera y un cuarto para el control de los ejercicios de tiro.

Al tratar este Trabajo Fin de Grado (TFG) sobre la realización de un levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la realización de una galería de tiro subterránea en las instalaciones de la ENM, no nos meteremos en las consideraciones técnicas a la hora de elegir el proyecto de galería de tiro sobre el que basarnos. Es por esto, por lo cual el motivo principal por el cual se adapta el proyecto de la galería de tiro de la comisaria de Orihuela [2], a nuestro trabajo, se debe a que se especifican con total precisión las características necesarias para la construcción de una galería de tiro subterránea con la particularidad de soportar encima de ella algunas construcciones; en este caso, el almacén de factoría de la Escuela.

Se realiza un esquema general de la galería de tiro, consistiendo este en un diseño propio y que corresponde con una galería de tiro de 30 metros de ancho y 120 m de largo, incluyendo zona de espera, puesto de municionamiento y sala de control de tiro como se observa en las Figuras 1-1, 1-2 y 1-3.

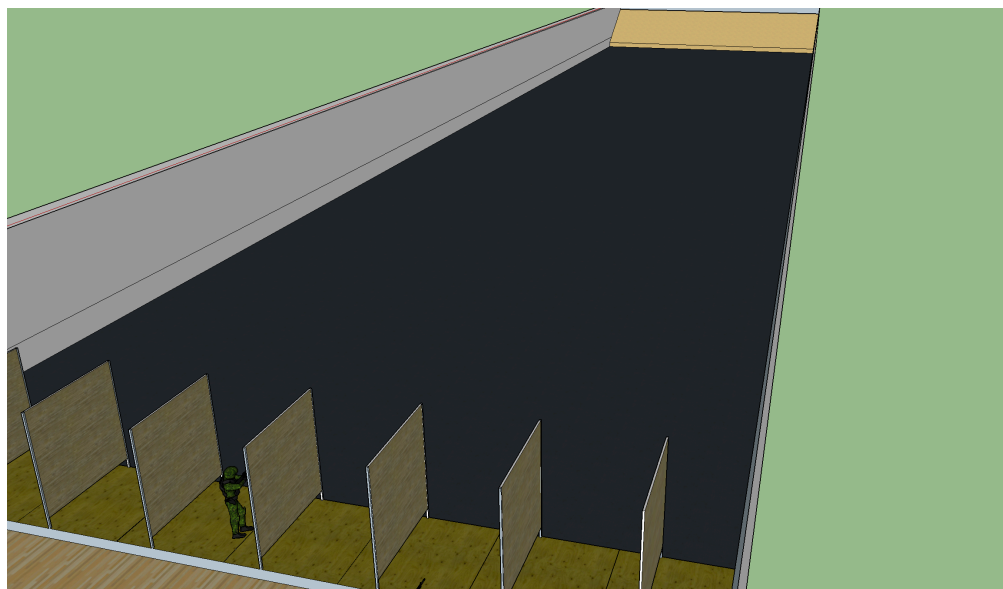


Figura 1-1 Representación del interior de la galería de tiro propuesta

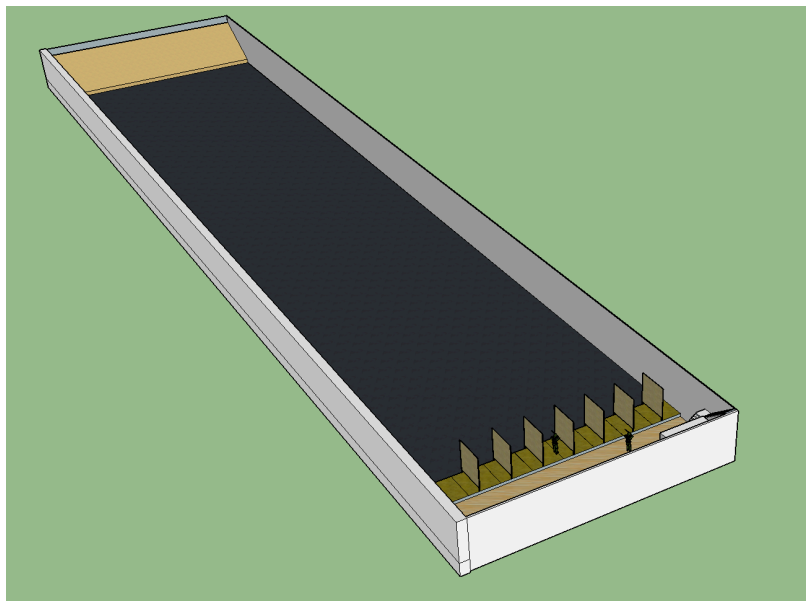


Figura 1-2 Representación isométrica de la galería de tiro propuesta

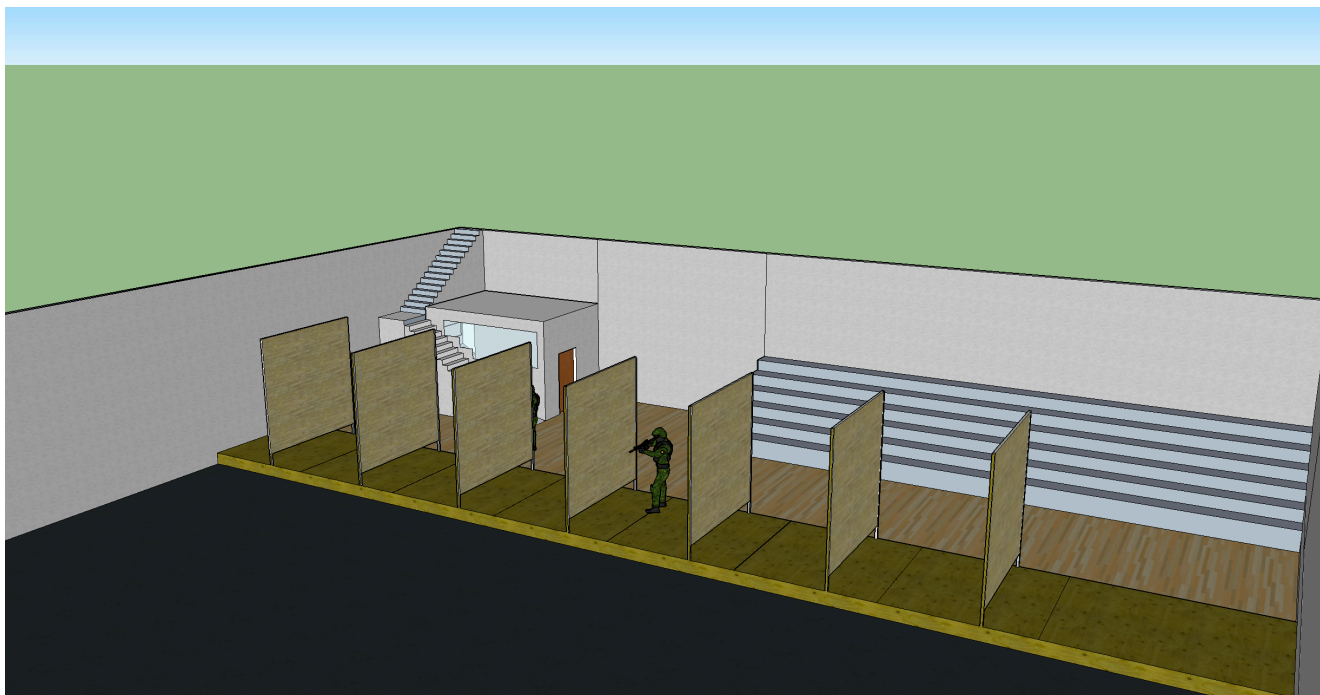


Figura 1-3 Representación interior galería de tiro propuesta con puestos de tiro, zona de espera y centro de control

Para saber exactamente cuál es el emplazamiento más apropiado de cara a situar la galería de tiro, se debe realizar un estudio del terreno. Para ello, se realizará un levantamiento topográfico, consistente en el conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno para la posterior elaboración de planos tanto planímetros como altimétricos.

De cara al desarrollo de este TFG, existe la necesidad de realizar un levantamiento topográfico con el fin de obtener una representación exacta del terreno incluyendo edificaciones, red eléctrica, red de agua, así como cualquier construcción pertinente, con el fin de determinar la orientación final de la galería de tiro en función de los problemas generados y los costes de obra.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales

Los objetivos generales en los cual se basa este TFG son:

- Asentar los conocimientos de topografía adquiridos a lo largo de los cinco años de estudio en la Escuela Naval Militar, en el Grado de Ingeniería Mecánica, para la propuesta de ubicación, previo a la fase de construcción, de una galería de tiro subterránea en Escuela.
- Reconocimiento y estudio topográfico del terreno mediante instrumentación en campo y empleo de software topográficos para su representación y elaboración de cartografía.
- Propuesta y proyección de la explanación o movimientos de tierra necesarios para albergar la galería de tiro subterránea en base al dimensionamiento de estructuras similares existentes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Familiarizarse con el uso de los instrumentación topográfica, en concreto la Estación Total, para la realización de un levantamiento topográfico del área de factoría de la ENM.
- Empleo de software topográfico específico para la representación 3D (nube de puntos y modelo digital del terreno) y elaboración de planos (2D) que definan la configuración y relieve del terreno.
- Estudio de explanación para una galería de tiro propuesta, apta para el uso de fusil. Para ello, se realizará un estudio pertinente de las construcciones aledañas a la actual galería de tiro y que pudieran verse afectadas por la construcción de la galería subterránea. La explanación se proyectará en dos orientaciones, de cara a evaluar cuál de ellas sería la más apropiada según el grado de afección sobre construcciones existentes.
- Cálculo del volumen de tierras necesario para cada propuesta de explanación. Estimación de costes y evaluación de efectos económico-constructivos.
- Presupuesto final de ejecución de preparación del terreno para la instalación de la galería de tiro subterránea. Se presenta para los dos casos de emplazamiento considerados durante el diseño de explanación.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción a la topografía

Para situar este proyecto, en primer lugar, debemos describir qué es la topografía y qué es un levantamiento topográfico; no sin antes ubicar la topografía en la historia. Esta ciencia aparece en el momento en que la especie deja de ser nómada para convertirse en sedentaria, y surge debido a la necesidad de establecer límites precisos e invariables en el tiempo entre las propiedades. Las primeras referencias por escrito sobre el uso de la topografía datan del 1400 a.C. en Egipto. Su modernización se inicia en el siglo XVII, gracias al matemático Edmund Gunter, quien introdujo el primer estándar en la medición de distancias. La topografía alcanza su madurez en el siglo XIX y se enriquece de manera considerable en el siglo XX con los avances tecnológicos y desarrollos de instrumentación. Aparecen tecnologías como la fotogrametría, e instrumentos como las estaciones totales, el GPS o los niveles láser.

Múltiples han sido las definiciones que se le han dado a esta ciencia a lo largo de la historia. Norman Thomas (1920) describía la topografía como “el arte de determinar la posición relativa de los distintos detalles de la superficie terrestre”. Posteriormente, en 1943, Higgins completaba esta definición y señalaba que “la topografía puede describirse como el arte de realizar medidas sobre la superficie terrestre con el propósito de elaborar mapas, planos o determinar una superficie [3]. Más cerca en el tiempo, Aranha Domingues (1979) definió la topografía como “el conjunto de principios, métodos, instrumentos y procedimientos utilizados para la determinación del entorno, dimensiones y posición relativa de una porción limitada de la superficie terrestre, del fondo de los mares y del interior de las minas [3]. Finalmente, en 1983, Buckner entendía por topografía “la ciencia y el arte de realizar las mediciones necesarias para determinar la posición relativa de puntos sobre, en, o debajo de la superficie terrestre, así como para situar puntos en una posición concreta [3].

Estas definiciones nos permiten estudiar las características de la disciplina, constatando la coincidencia en cuanto a la fuente de datos (superficie terrestre), la forma de adquirir la información y en el objetivo a conseguir.

Se trata de una disciplina cuya aplicación está presente en la mayoría de las actividades humanas que requieren tener un conocimiento de la superficie del terreno. Motivo por el cual entra en escena desde que el ser humano deja de ser nómada hasta nuestros tiempos, siendo hoy en día indispensable para la realización de obras de ingeniería civil tales como vías de comunicación, elaboración de canales, acueductos, arqueología, y así en un elevado número de ramas.

Respecto al ámbito de la Defensa y Seguridad, se hace necesario resaltar la importancia de la disciplina en el campo militar; hasta tal punto que las Fuerzas Armadas (FAS) cuentan con sus

propios servicios cartográficos. En España, esta tarea recae en el Centro Geográfico del Ejército (CGE), que trabaja conjuntamente con el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El CGE (Figura 2-1) es el organismo superior responsable, entre otras, de proporcionar apoyo topográfico a las FAS. Para ello, dispone de la organización, personal y medios necesarios para:

- Producir y distribuir la Cartografía Militar Reglamentaria del territorio nacional y de los territorios que se le ordene.
- Mantener y actualizar la información geodésica y topográfica necesaria para la actuación de las diferentes unidades de la Fuerza Terrestre.
- Asesorar y reforzar en su caso a los Servicios Técnicos de los Cuarteles Generales de los diferentes Mandos o Comandancias Generales de la Fuerza Terrestre.



Figura 2-1 Escudo del Centro Geográfico del Ejército [33]

Después de esto, dado el ámbito del trabajo, tomaremos como definición de topografía y de levantamiento topográfico el que da el CGE, siendo la topografía “la ciencia que estudia los principios y procedimientos para la representación de una parte de la superficie terrestre considerada como plana, con sus formas y detalles naturales y artificiales [4]”.

Profundizando en los conceptos de la topografía, también es importante saber qué es un levantamiento, definiéndose como el conjunto de operaciones necesarias, con los instrumentos adecuados, para determinar posiciones sobre la superficie de la Tierra, de las características naturales y/o artificiales de una zona determinada y establecer la configuración del terreno [4].

Pese a que existe un gran número de tipos de levantamiento (topográficos, geográficos, de ingeniería, etc.), la mayor parte de los mismos tienen como objeto el

cálculo de superficies y volúmenes, así como la representación de las medidas tomadas en campo mediante perfiles y planos (o producción cartográfica).

Queda definido por lo tanto el levantamiento topográfico como aquel que se realiza en áreas pequeñas, no considerando la curvatura terrestre, lo que genera la representación del terreno sobre un plano.

Los levantamientos topográficos tienen como finalidad:

- La determinación y fijación de lindes de terrenos.
- Servir de base para ciertos proyectos en la ejecución de obras públicas o privadas.
- Servir para la determinación de las figuras de terrenos y masas de agua.
- Servir en toda obra vertical u horizontal.

Procesos posteriores que precisan de cartografía topográfica base son:

- Levantamiento de planos (planimetría y altimetría):
 - Consiste en la confección del plano, tanto en su proyección como en sus curvas de nivel que darán una idea de su movimiento y área real. El precio del levantamiento de planos se establece en general en precio por metro cuadrado.
- Replanteo de planos:
 - Consiste en llevar a la realidad física del terreno los límites teóricos. Su coste se especifica en precio por metro lineal.

- Deslindes:
 - Consiste en señalar y calificar los linderos con propiedades aledañas.
- Amojonamientos:
 - Consiste en señalar, por medio de marcas físicas los linderos de una finca.
- Explanaciones:
 - Rellenos contruidos con materiales térreos naturales o artificiales compactados a máxima densidad, o eliminación de material térreo sobrante con el objetivo de servir de apoyo de las obras viales y estructurales [5].

En general, en terrenos urbanos, el más utilizado es el replanteo, que nos indica la posibilidad física de traslado de la superficie registral, y por lo tanto teórica, a la realidad del terreno, marcando en él las alineaciones, no solo registrales, sino también urbanísticas. Por lo tanto, consiste en la proyección en el terreno de la obra como paso previo a la ejecución de la misma.

La realización de estos trabajos con la agilidad y tiempo debidos evitará posteriores problemas que pueden acontecer durante la obra, como por ejemplo la no cabida del diseño proyectado para la construcción, o bien que no se cumple con la normativa urbanista en cuanto a alineaciones a guardar con otros edificios o retranqueos. Junto con esto, un buen plano de levantamiento servirá además para que el arquitecto proyectista diseñe los edificios de forma adecuada al terreno.

La definición del terreno, a partir de un levantamiento topográfico, viene dada por las coordenadas X, Y, Z de puntos representativos de geometrías y relieves. A partir de esta nube de puntos, la planimetría consiste en la representación de límites de construcciones, conducciones, etc. Es decir, la planimetría viene definida por las coordenadas planas X, Y de los puntos del terreno. Por otro lado, para la representación de la altimetría (estudio de las distancias verticales entre puntos), los planos topográficos utilizan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la elevación del terreno (coordenada Z) mediante líneas que conectan los puntos de misma cota en relación a un plano de referencia. Estas líneas se denominan curvas de nivel. Si se utiliza un plano de referencia relativo (o local), la elevación se obtiene en términos de cotas. Sin embargo, si utilizamos un sistema de referencia absoluto, hablaremos de altitudes en vez de cotas. Para el territorio español, el sistema de referencia absoluto utilizado es el nivel medio del mar en Alicante.

Por último, es necesario mencionar que la representación altimétrica del terreno, ofrece el Modelo Digital del Terreno (MDT) necesario para poder proceder con el diseño o proyección de las explanaciones. El conocimiento de este modelo 3D del terreno permite el cálculo de los movimientos de tierra necesarios para albergar obras de construcción.

Para una mayor comprensión de la terminología empleada en este trabajo se incluye un glosario de términos topográficos en el ANEXO V.

2.2 Instrumentación topográfica

Dentro de la topografía se incluye el estudio de los instrumentos usados por ella, sus principios de funcionamiento, componentes y operación. A lo largo de la historia, y desde los primeros utensilios utilizados hasta ahora, ha habido una grandísima e ininterrumpida evolución; desde el antiguo Egipto, donde se utilizaban cuerdas y cadenas para la medición de distancias, pasando por los primeros instrumentos como la brújula (Figura 2-2), el gnomon, la dioptra y el clisímetro hasta el taquímetro y teodolito (Figura 2-3). Tanto el taquímetro como el teodolito es tecnología basada en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas que se generaban en el propio instrumento. Sin embargo, estos instrumentos no permitían grandes alcances y la precisión en la estimación de distancias era generalmente baja. A partir de los años 80 surgen los distanciómetros, unos instrumentos auxiliares

que se acoplaban a los taquímetros y teodolitos, y que medían distancias con precisiones de centímetros y con alcances de varios kilómetros.



Figura 2-2 Brújula [6]

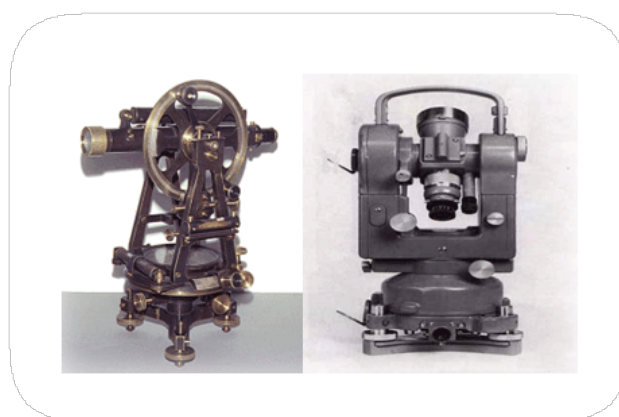


Figura 2-3 Teodolito [6]

Con el paso de los años, todos estos aparatos se compactaron en un único instrumento, la estación total (Figura 2-4), que permitía la medición de ángulos a la vez que distancias por medio de distanciómetros láser incorporados. Se puede definir por tanto la estación total como un taquímetro electrónico integrado que reúne en un solo instrumento un teodolito electrónico provisto de distanciómetro electrónico, con comunicaciones internas que permiten la transferencia de datos a un procesador interno, capaz de realizar múltiples tareas de medición y cálculo en tiempo real. Respecto a las ventajas frente a los teodolitos, la estación total cuenta con un distanciómetro, trecheador, calculadora interna, y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite un posterior volcado de esos datos en ordenadores. Asimismo, la estación total permite, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera simplificada y cálculo de acimuts (ángulos) y distancias.



Figura 2-4 Estación total Leica [7]

En la actualidad, afloran con gran fuerza los escáneres basados en láser (Figura 2-5), que directamente realizan una medición simultánea de las tres coordenadas del objeto en vez de ángulos y distancias pudiendo generarse directamente representaciones 3D (Figura 2-6). Pueden ser utilizados mediante plataformas móviles aéreas o terrestres. También se han incorporado estaciones robóticas y tecnología GPS. Esta tecnología avanzada hace más fácil y preciso cualquier levantamiento topográfico. Pese a esto, estos últimos no pueden utilizarse en cualquier lugar, ya que se ha de tener recepción de la señal satélite, por lo que la estación total, se hace imprescindible para innumerables trabajos en la actualidad.



Figura 2-5 Estación laser 3D Leica [8]

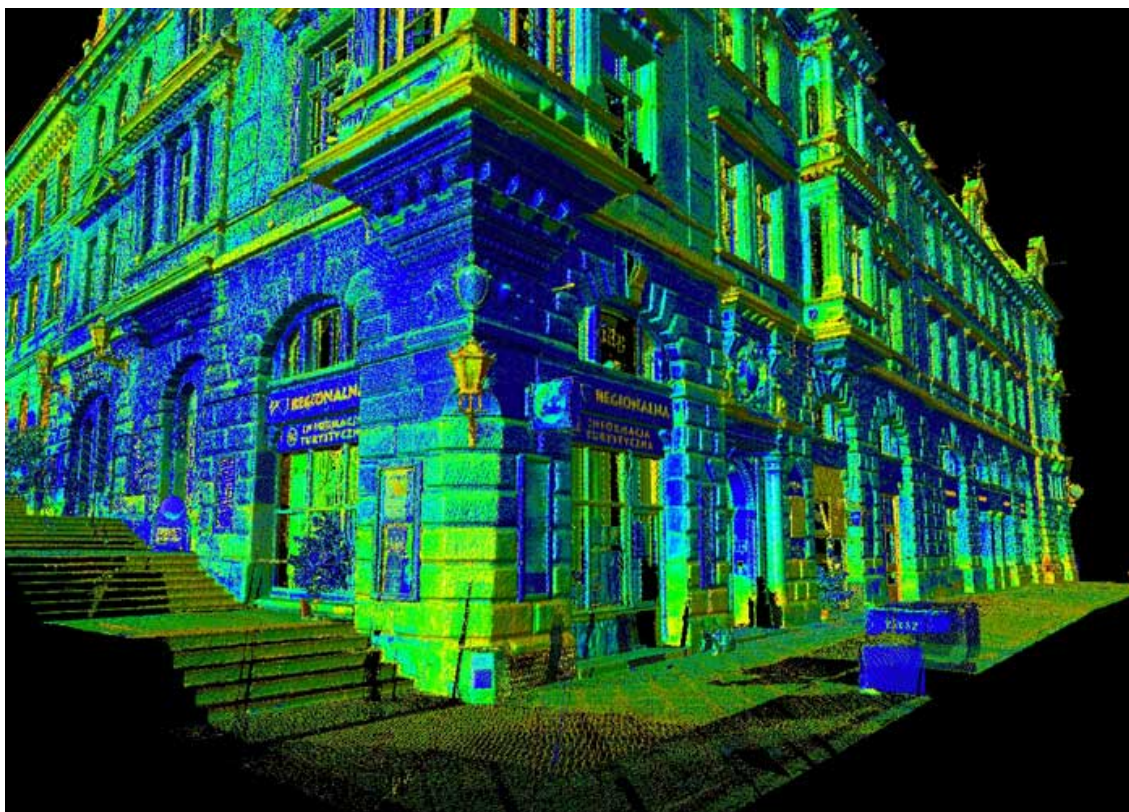


Figura 2-6 Esquema muestra de datos laser 3D [9]

Para la realización del estudio y levantamiento topográfico del solar de Factoría en la ENM, se utilizará una Estación Total. En este trabajo en concreto, se ha optado por la Stonex R2 Plus (Figura 2-7), que es de la que dispone el Centro Universitario de la Defensa en Marín. Su principal característica es la alta precisión de su medidor electrónico de distancias (MED) con precisión milimétrica, que puede llegar hasta un rango de medición de 300 metros sin prisma (accesorio que se utiliza para la reflexión de la señal) y hasta 5000 metros con prisma. Cuenta con una óptica de gran calidad de 30x aumentos.



Figura 2-7 Estación total Stonex R2 Plus [10]

2.3 Situación y estado de la zona

2.3.1 Situación geográfica

La galería de tiro subterránea se encontrará en el interior de las instalaciones de la Escuela Naval Militar situada en Marín, provincia de Pontevedra (véanse Figuras 2-8, 2-9 y 2-10), donde se sitúa la actual galería de tiro y el Almacén de Factoría; con el dique de contención “CC Aguilar Marín” al oeste, con el helipuerto de la Escuela Naval Militar al este, y con el Centro de Medidas Electrónicas (CEMEDEN) al sur (Figura 2-11).



Figura 2-8 Mapa de la zona 1/250.000 [11]



Figura 2-9 Mapa de la zona 1/30.000 [11]



Figura 2-10 Imagen satélite ENM [11]

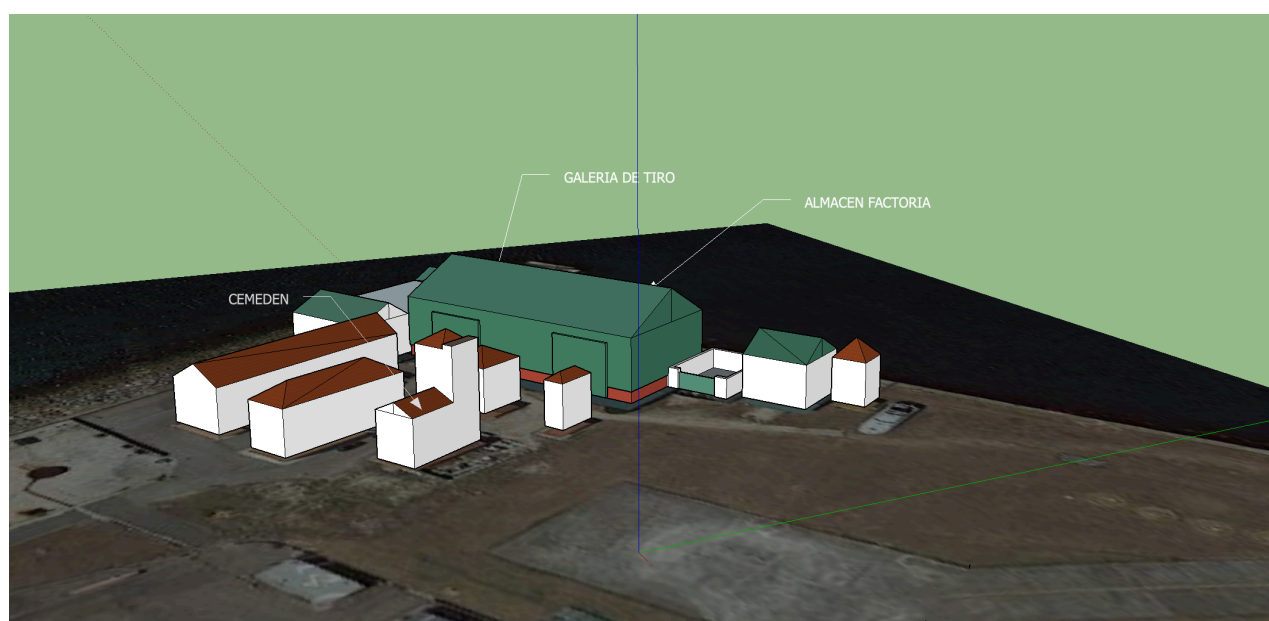


Figura 2-11 Esquema 3D de la zona de actuación

Se plantean dos posibles emplazamientos para la galería de tiro. El primero de ellos con orientación Este-Oeste (Figura 2-12).

Las coordenadas UTM WGS84 que definen los cuatro extremos de la galería de tiro subterránea comenzando por la esquina Noroeste y continuando en sentido horario son:

	X	Y	Z
1	523.828,16	4.693.784,12	3,99
2	523.931,49	4.693.846,22	4,01
3	523.951,36	4.693.812,78	4,10
4	523.830,12	4.693.762,18	3,97

Tabla 2-1 Coordenadas de las bases que definen la galería de tiro con orientación E-O

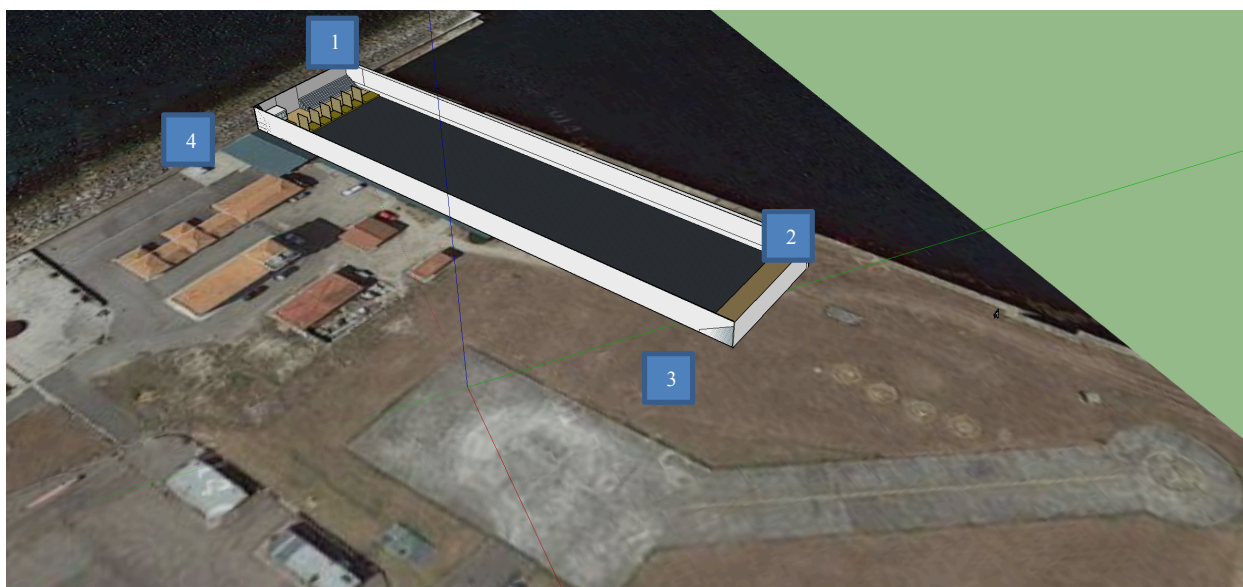


Figura 2-12 Superposición de la galería de tiro propuesta con orientación E-O

El segundo emplazamiento se corresponde con una ampliación de la galería actual, con orientación Norte-Sur (Figura 2-13), aprovechando los terrenos aledaños. De esta forma, solo se tendría que demoler la parte correspondiente a la zona del Centro de Adiestramiento de Seguridad Interior (CASI), que limita con el dique de contención CC Agustín Marín al Oeste.

Las coordenadas UTM WGS84 que corresponden al segundo posible emplazamiento de la galería de tiro subterránea, comenzando desde la esquina Noroeste y siguiendo en sentido horario, son:

	X	Y	Z
1	523.828,16	4.693.784,12	3,99
2	523.849,14	4.693.797,35	4,08
3	523.913,22	4.693.695,18	4,02
4	523.888,45	4.693.681,32	4,01

Tabla 2-2 Coordenadas de las bases que definen la galería de tiro con orientación N-S

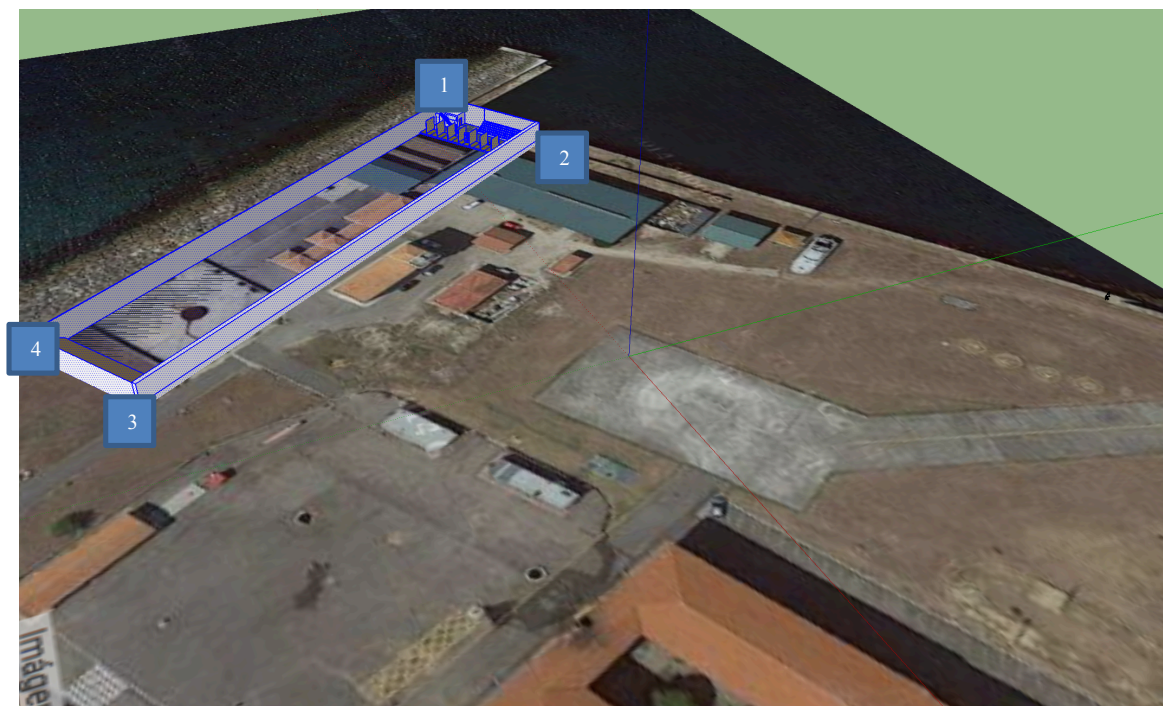


Figura 2-13 Superposición de la galería de tiro propuesta con orientación N-S

2.3.2 Antecedentes, usos y costumbres

La Escuela Naval Militar tiene su origen en la creación por Patiño en el año 1717 bajo el reinado de Felipe V, de la Real compañía de Guardias Marinas, herederos de los Guardias de Estandarte.

Variados fueron los emplazamientos que tuvo, desde el Colegio Real y Militar de Guardias Marinas “La Carraca” (1824-1828), el Colegio Naval Militar (San Fernando, 1845-1868), la Escuela Naval Flotante (Ferrol, 1870-1909), la Escuela Naval Militar (San Fernando 1913-1943), hasta que en Julio del año 1943, la Escuela Naval Militar, se traslada a Marín (Figura 2-14), siendo el Almirante D. Augusto Miranda y Godoy quien llevó a la práctica el aprovechamiento de la Ría de Marín para fines marítimo-militares, pasando a ser la Base Naval, el Polígono de Tiro Naval y la Escuela de Artillería y Tiro Naval de Marín, por iniciativa del Ministro de Marina Almirante Moreno Fernández, los cimientos de la actual Escuela Naval Militar, inaugurada el 15 de Agosto del año 1943 [12].



Figura 2-14 Imagen estado inicial ENM [12]

En esa fecha, y hasta las remodelaciones del año 1958, la actual situación de la Galería de Tiro, Almacén de Factoría, el Centro de Ayudas a la Seguridad Interior (CASI), pista de obstáculos, helipuerto, Centro de Medidas Electrónicas de la Armada (CEMEDEN) y cuartel Almirante Francisco Moreno, no eran más que parte de la Ría de Pontevedra, siendo en la fecha indicada anteriormente, cuando se inician las obras para ampliar la superficie de la ENM y ganarle ese terreno al mar (Figura 2-15).



Figura 2-15 Representación concepto inicial de la ENM una vez ganado el terreno al mar [12]

2.3.3 Estado actual

Como se ha especificado anteriormente, el terreno en el que se situará la futura galería de tiro subterránea, no era más que una extensión de agua de la Ría de Pontevedra. Posteriormente, se ganó todo ese terreno al mar (Figura 2-16).

La zona se encuentra delimitada por el dique CC Aguilar Marín. Por la acción del mar a lo largo de los años, gran parte del terreno se encuentra horadado, existiendo filtraciones, lo que hacen que para la construcción de la galería de tiro haya que tener en cuenta medidas para evitar vías de agua y posible corrosión de la instalación.

La presencia de otras instalaciones y la delicadeza del terreno, hacen que lo más óptimo y factible sea la demolición de las construcciones, para construir la galería de tiro, y posteriormente realizar una reconstrucción de las mismas.

Es por esto por lo que se estudiarán dos posibles soluciones para el emplazamiento de la galería de tiro, en función de las construcciones que haya que demoler y los gastos y molestias derivados de ello.



Figura 2-16 Imagen de la ENM en la actualidad [12]

2.3.4 Estado legal

Existen numerosas referencias catastrales en la zona, correspondiéndose con las edificaciones aisladas que se encuentran en la zona de estudio.

Todas ellas con pertenecía a la Escuela Naval Militar, y con referencia de situación TR ESCUELA NAVAL 9999 [13], Marín, Pontevedra. Las referencias catastrales se encuentran en el ANEXO II.

2.3.5 Medio físico

Climatología

Tal y como se puede observar en la Figura 2-17, se puede comprobar que la época del año más favorable y apta para la realización de la obra sería aquella que comprendiera los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, atendiendo al número de horas de Sol por día y precipitaciones.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	9.6	12.9	6.3	178	77	14.3	0.1	1.3	2.0	0.6	6.5	103
Febrero	10.4	14.2	6.5	133	72	11.3	0.0	0.8	1.8	0.4	6.1	123
Marzo	12.4	16.9	7.8	120	68	11.2	0.0	1.1	1.5	0.2	7.5	181
Abril	13.0	17.6	8.4	143	69	14.2	0.0	1.2	1.9	0.0	5.7	203
Mayo	15.8	20.6	10.9	118	69	12.0	0.0	2.2	1.9	0.0	5.2	238
Junio	18.6	23.8	13.4	64	67	7.0	0.0	0.8	2.6	0.0	9.2	262
Julio	20.4	25.9	14.9	44	67	5.1	0.0	0.7	3.1	0.0	12.7	294
Agosto	20.6	26.0	15.2	56	68	5.5	0.0	0.8	3.7	0.0	10.8	279
Septiembre	18.8	23.7	13.8	95	72	8.4	0.0	0.9	4.2	0.0	9.2	224
Octubre	15.7	19.6	11.7	224	76	13.6	0.0	1.5	3.1	0.0	6.1	145
Noviembre	12.1	15.4	8.7	222	78	14.1	0.0	1.3	2.7	0.0	6.0	104
Diciembre	10.3	13.4	7.1	216	77	14.4	0.0	1.2	2.9	0.5	7.2	91
Año	14.8	19.2	10.4	1613	72	131.3	0.2	13.9	31.9	1.8	92.5	-

Leyenda

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R Precipitación mensual/anual media (mm)
- H Humedad relativa media (%)
- DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH Número medio mensual/anual de días de helada
- DD Número medio mensual/anual de días despejados
- I Número medio mensual/anual de horas de sol

Figura 2-17 Tabla de datos meteorológicos de la zona [14]

Usos del suelo

El uso del suelo del municipio de Marín, está compuesto por un amplio abanico de zonas destinadas a distintos usos, tales como zonas agrícolas y urbanas, viñedos y cultivos leñosos, zonas de cultivos y prados, playas, zonas urbanas y coberturas artificiales (Figura 2-18).

Teniendo en cuenta que el emplazamiento de la galería de tiro se realizará dentro de las instalaciones de la ENM, el uso del suelo está catalogado como suelo urbano de cobertura artificial (ya que fue terreno ganado al mar) que se está utilizando para la construcción de instalaciones como almacenes y emplazamientos destinados a adiestramiento.

Vegetación

La vegetación presente en el municipio de Marín está compuesta de una manera general por diversas especies arbóreas, bosque de Coníferas, y Eucalipto (Figura 2-19). Pese a esto, para la construcción de la galería, al situarse, como se ha dicho antes no solo en terreno urbano, sino además dentro de una instalación militar, ningún tipo de vegetación se verá afectada por la obra.



Figura 2-19 Mapa de la vegetación de la zona [15]

Geología

La composición del terreno está formada por granitoides alcalinos, depósitos de detritos de la edad cuaternaria, así como esquistos y metavulcánicas (Figura 2-20). Esta última se corresponde con la composición del terreno en el cual se llevará a cabo la obra, pero siempre teniendo en cuenta que la zona ha sido terreno ganado al mar y que gran parte del mismo se encontrará horadado por las filtraciones debidas al agua del mar a lo largo de todos estos años.

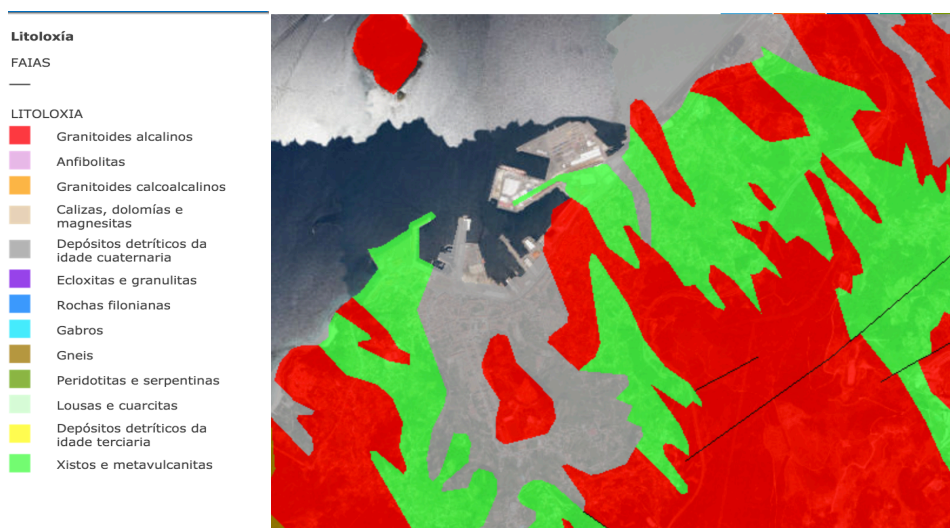


Figura 2-20 Mapa geológico de la zona [15]

Hidrología

De acuerdo con la proximidad del emplazamiento al mar, múltiples son los factores que se han de tener en cuenta, sobre todo de cara a las posibles inundaciones. Las imágenes mostradas (Figura 2-21 y 2-22) se corresponden con un mapa SIG de predicción de las posibles zonas afectadas por inundación media en los próximos 50 años a causa de una subida del nivel de mar, así como al riesgo por inundaciones debidas a un fuerte oleaje.



Figura 2-21 Mapa de zonas inundables por una crecida nivel del mar 1/30.000 [16]



Figura 2-22 Mapa de inundaciones a consecuencia de un fuerte oleaje 1/30.000 [16]

También se puede apreciar como en la zona se encuentran múltiples ríos y arroyos, incluso la desembocadura del río Lamiera en la propia ENM (Figura 2-23). No obstante, su presencia no afectaría directamente a la construcción de la galería de tiro subterránea.



Figura 2-23 Mapa hidrográfico de la zona [15]

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Metodología para la toma de datos

Existen numerosos métodos de cara a la realización de un levantamiento topográfico, y más aún los aplicables a una situación como esta; donde se presenta tan poco desnivel, lo cual permite realizar una metodología de adquisición de datos sencilla que cubra toda la extensión del terreno desde unos pocos puntos de medición.

Sin embargo, a pesar de que la zona presenta un relieve favorable a la toma de datos, la existencia de edificaciones en la zona hace que no sea posible la visualización de toda la extensión desde un único punto de estacionamiento. Por este mismo motivo, para la toma de datos, se ha elegido el método de itinerario (o de la poligonal). En la Figura 3-1 se muestra un ejemplo de itinerario. Mediante este método, se van enlazando una serie de puntos en el terreno que nos servirán como bases para posteriormente realizar el levantamiento mediante el método de radiación de todos los detalles del terreno. Dichas bases del itinerario deben ser visibles entre sí, es decir, cada base debe ser visible desde la anterior y desde la posterior. Esto es porque las bases han de estar relacionadas entre sí, con el objetivo de que todos los detalles del terreno queden referenciados a un mismo sistema de coordenadas cartesianas. A continuación, en cada base del itinerario se realizará una radiación o medición de puntos singulares del terreno (esquinas de edificación, límites de parcelas, así como puntos de relleno que sean representativos del relieve del terreno).

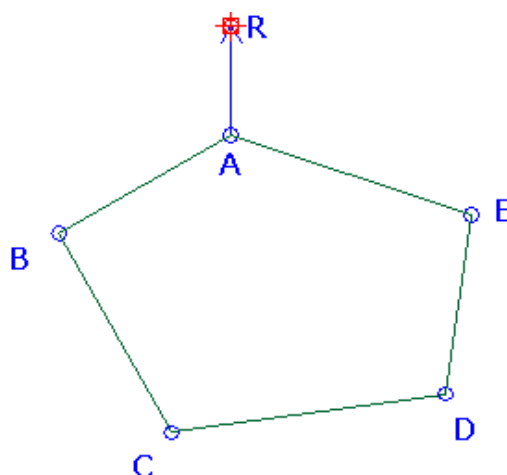


Figura 3-1 Ejemplo de itinerario [17]

El método de itinerario consta de dos partes, o trabajos bien diferenciados. El primero de ellos se corresponde con el trabajo de campo, que consiste en la toma de datos “in situ”. El trabajo de gabinete, es el segundo de ellos, y consiste en el cálculo de los ángulos acimutales, y las coordenadas (X, Y, Z) de todos los puntos de la poligonal.

Puede darse el caso de que se produzcan errores (de instrumentación y de nivelación) por lo que, si se dispone de los datos necesarios, se puede llevar a cabo una comprobación angular y lineal de la poligonal; y si el error angular y lineal es inferior a la tolerancia permisible, se podrá efectuar una compensación de errores.

Existen dos procedimientos: itinerarios cerrados (Figura 3-1) e itinerarios abiertos (Figura 3-2). Para este trabajo, se ha utilizado el método de itinerario abierto o colgado. Éste se caracteriza porque la primera estación no está enlazada con la última, por lo que no se conoce ningún dato angular o lineal de la última estación, no pudiéndose llevar a cabo una comprobación angular o lineal y compensación de errores.

La elección de este método se basó en dos razones. La primera de ellas es la naturaleza del terreno, que, aunque como se ha citado anteriormente, es fácil de cubrir con pocas estaciones, el poder realizar un itinerario cerrado, supondría un añadido de estaciones que no aportarían más datos de cara a la realización del levantamiento topográfico, y cuyo único objetivo final sería poder enlazar la última estación con la primera. La compensación de errores se hizo georreferenciando la última base a una referencia externa reconocible.

El segundo motivo es puramente académico. En la asignatura de Topografía y Construcción cursada en el Centro Universitario de la Defensa, el método que se estudió con más profundidad, y que se llevó a cabo durante la realización de las prácticas, fue el de itinerario cerrado. Con el fin de aportar innovaciones de cara a la formación en la materia, se optó por la realización de un itinerario abierto.

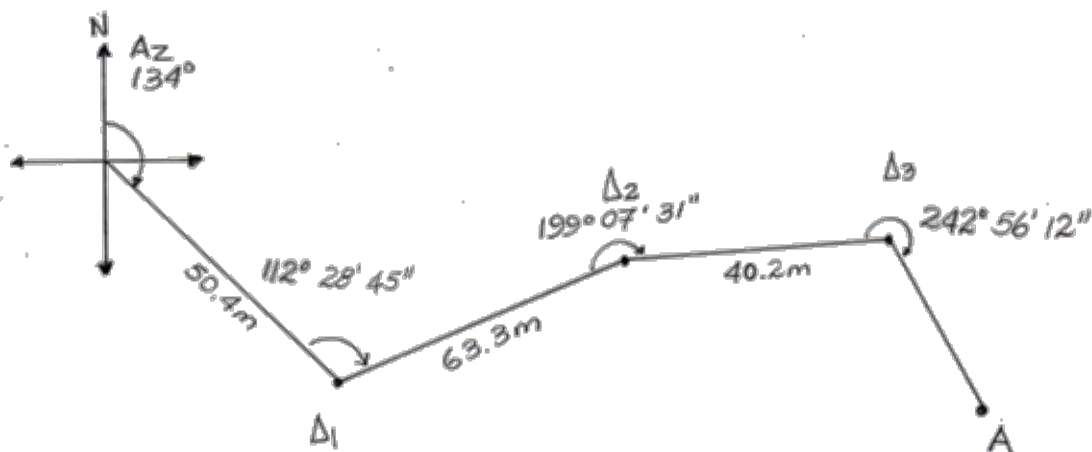


Figura 3-2 Esquema de itinerario abierto [18]

3.1.1 Obtención de datos

Previamente a la toma de datos, mediante ortofotografía, se tomaron unos puntos como referencias para situar las bases del itinerario donde se estacionaría la estación total y se procedería con la radiación. A continuación se realizó una inspección “in situ” para comprobar la visibilidad entre bases, y tener una referencia real sobre los elementos que debían ser medidos. Se tuvieron en cuenta aquellos elementos que resultaban de interés para el estudio y representación del terreno, como farolas, cañerías, edificios, etc.

Una vez se realizó esta inspección en campo, y tras asentar definitivamente las bases desde las cuales se tomarían las medidas, se llevó a cabo a una toma de datos inicial de calibración del equipo para comprobar su buen funcionamiento y exactitud, tras lo cual se procedió a la adquisición de los datos de interés para el levantamiento topográfico de la zona de estudio.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el método empleado fue el itinerario. En primer lugar, hubo que orientar el itinerario. Para ello, una vez estacionados en la base 1 (Figura 3-3), se orientó estableciendo el cero geográfico (0°) para medición de ángulos horizontales hacia la punta de Tenlo Chico (Figura 3-4).



Figura 3-3 Esquema de orientación de la primera base del itinerario respecto al Faro de Tenlo Chico [19]



Figura 3-4 Faro de Tenlo Chico en la Isla de Tambo [19]

Seguidamente se realizó la medición (ángulo vertical, Angulo horizontal y distancia) a todos los puntos radiados desde la base 1. Al mismo tiempo, para enlazar las bases del itinerario, se midió también el ángulo horizontal a la base 2.

Posteriormente, se estacionó el instrumento en la base 2, y se orientó hacia la base anterior (base 1) introduciendo el ángulo contrario al medido desde la base 1 hacia la base 2. Una vez orientada la base 2, se realizó la toma de datos vertientes mediante radiación y el ángulo horizontal hacia la base 3.

El proceso se repite para las sucesivas bases del itinerario (Figura 3-5).



Figura 3-3 Representación de las bases del itinerario sobre el terreno [19]

Al finalizar este proceso, disponemos de un conjunto de puntos con sus correspondientes ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Para el cálculo de coordenadas, al punto inicial se le asignó unas coordenadas arbitrarias (1000, 1000, 100) para estandarizar las coordenadas relativas de todos los puntos radiados.

Se obtuvo la siguiente tabla:

NOMBRE	X	Y	Z	NOMBRE	X	Y	Z
B1	1000	1000	100	5.2	1079,5635	948,129	100,0231
1.2	948,8534	964,4408	100,0651	5.3	1081,6202	945,279	99,9632
1.3	948,035	965,6425	100,0439	5.4	1076,9845	948,2792	100,0953
1.4	956,1135	971,8698	100,0563	5.5	1084,9303	951,9101	100,3441
1.5	956,6396	970,4803	100,0738	5.6	1064,1048	943,4868	100,1915
1.6	963,7322	970,2729	100,2256	5.7	1057,0132	952,6549	100,1137
1.7	932,2103	946,5919	100,5734	5.8	1049,2648	953,3714	100,1371
1.8	993,8162	1000,9003	100,0087	5.9	1048,3751	964,1129	100,151
1.9	992,0613	992,0203	100,0802	5.10	1033,6969	1007,6058	99,8705
1.10	992,4941	992,0643	100,1149	5.11	1032,2078	998,0607	100,0155
1.11	987,1476	980,6612	100,2128	5.12	1032,512	996,528	99,9828
1.12	995,6225	987,1395	100,1588	5.13	1023,9037	991,8353	99,99
1.13	997,3214	988,3509	100,1596	5.14	1023,7569	989,1201	100,0495

1.14	1001,0343	991,0002	100,0607	5.15	1024,9559	966,9465	100,0501
1.15	1005,5113	994,2233	99,952	5.16	1028,9962	961,3127	100,095
1.16	1009,1626	992,363	99,9901	5.17	1033,2552	956,49	100,3382
1.17	1006,4203	995,9294	99,9836	5.18	1033,1555	955,6474	100,4686
1.18	1010,2167	998,4812	100,0048	5.19	1040,826	943,284	100,0018
1.19	1008,8656	998,228	99,9704	5.20	1029,9298	935,5645	99,9989
1.20	1009,3269	998,4801	99,9681	5.21	1027,4532	922,9445	764,5994
1.21	1006,8981	1007,8257	100,126	B6	1005,5837	900,2915	99,8954
1.22	1002,11	1007,2064	100,0066	6.1	1051,4344	936,9616	100,1786
1.23	1002,4798	1007,4912	100,018	6.2	1028,6384	922,6561	100,1378
B2	990,8022	986,7336	100,1841	6.3	1024,6465	919,4872	100,0165
2.1	992,1145	991,7911	99,8637	6.4	1022,5349	918,0043	100,0224
2.2	995,5687	987,186	100,0233	6.5	1022,2647	919,2615	100,1197
2.3	1030,942	1015,5664	99,9731	6.6	1015,1968	914,9614	100,1055
2.4	948,6104	958,3168	100,19	6.7	1008,1067	909,4161	100,1069
2.5	952,2671	952,267	100,8768	6.8	1020,7923	908,0758	100,0428
B3	1051,1801	1027,7641	100,7455	6.9	1000,4201	893,4781	100,1916
3.1	1011,5032	999,2622	100,1144	6.10	980,7399	918,422	100,4127
3.2	1032,2824	998,2117	100,0685	6.11	987,5595	923,8844	100,3365
3.3	1033,5361	992,2339	100,114	6.12	983,8411	929,292	100,2985
3.4	1022,0466	975,1964	100,1329	6.13	984,4895	930,2905	100,3364
3.5	1022,5144	965,3447	100,1904	6.14	986,9234	936,0741	100,4619
3.6	1024,2676	966,6275	100,2902	6.15	995,3682	925,4517	100,3218
3.7	1028,8099	961,8888	100,1894	6.16	999,6667	919,9931	100,253
3.8	1036,3889	1005,8244	100,0033	6.17	1002,1651	916,8411	100,1997
3.9	1029,1872	954,5855	100,1489	6.18	1005,3371	912,8571	100,1872
3.10	1041,3495	943,6718	100,2293	B7	1017,1123	916,0917	100,0293
3.11	1048,5779	964,31051	100,2487	7.1	1005,7497	900,5145	99,9325
3.12	1066,9681	979,725	100,1383	7.2	1010,4354	937,1044	100,1075
3.13	1085,0585	991,8635	100,2733	7.3	1012,0434	925,4057	99,9468
3.14	1090,0812	1014,4608	100,0673	B8	1003,3287	943,1166	99,8807
3.15	1080,5524	1064,4172	99,7438	8.1	1016,73	916,8419	100,2045
3.16	1074,5777	1056,9427	100,1078	8.2	1010,204	937,7578	100,2125
3.17	1077,741	1059,0695	99,994	8.3	1016,6814	942,6482	100,2179
3.18	1069,3673	1052,882	100,0382	8.4	1023,8101	947,906	100,1418
3.19	1069,3333	1054,1592	100,0099	8.5	1029,661	952,3674	100,1216
3.20	1061,5293	1031,3717	99,9577	8.6	1013,4573	949,9853	100,1825
B4	1121,0525	1015,5094	100,2184	8.7	1009,1085	955,7546	100,1877
4.1	1053,3494	1027,3806	99,9578	B9	1009,0019	963,9821	100,1222
4.2	1109,1586	1060,9113	100,1523	9.1	996,7143	946,197	100,1109
4.3	1113,2204	1045,764	100,1644	9.2	988,9841	940,9796	100,0819
4.4	1111,8589	1042,5301	100,1231	9.3	986,5122	948,5027	100,1322
4.5	1107,0462	1028,1127	100,0388	9.4	1008,9632	955,7161	100,1156
4.6	1095,4555	978,1575	100,1622	9.5	1014,7395	960,0955	100,1176

4.7	1100,8819	970,7361	100,0569	9.6	1029,5032	952,5076	100,1189
4.8	1111,3271	1001,7127	100,0203	9.7	1033,4458	957,5187	100,168
B5	1050,8212	936,4699	100,2028	9.8	1027,7793	961,1219	100,1417
5.1	1120,9452	1015,1458	100,1319	9.9	1023,7608	966,4331	100,1356
				9.10	1025,9238	968,6351	100,102

Tabla 3-1 Coordenadas de los puntos medidos

3.1.2 Elaboración de planos

En primer lugar, se procedió al volcado de datos al ordenador mediante el programa Stonex R2 Plus Data Manager. A continuación, mediante una transformación de formatos, se genera el archivo .txt de la nube de puntos. Con este formato se importan los datos en el programa libre Topocal, con el fin de gestionar esa nube de puntos. Una vez hecha la triangulación y obtenidas las curvas de nivel, se exportarán los resultados al software AutoCAD 2016 en formato .dwg para a continuación proceder con la representación y elaboración de planos.

Además, en software AutoCAD, se hizo una de la nube de puntos, con el fin de obtener una mejor referencia de la zona. Se utilizó una imagen satelital de la zona, que se escaló y orientó en base a la nube de puntos.

Tras este proceso, se realizaron los pasos pertinentes de elaboración de planos, tanto de planimetría como de altimetría así como la obtención de perfiles longitudinales y transversales para el cálculo de movimientos de tierra.

En el ANEXO I se incluyen los siguientes planos:

1. Plano de ubicación.
2. Plano base (planimetría y altimetría).
3. Plano de explanación con orientación O-E.
4. Plano de explanación con orientación N-S.
5. Perfil longitudinal O-E.
6. Perfiles transversales O-E.
7. Perfil longitudinal N-S.
8. Perfiles transversales N-S.

4 RESULTADOS Y PRESUPUESTO

4.1 Primeras consideraciones

Para poder llevar a cabo el estudio del terreno, con los datos obtenidos, se generó una nube de puntos (Figura 4-1) con la que posteriormente se obtuvo el modelo digital del terreno (MDT). Seguidamente, sobre este MDT se realizó la explanación necesaria para albergar la galería de tiro subterránea propuesta, planteándose dos orientaciones posibles (Figura 4-2 y 4-3) y así evaluar cuál sería la más viable atendiendo tanto a aspectos económicos como a posibles molestias (demoliciones, etc.) derivadas de la ejecución de la obra.



Figura 4-1 Nube de puntos sobre ortofotografía

Junto con los dos factores de decisión anteriores, otra de las ideas iniciales era la posibilidad de reconstruir las edificaciones demolidas una vez construida la galería de tiro. Es por esto por lo que se adopta la orientación E-O (Figura 4-3) como la de mayor idoneidad, puesto que cumplía con todas estas consideraciones.

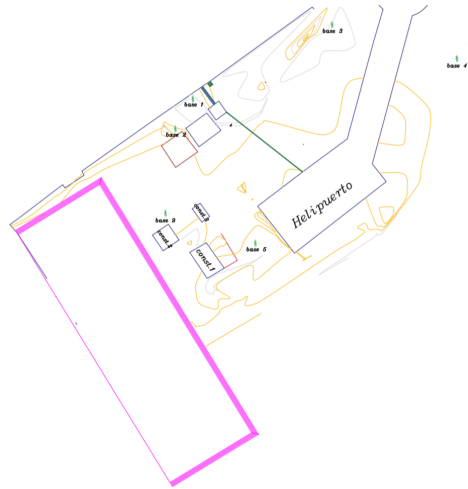


Figura 4-2 Plano de explanación con orientación N-S E1/1.000

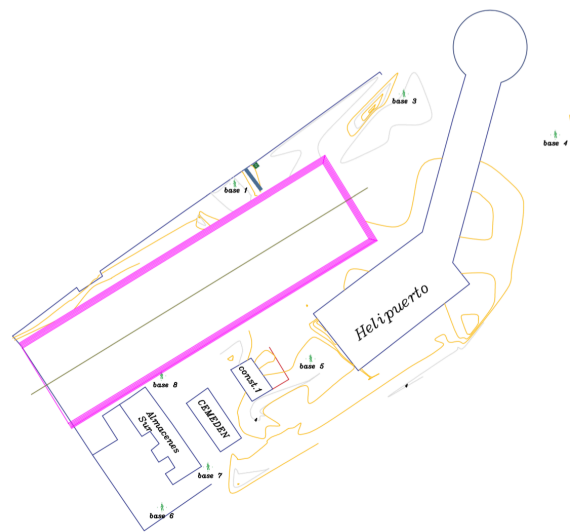


Figura 4-3 Plano de explanación con orientación E-O E 1/1.000

Una vez realizada la explanación pudimos efectuar el cálculo de movimientos de tierra, que en este caso se corresponde con desmante al estar la rasante de la obra por debajo de la cota del terreno.

Dada la naturaleza aplacerada del terreno, el volumen de tierras obtenido en ambas orientaciones resultó prácticamente similar. Se obtuvo un volumen de tierra a extraer de 22.511,25 m³ y 22.512 m³ para la orientación N-S y E-O, respectivamente. Las Figuras 4-4 y 4-5 muestran los perfiles transversales del terreno en ambas orientaciones, donde se puede comprobar la regularidad del relieve. Todos estos resultados, y otros complementarios, pueden observarse con más detalle en el ANEXO I de planos.

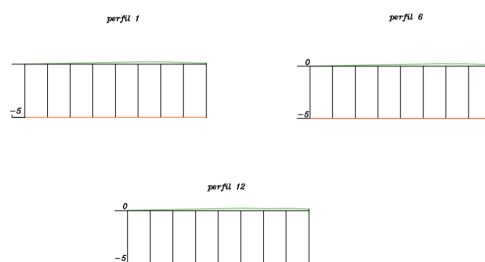


Figura 4-4 Perfiles transversales para orientación N-S E.H 1/400 E.V 1/250



Figura 4-5 Perfiles transversales para orientación E-O E.H 1/400 E.V 1/250

4.2 Introducción presupuestaria

Con el fin de realizar una aproximación lo más precisa posible a los costes referentes a la explanación, movimientos de tierra y demoliciones pertinentes de cara a la construcción de la instalación de tiro subterránea, se realiza un estudio detallado de todos aquellos medios, materiales y personal que se estiman precisos para la preparación del terreno previo a la construcción de la galería de tiro, según la normativa municipal y de defensa vigente dado que se tiene que realizar una demolición de una serie de construcciones, con el fin de poder albergar la galería subterránea. Se planteará el presupuesto para dos orientaciones posibles de la galería, de cara a poder llevar a cabo un juicio objetivo sobre cuál de los dos emplazamientos es mejor con vistas a las posibilidades técnicas y al ahorro.

La demolición de una construcción, a la hora de realizar presupuestos, tiene un gran número de elementos a tener en cuenta, ya que va a atender tanto a la capacidad de reaprovechamiento de los materiales para la reconstrucción, como al tipo de demolición. Es por ello por lo que se incluyen cuadros específicos de presupuestos para la demolición de las edificaciones afectadas, en cada una de las orientaciones de la galería de tiro.

Existen varios factores necesarios para el presupuesto de una demolición, pero los factores objetivos que determinan el precio de un proyecto de derribo son:

- Altura de la edificación.
- Tipo de edificación, pudiendo ser aislada, medianeras o entre medianeras (casco antiguo)

Existe una fórmula matemática mediante la cual, aunque de una manera muy liviana, se puede obtener un presupuesto del derribo o demolición:

$$h = v(m^3) \cdot k \cdot c_a \cdot m$$

Ecuación 4-1 Obtención inicial de presupuesto de demolición [20]

En nuestro caso, al ser todas las construcciones menores de cuatro plantas, usaremos una $k=0,9$ y una C_a alrededor de 1,25 (que son constantes para edificaciones menores a 4 plantas). Finalmente el valor m es el que varía en función del tipo de edificación, siendo en nuestro caso una m entre 0,5 y 1 para construcciones aisladas y entre 1 y 1,5 para las construcciones medianeras [20].

En otros términos se incluyeron una serie aspectos a tener en cuenta:

De cara a realizar la identificación de los costes de cada recurso, debemos ser conocedores de los distintos tipos de costes a los que nos enfrentamos.

En primer lugar realizaremos una diferenciación entre costes directos (CD) y costes indirectos (CI). Este tipo de gastos se refiere a aquellos costes que se pueden asignar o no de manera objetiva a un producto.

Costes Directos:

Costes que se pueden repartir objetivamente entre los distintos productos. Son aquellos que la gerencia es capaz de asociar con los artículos o áreas específicos (materia prima).

En este caso podremos decir que son los costes derivados de la actividad, y que van a depender directamente del volumen de producción.

Costes Indirectos:

Aquellos que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados. Son aquellos costes comunes a muchos artículos y por lo tanto no son directamente asociables a ningún artículo o área, por ejemplo la depreciación de la maquinaria o el sueldo del director de producción respecto al producto, siendo necesario aplicar un criterio de reparto.

De otra forma, son aquellos gastos que genera la empresa para su mantenimiento, siendo siempre fijos.

El coste total (CT) se constituye como la suma de ambos, es decir:

$$CT = CD + CI$$

Ecuación 4-2 Ecuación de costes totales

Los precios que se utilizaron para el cálculo de los costes han sido obtenidos mediante proyectos similares de empresas del sector de la Ingeniería civil (VORSEVI [21]-[22]) y por asistencia directa de Ingenieros de caminos e ingenieros de obras públicas [23]-[24].

Por otro lado, la relación de medios y horas de trabajo que se expone, proviene de un estudio comparativo previo de diversas obras, tanto de construcciones similares, como de edificaciones que comparten características significativas, y por lo tanto, al versar este TFG sobre la realización de una propuesta de explanación para la edificación de una galería de tiro subterránea, no se hace un especial detalle en cuestiones como las demoliciones, realizando una descripción muy somera de las características de las edificaciones, y tomando valores fijos de instalaciones de agua, luz y otros, en función de los metros cuadrados de edificación, y no de los valores reales.

Puesto que este trabajo plantea dos posibles orientaciones en el mismo emplazamiento, se realiza una descripción inicial con costes detallados de cada proceso; para finalizar con una tabla comparativa en la cual se muestran las incomodidades o molestias causadas por la obra, así como los costes derivados de cada una de las posibles construcciones.

4.2.1 Levantamiento topográfico

Levantamiento topográfico, edición del plano y encaje de la obra

1. Levantamiento topográfico

Consistente en la toma de datos para su posterior tratamiento y así obtener los planos planimétricos y altimétricos de la zona en cuestión.

Serán precisos:

- Ingeniero técnico topógrafo 29,46 €/h
- Auxiliar 15,35 €/h
- Medios auxiliares y costes indirectos 3,84 €/h

Código	Elemento	Descripción	€
1.1	Estación total	€/día	30
1.2	Flexómetro		5
1.3	Ordenador	€/día	10
1.5	Impresora	€/día	2
1.6	Plotter	€/día	30
1.7	Software	€/día	40
1.8	Material oficina	€/día	1
1.9	Cámara digital		3
1.10	Otros	Oficina, teléfono, luz, agua, etc.	10

Tabla 4-1 Costes del levantamiento topográfico

2. Edición del plano base y encaje de la obra

Consistente en la realización del plano sobre el cual se realizarán los posibles emplazamientos de la galería de tiro, así como selección de los posibles emplazamientos de la construcción en función de sus dimensiones.

Serán precisos:

- Ingeniero técnico topógrafo 29,46 €/h
- Auxiliar 15,32 €/h
- Medios auxiliares y costes indirecto 3,84 €/h

Código	Elemento	Descripción	€
2.1	Ordenador	€/día	10
2.2	Plotter	€/día	30
2.3	Material de oficina	€/día	1
2.4	Programa de CAD	€/día	40
2.5	Otros		10

Tabla 4-2 Costes de la edición del plano base y encaje de la obra

3. Replanteo

Serán precisos:

- Ingeniero técnico topógrafo 29,46 €/h
- Auxiliar 15,32 €/h
- Medios auxiliares y costes indirecto 3,84 €/h

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€</i>
3.1	Ordenador	€/día	10
3.2	Flexómetro		5
3.3	Material de oficina	€/día	10
3.4	Estacas	Nueve estacas	18
3.5	Otros		10

Tabla 4-3 Costes del replanteo

4. Planos del proyecto

Consistente en la realización del plano sobre el cual se realizarán los posibles emplazamientos de la galería de tiro.

Serán precisos:

- Ingeniero técnico topógrafo 29,46 €/h
- Auxiliar 15,32 €/h
- Medios auxiliares y costes indirecto 3,84 €/h

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€</i>
4.1	Ordenador	€/día	10
4.2	Programa CAD	€/día	40
4.3	Material de oficina	€/día	1
4.4	Plotter	€/día	30
4.5	Otros		10

Tabla 4-4 Costes de la realización de los planos del proyecto

5. Documentación

Consistente en la elaboración de la memoria y de los Anexos de la misma.

Serán precisos:

- Ingeniero técnico topógrafo 29,46 €/h
- Auxiliar 15,32 €/h
- Medios auxiliares y costes indirecto 3,84 €/h

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€</i>
5.1	Ordenador	€/día	10
5.2	Office	€/día	0,5
5.3	Material de oficina	€/día	10
5.4	Impresora	€/día	2
5.5	Otros		10

Tabla 4-5 Costes de generación de la documentación necesaria

4.2.2 Seguridad e higiene

Protecciones individuales

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/unidad</i>
6.1	Casco de seguridad	Casco de seguridad homologado	2,18
6.2	Gafas antipolvo	Gafas antipolvo homologadas	4,14
6.3	Gafas contra impactos	Gafas contra impacto homologadas	6,32
6.4	Mascarillas antipolvo	Mascarilla antipolvo homologada	3,73
6.5	Protectores auditivos	Protectores auditivos homologados	9,44
6.6	Mono de trabajo	Mono de trabajo homologado	10,20
6.7	Cinturón de trabajo A	Sujeción	39,60
6.8	Cinturón de trabajo C	Antiácidas	62,54
6.9	Cinturón portaherramientas	Cinturón portaherramientas homologado	16,35
6.10	Cuerda D=16mm para freno	Cuerda de poliamida para freno de paracaídas D=16mm	7,10
6.11	Aparato de freno	Aparato de freno paracaídas	43,60
6.12	Par de guantes uso general	Par de guantes de uso general	3,01
6.13	Par de guantes aislantes	Par de guantes aislantes para electricistas	29,80
6.14	Par de botas seguridad	Par de botas de seguridad con puntera y plantilla metálica homologada	29,85
6.15	Traje impermeable	Traje impermeable homologado	7,35

6.16	Cinturón anti vibratorio	Cinturón anti vibratorio homologado	16,48
6.17	Faja elástica sobreesfuerzos	Faja elástica para protección de sobreesfuerzos homologada	21,36

Tabla 4-6 Relación de elementos individuales de seguridad y costes de los mismos

Protecciones colectivas

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/unidad</i>
7.1	Valla chapa metálica	Valla prefabricada de 2,00m de altura con 2,8m de longitud, anclados al terreno mediante dados de hormigón HM-20/P/20/I cada 2m	2,18
7.2	Puerta peatonal chapa 1x2m	Puerta peatonal de chapa galvanizada trapezoidal de 1,00x2,00m para colocación en valla de cerramiento de las mismas características	47,82
7.3	Puerta camión chapa 4x2 m	Puerta camión de chapa galvanizada trapezoidal de 4,00x2,00m, para colocación en valla de cerramiento de las mismas características	111,44
7.4	Línea horizontal de seguridad	Línea horizontal de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda para dispositivo antiácida	11,05

Tabla 4-7 Relación de protecciones colectivas y costes de las mismas

Instalaciones provisionales

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>€/mes</i>
8.1	Alquiler caseta aseo/vestuario	Caseta prefabricada para aseo/vestuario incluida inst. Eléctrica y transporte.	156,32
8.2	Alquiler caseta oficina	Caseta prefabricada para oficina. Incluida inst. Eléctrica y transporte.	129,97
8.3	Alquiler caseta almacén	Caseta prefabricada para almacén. Incluidos instalación eléctrica y transporte.	107,92

Tabla 4-8 Relación de instalaciones provisionales y costes de las mismas

Señalización

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>	<i>Descripción</i>	<i>Coste/unidad</i>
9.1	Cinta balizamiento bicolor	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje	0,87
9.2	Boya destellante con célula fotoeléctrica	Boya destellante amarilla con carcasa de plástico y soporte de anclaje, con célula fotoeléctrica y pilas	6,34
9.3	Cono balizamiento deslizante	Cono de balizamiento reflectante irrompible de 30 cm de diámetro	2,61
9.4	Señal triangular		17,46

9.5	Señal cuadrada	22,53
-----	----------------	-------

Tabla 4-9 Relación de las señalizaciones necesarias y costes de las mismas

Mano de obra de seguridad

<i>Código</i>	<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>	<i>Coste/unidad</i>
10.1	Mantenimiento protecciones colectivas	Coste mensual de conservación, mantenimiento y reposición de protecciones colectivas de mano de obra.	350
10.2	Conservación de instalaciones provisionales	Coste mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra, incluida limpieza de las mismas por servicio de limpieza ajeno	85

Tabla 4-10 Relación de costes de seguros, mantenimiento y conservación de los elementos de la construcción

4.2.3 Demoliciones

Desmontajes y demoliciones.

6. Identificación y desconexión de acometidas eléctricas.

Para ello se procederá a la revisión de las distintas acometidas eléctricas, al conjunto de edificaciones, identificando su procedencia mediante consulta a las compañías suministradoras, así como su actividad y servicio, desconexión total, corte del fluido eléctrico e informe contrastado de su clausura.

- Oficial 1º electricista 16,10 €/h
- Oficial 2º electricista 15,88 €/h
- Medios auxiliares y costes indirectos 3,84 €

7. Clausura de acometidas de agua

Se vendrá a la revisión de las distintas acometidas de agua, al conjunto de edificios, identificando su procedencia mediante consulta a las compañías suministradoras, así como su actividad y servicio, desconexión total, corte del fluido mediante taponado con llave de cierre, e informe contrastado de su clausura.

- Oficial 1º fontanero calefactor 16,10 €/h
- Oficial 2º fontanero calefactor 15,88 €/h
- Medios auxiliares y costes indirectos 2,89 €

8. Demolición completa de construcción aislada

Demolición completa de edificio aislado, por el sistema de elemento a elemento y siguiendo instrucciones indicadas en el proyecto de demolición, con la conservación de los elementos que en este se indican, comprende la unidad, los siguientes trabajos:

- Vaciado interior del mobiliario, electrodomésticos, sanitarios y todo tipo de elementos acumulados en el interior del inmueble a demoler.
- Vaciado y retirada de elementos desplomados, en estado de ruina, etc.
- Retirada de carpintería interior y exterior.

- Retirada sede instalaciones de distribución interior.
- Desmontaje de cubierta compuesta por material de cubrición y estructura portante.
- Demolición de chimeneas.
- Demolición de revestimientos de techos, paramentos y pavimentos.
- Demolición de tabiquería, de albañilería y/o arpillera.
- Demolición de estructuras verticales a base muros de carga, interiores y de fachada, compuestos de fábrica de mampostería y albañilería y hormigón.
- Demolición de estructura horizontal mediante forjados de hormigón, ladrillo.
- Picado y levantado de cimentaciones bajo muros y/o pilastras demolidas y que tengan interferencias de cualquier tipo con la futura edificación.
- Clasificación de escombros y carga en contenedores y/o camión de tamaño y PMA autorizados según condiciones de acceso a la obra, transporte a gestor autorizado, incluso canon de gestión.
- Suministro y montaje de medios auxiliares y medidas de protección colectiva contemplados en el estudio de seguridad y salud.
- Utilización de métodos de trabajo que minimicen el impacto medioambiental en general y la generación de vibraciones y ruidos en particular.

Se tiene en cuenta demolición completa de edificio de más de 5 m de altura, desde la rasante, mediante empuje de máquina retroexcavadora, incluidas limpieza y retirada de escombros así como el transporte al vertedero y canon de vertido.

- Demolición completa de edificaciones aisladas 8,27 €/m³

9. Demolición parcial de muros de delimitación.

Demolición de muro de cierre de construcción aladaña a almacén de factoría y muro de separación y delimitación al Este del CEMEDEN, constituido por bloques prefabricados de hormigón, incluso demolición de la cimentación. Con clasificación de los residuos, carga sobre camión y transporte a vertedero incluido canon de vertido. Con presupuestos de medios auxiliares.

- Oficial de primera 16,10 €/h
- Robot eléctrico/hidráulico con cizalla 43,50 €/h
- Camión basculante 4x4 14t. Canon de piedra a vertedero 30,14 €
- Miniretrocargadora sobre neumáticos de 20 CV 35,63 €/h
- Medios auxiliares y costes indirectos 10,20 €

4.2.4 Movimiento de tierras

Movimiento de tierras

1. Excavación en vaciado del terreno sin estudio geotécnico.

Consiste en la excavación a cielo abierto en vaciado, de la zona asignada para emplazar la galería de tiro, teniendo en cuenta proximidad al mar y presencia del muelle “Capitán de Corbeta Agustín Marín”, medido sobre el perfil teórico de excavación. Realización en terreno poco consistente.

Se realizará mediante pala cargadora, incluyo ayuda manual en zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos y carga directa sobre transporte. Se incluye en el coste, el transporte de tierra al vertedero pertinente y el canon de vertido.

- Peón ordinario 15,32 €/h
- Retrocargadora 100 CV 32,77 €/h
- Camión 40 m³ 29,58 €/h
- Canon de tierras y materiales pétreos a vertedero 2,61 €
- Medios auxiliares y costes indirectos 10,20 €

4.3 Resultado y propuesta de obra

A raíz de los datos indicados anteriormente, se realiza la siguiente tabla comparativa en función de la orientación, donde se reflejan todos y cada uno de los apartados del presupuesto, así como las molestias derivadas de cada uno de los emplazamientos.

1. Orientación Oeste-Este:

a. Levantamiento topográfico (4 días)	1.814,76€
b. Seguridad e higiene (7 personas)	2191,35€
c. Vallado (253 m, 1 puerta personal, 1 puerta vehículos)	224,26€
d. Instalaciones (alquiler 37 días)	486,19€
e. Señalización	49,81€
f. Seguros.....	435€
g. Demoliciones	
i. Galería de tiro arma corta 25 m	3.330 m ³27.539,1€
ii. Almacén factoría	4.992 m ³41.283,84€
iii. Vertedero residuos construcción	360 m ³2.977,2€
iv. Almacén elementos construcción.....	363 m ³3.002,01€
v. Bomba extractora	54 m ³446,58€
vi. Construcción 1	173 m ³1.430,71€
vii. Construcción 2	66 m ³545,82€
viii. instalación. Agua. (3h)	99,78€
ix. instalación. Luz. (3h)	98,83€
x. Muros. (2h).....	1.422,8€
xi. Extracción tierras** (37 días)	22.512* m ³68.983,77€

**Tres turnos de 8 horas que nos permitirán trabajar durante las 24 horas del día, de tal forma que se afecte durante el menor tiempo posible a las actividades de la ENM.

* Teniendo en cuenta el factor de esponjamiento del 25% (volumen extracción 18000 m³)

2. Orientación Norte-Sur:

a. Levantamiento topográfico (4 días)	1.814,76€
b. Seguridad e higiene (7 personas)	2191,35€
c. Vallado (253 m, 1 puerta personal, 1 puerta vehículos)	224,26€
d. Instalaciones (alquiler 37 días)	486,19€
e. Señalización	49,81€
f. Seguros.....	435€
g. Demoliciones	
i. Galería de tiro arma corta 25 m	3330 m ³27.539,1€
ii. Almacén factoría	4992 m ³41.283,84€
iii. Almacenes Sur	13767 m ³11.387,7€
iv. CEMEDEN	871 m ³7.203,17€
v. Instalación. Agua. (5h).....	163,98€
vi. Instalación. Luz. (9h)	290,71€
vii. Extracción tierras ** (37 días).....	22.511,25* m ³68.983,77€

**3 turnos de 8 horas que nos permitirán trabajar durante las 24 horas del día, de tal forma que se afecte durante el menor tiempo posible a las actividades de la ENM.

* Se ha teniendo en cuenta el factor de esponjamiento del 25% (volumen extracción 18000 m³).

Por consiguiente, comparamos ambos presupuestos. Con una orientación NS tenemos un presupuesto final de:

162.053,64€

Ciento sesenta y dos mil cincuenta y tres euros con sesenta y cuatro céntimos de euro.

Con una orientación O-E tenemos un presupuesto final de:

153.031,81€

Ciento cincuenta y tres mil treinta y un euros con ochenta y un céntimos de euro.

Como podemos comprobar, el presupuesto que se corresponde con la orientación O-E supone un ahorro considerable en términos económicos, además de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

La primera de ellas conlleva más molestias de construcción al tener que demoler y trasladar temporalmente no solo las construcciones necesarias para la orientación O-E, sino también otro número significativo de instalaciones con cierta relevancia como es el CEMEDEN.

La segunda de ellas se corresponde con la reedificación de los edificios eliminados. La galería de tiro de arma corta no sería necesaria reconstruirla, y el almacén podría ser fácilmente reconstruido con los materiales reciclados de la anterior instalación.

Como conclusión se obtiene que la opción más viable es aquella que se corresponde con la orientación O-E, tanto en términos económicos como en términos prácticos.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Dado el emplazamiento de la hipotética galería de tiro subterránea en la zona de factoría de la ENM, no se considera técnicamente posible la edificación de la misma sin llevar a cabo la demolición de las construcciones existentes, ya que al ser un terreno ganado al mar y estar ante un relleno consolidado, no tiene la consistencia suficiente para poder excavar por debajo de la cota de las cimentaciones de las construcciones colindantes sin provocar daños irreparables a las mismas. Es por ello por lo que se decide llevar a cabo la demolición de las construcciones existentes en la zona tomando la orientación E-O, que es la que se considera tiene una mayor viabilidad. Ha de indicarse también la necesidad de realización de un estudio geotécnico previo, con el fin de obtener las características del terreno.

A pesar de que esta propuesta de trabajo y ubicación proviene de la propia Escuela Naval Militar, con el propósito de acondicionar la actual galería de tiro de arma corta que se encuentra en la zona de factoría, la obra conllevaría un elevado coste de tratamiento e impermeabilización de todos los muros de la excavación debido a la proximidad del mar y el elevado nivel de la capa freática. Estos tratamientos harían que la construcción de la galería fuese todavía más costosa de lo que se presenta en este trabajo, resultando inviable en términos económicos. Este precio de impermeabilización de la obra sería viable según la empresa adjudicataria, pero basándonos en los precios estipulados por DANOSA [34], teniendo en cuenta las jornadas de trabajo necesarias, personal, metros lineales de obra a cubrir, los metros cuadrados de todos los muros, incluida la cimentación, y el número de litros de producto necesario, así como costes variables (indirectos), el coste de impermeabilización de la obra bajo estudio ascendería a un total de 47.566,77 €.

Como soluciones, y líneas futuras, se aconsejan dos posibles alternativas:

- 1) Edificar una galería de tiro de fusil en superficie manteniendo la demolición de las estructuras en orientación E-O.
- 2) En caso de que la demolición y sustitución de las edificaciones afectadas no fuese posible, como segunda alternativa se opta por hacer uso del polígono de tiro de Penizas propiedad de la ENM. La Escuela ya ha mostrado interés por este emplazamiento en estudios anteriores (Trabajo Fin de Grado del Tte. Sainz Oñate sobre construcción de una galería de tiro subterránea en el polígono de tiro de Penizas). Sin embargo, para la construcción de una galería de tiro de 100 m (120 m si se considera la zona de tiro, zona de espera, puesto de municionamiento, talud final y centro de control) se debería completar el levantamiento topográfico de la zona realizado en el citado TFG. Esto supondría la preparación previa del terreno y eliminación de la vegetación existente para así poder abarcar mayor extensión del

terreno, lo que permitiría hacer una correcta estimación de volúmenes de tierra a extraer y cálculo de costes derivados de ejecución de obra.

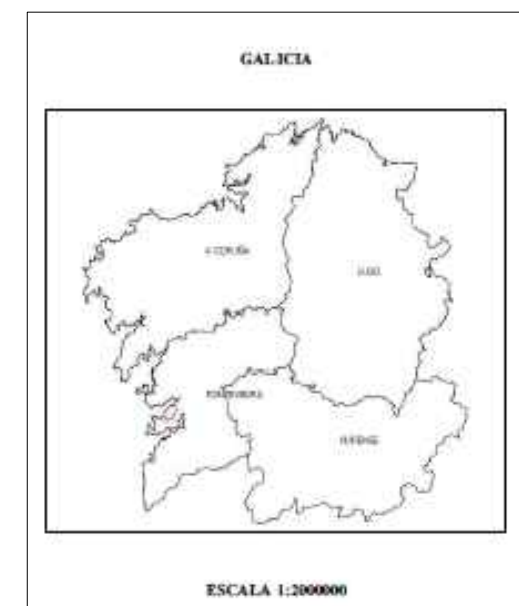
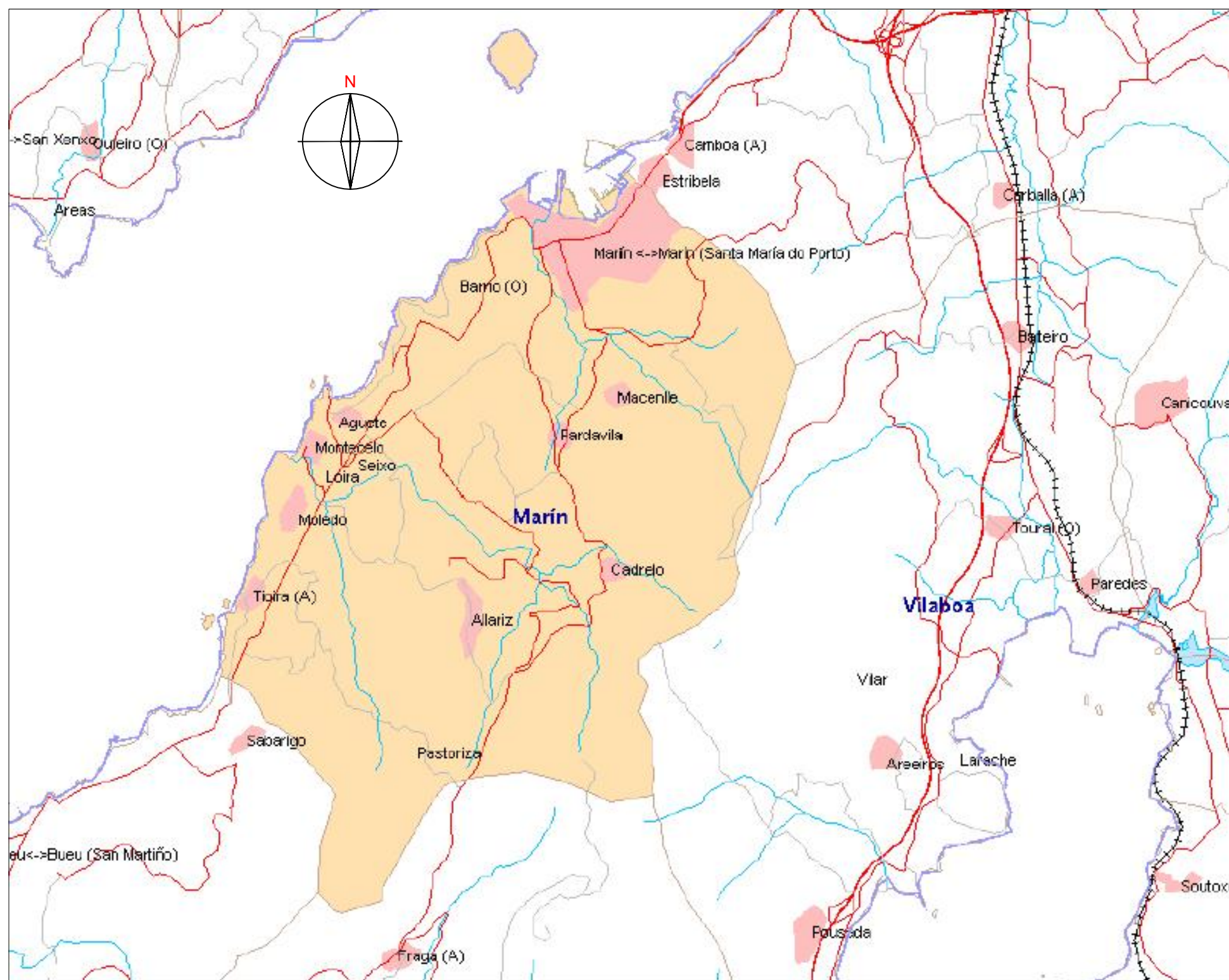
6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Boletín oficial del Estado,» [En línea]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/1993/03/05/pdfs/A07016-07051.pdf> [Último acceso: 29 Marzo 2016].
- [2] M. Ferrández-Villena García, Proyecto básico y de ejecución de la galería de tiro para la policía local de Orihuela, 2008.
- [3] «Universidad politécnica de Madrid,» [En línea]. Available: http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/dibujo-de-construccion/contenidos/Topografia/dc3_instrumentos_topograficos_v2007.pdf [Último acceso: 3 Enero 2016].
- [4] Estado Mayor del Ejército, Manual de Enseñanza. Topografía I, 1995.
- [5] «Topografiacartografia,» [En línea]. Available: <https://topografiacartografia.wordpress.com/2014/04/03/levantamiento-topografico-2/> [Último acceso: 20 Marzo 2016].
- [6] «Web del profesor,» [En línea]. Available: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Topograf%C3%ADa/TEMA_1.pdf [ultimo acceso: 2 Marzo 2016]
- [7] «Coiix,» [En línea]. Available: <http://coiix.es/comunicacion/actividades/estaciontot.html> [Último acceso: 25 Enero 2016].
- [8] «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D [Último acceso: 22 Enero 2016].
- [9] «3Deling, » [En línea]. Available: <http://www.3deling.com/elevations-scanning-klodzko/> [Último acceso: 29 Marzo]
- [10] «Stonex,» [en línea]. Available: <http://www.stonexpositioning.com/index.php/en/sectors/archaeology/r2-plus-detail> [Último acceso: 21 Enero 2016].
- [11] «IGN,» [En línea]. Available: <http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>. [Último acceso: 8 Febrero 2016].
- [12] «Armada. Ministerio de Defensa, » [en línea]. Available: http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/ inicio_home/prefLang

- [es/ Intranet](#) [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [13] «Sede del catastro,» [En línea]. Available: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>. [Último acceso: 20 Marzo 2016].
- [14] «Agencia Española de Meteorología,» [En línea]. Available: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1484C&k=gal>. [Último acceso: 4 Marzo 2016].
- [15] «Visor Xunta Galicia,» [en línea]. Available: <http://visorgis.cmati.xunta.es/cdix/mapa.html> [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [16] «Ministerio de Agricultura,» [en línea]. Available: <http://www.magrama.gob.es/es/cartografia-y-sig/> [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [17] «Cartesia,» [En línea]. Available : http://www.cartesia.org/data/apuntes/topografia/apuntes_metodos/t3/intervalo_cerrado.gif [Último acceso: 29 Marzo 2016]
- [18] «Topografía básica,» [En línea]. Available: <http://topografiabasicasena.blogspot.com.es/p/calculo-de-angulos-horizontales.html> [Último acceso: 20 Enero 2016].
- [19] «Google Maps,» [En línea]. Available: <https://www.google.es/maps> [Último acceso: 22 Enero 2016].
- [20] «Colegio oficial de arquitectos vasco-navarro,» [En Línea] Available: http://www.coavn.org/coavn/jsp/coavn/agendaColegial_esp.jsp [último acceso: 20 Marzo 2016]
- [21] J.M. Carrilho Reyes, Proyecto Ejecución Accesos al aeropuerto de Quito, Vorsevi, 2014
- [22] J.M. Carrilho Reyes, Proyecto Ejecución nuevo puente sobre el río Guayabamba, Vorsevi, 2014
- [23] L.A. Castellanos, Proyecto de Ejecución segunda fase Centro de Artes Visuales Fundación Helga de Alvear en Cáceres, 2015
- [24] E. Tuñón Álvarez, Proyecto de Ejecución segunda fase Centro de Artes Visuales Fundación Helga de Alvear en Cáceres, 2015
- [25] «International Hydrographic Organization,» [En línea]. Available: https://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-13/spanish/C-13_Capitulo_6.pdf [último acceso: 5 Febrero 2016]
- [26] «SjNavarro,» [En línea]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf> [Último acceso: 20 Marzo 2016].
- [27] «Universidad politécnica de Madrid,» [En línea]. Available: http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/dibujo-de-construccion/contenidos/MetodosTopograficos/DC3_MetodosTopograficos_v2008.pdf [Último acceso: 3 Febrero 2016].
- [28] «Universidad de Cantabria,» [En línea]. Available: <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/expresion-grafica-y-cartografia/teoria/3.pdf> [Último acceso: 5 Marzo 2016].
- [29] «Universidad politécnica de Cantabria» [en línea]. Available: https://www.upct.es/~minaees/topografia_minera.pdf [Último acceso: 23 Marzo 2016].
- [30] «USAL,» [En línea]. Available: http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/topografia-y-cartografia/contenido/Topografia_y_Cartografia_GRADO_IA_B4.pdf [Último acceso: 29 Febrero 2016].

- [31] «Cartesia,» [En línea]. Available: <http://www.cartesia.org/article.php?sid=223> [Último acceso: 24 Enero 2016].
- [32] D. Sainz Oñate, Levantamiento Topográfico y propuesta de explanación del solar de Penizas, TFG 2015.
- [33] «Ejército,» [En línea]. Available: <http://www.ejercito.mde.es/unidades/Madrid/ceget/> [Último acceso: 29 Marzo 2016].
- [34] «Danosa, ,» [En línea]. Available: <http://portal.danosa.com/danosa/CMSServlet?node=IM2100&lng=1&site=1&camino=SolTercia rio:0:24:32:34> [Último acceso: 31 Marzo 2016]

ANEXO I: PLANOS



INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

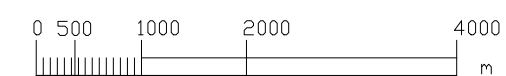
Elipsoide: Hayfold

Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

escala 1:100.000



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

PLANO UBICACIÓN

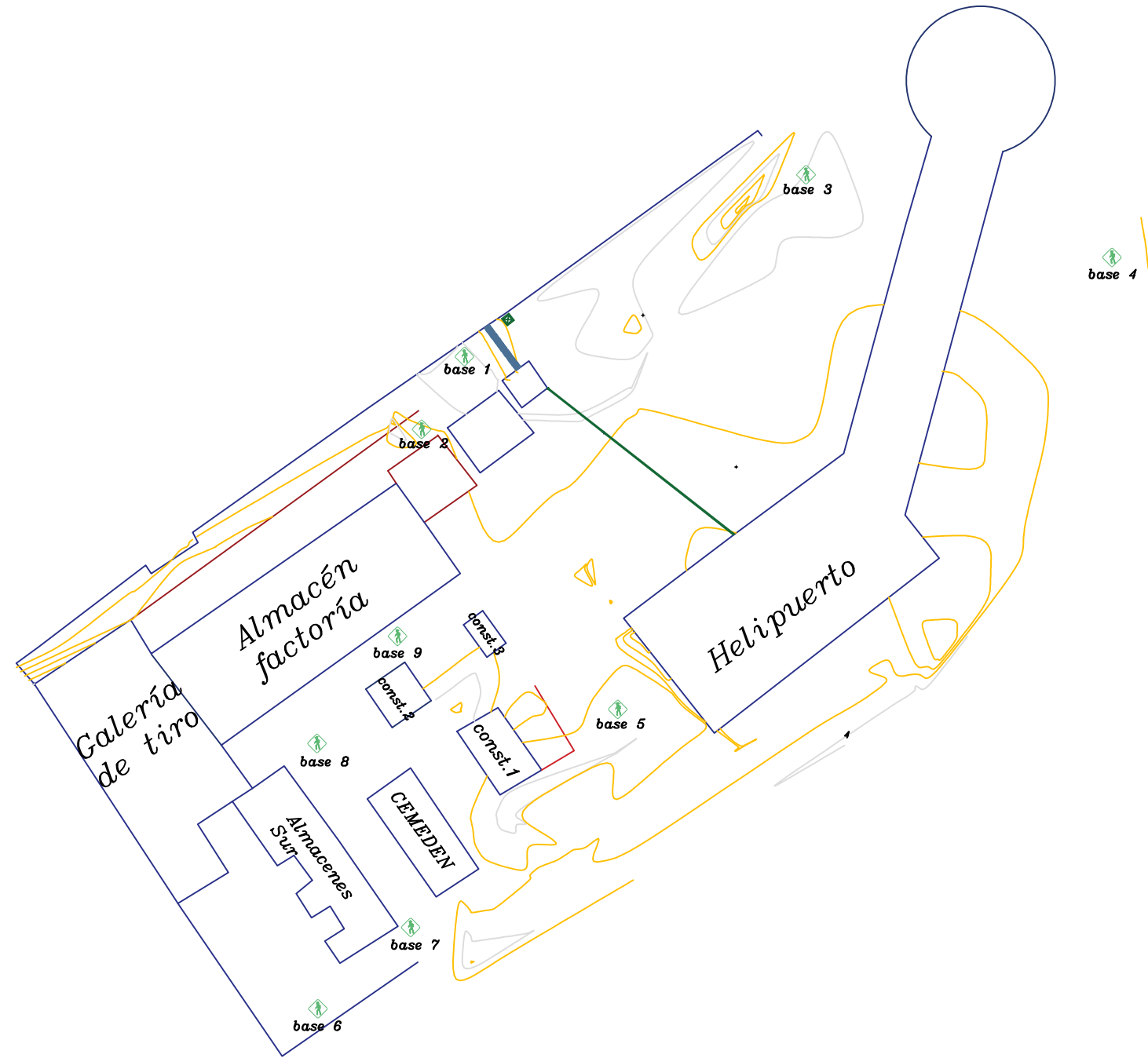
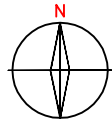
HOJA: 1/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



COORDENADAS DE LAS BASES TOPOGRÁFICAS			
BASE	X	Y	Z
base 1	1000	1000	0
base 2	990.8022	986.7336	0.1841
base 3	1051.1801	1027.7642	0.7455
base 4	1121.0526	1015.5094	0.2184
base 5	1050.8213	936.4699	0.2028
base 6	1005.5838	900.2915	-0.1046
base 7	1017.1124	916.0917	0.0293
base 8	1003.3287	943.1166	-0.1193
base 9	1009.0020	963.9821	0.1222

SIGNOS CONVENCIONALES			
	FAROLA		CURVA NIVEL MAESTRA
	EDIFICACIÓN		CURVA NIVEL FINAL
	REJILLA		MURO
	TUBERIA		BASE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

Elipsoide: Hayfold

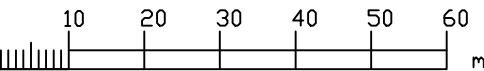
Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m

escala 1:1000



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

ESQUEMA GENERAL ZONA

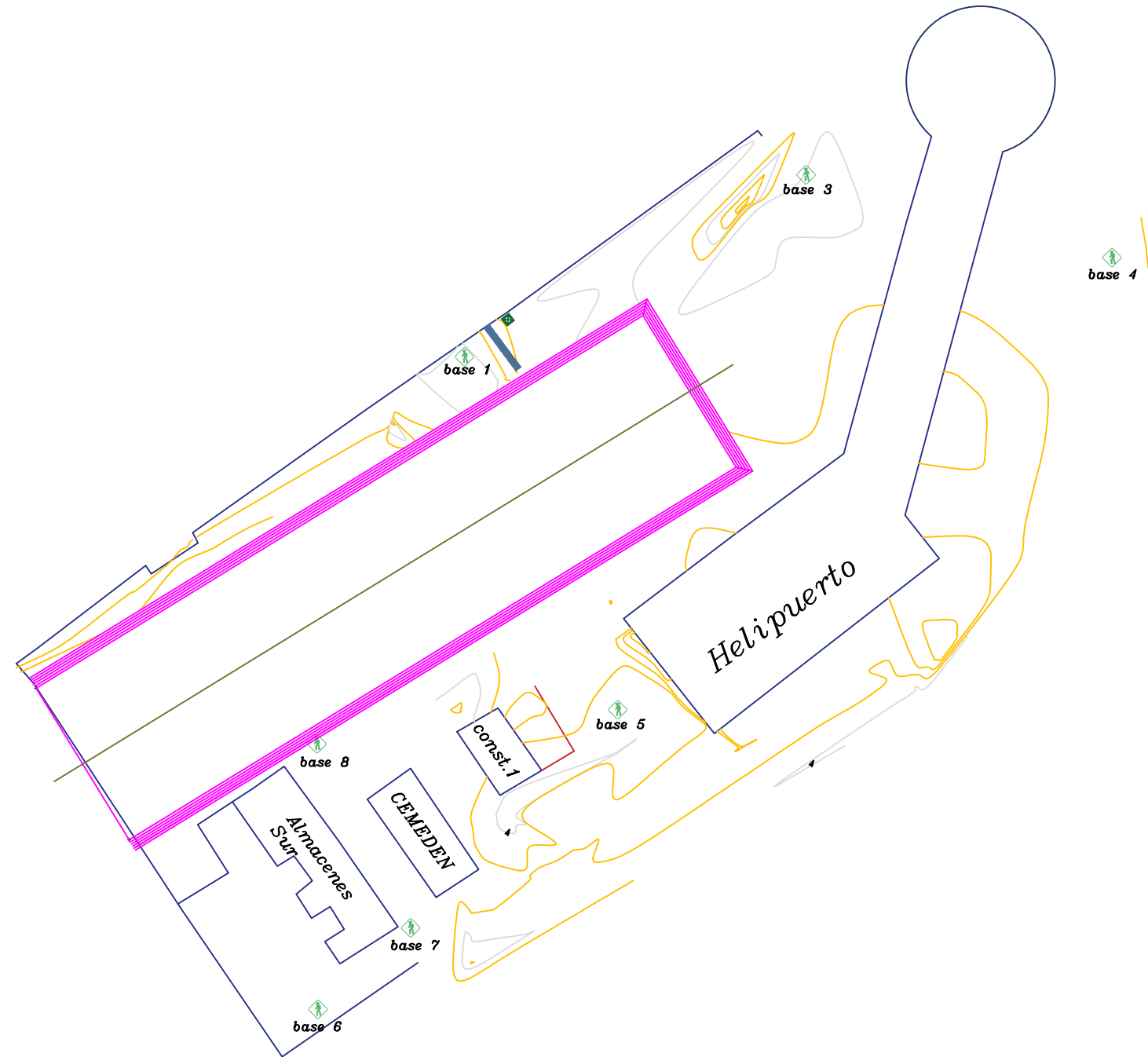
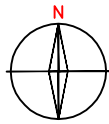
HOJA: 2/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



COORDENADAS DE LAS BASES TOPOGRÁFICAS			
BASE	X	Y	Z
base 1	1000	1000	0
base 2	990.8022	986.7336	0.1841
base 3	1051.1801	1027.7642	0.7455
base 4	1121.0526	1015.5094	0.2184
base 5	1050.8213	936.4699	0.2028
base 6	1005.5838	900.2915	-0.1046
base 7	1017.1124	916.0917	0.0293
base 8	1003.3287	943.1166	-0.1193
base 9	1009.0020	963.9821	0.1222

SIGNOS CONVENCIONALES			
	FAROLA		CURVA NIVEL MAESTRA
	EDIFICACIÓN		CURVA NIVEL FINAL
	REJILLA		MURO
	TUBERÍA		BASE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

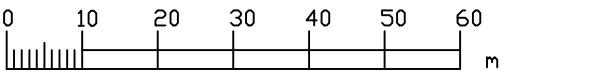
Elipsoide: Hayfold

Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m
escala 1:1000



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

PLANO EDICION CAMPO TIRO OE

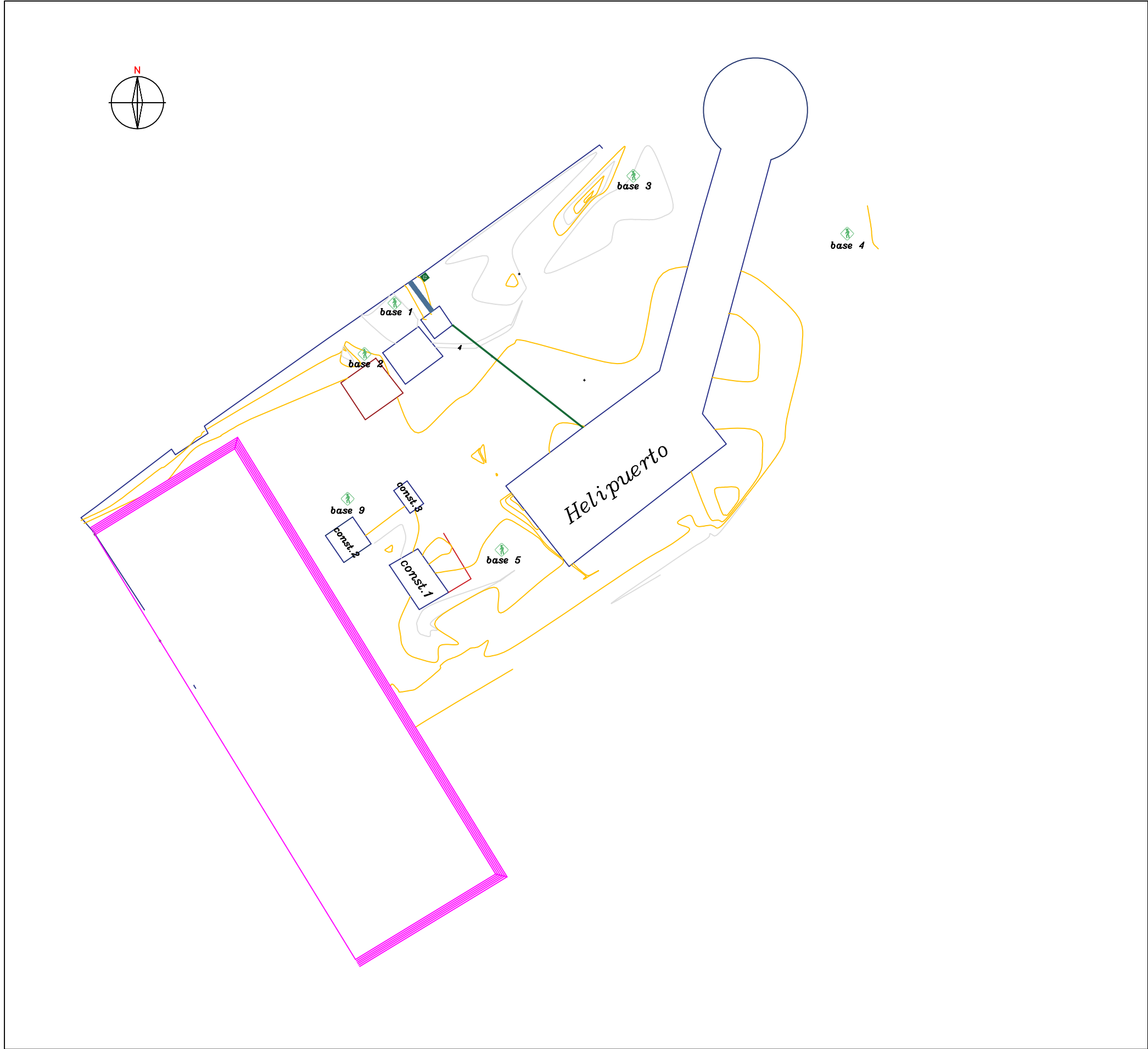
HOJA: 3/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



COORDENADAS DE LAS BASES TOPOGRÁFICAS			
BASE	X	Y	Z
base 1	1000	1000	0
base 2	990.8022	986.7336	0.1841
base 3	1051.1801	1027.7642	0.7455
base 4	1121.0526	1015.5094	0.2184
base 5	1050.8213	936.4699	0.2028
base 6	1005.5838	900.2915	-0.1046
base 7	1017.1124	916.0917	0.0293
base 8	1003.3287	943.1166	-0.1193
base 9	1009.0020	963.9821	0.1222

SIGNOS CONVENCIONALES			
	FAROLA		CURVA NIVEL MAESTRA
	EDIFICACIÓN		CURVA NIVEL FINAL
	REJILLA		MURO
	TUBERIA		BASE

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

Elipsoide: Hayfold

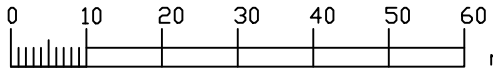
Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m

escala 1:1000



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

PLANO EDICION CAMPO TIRO NS

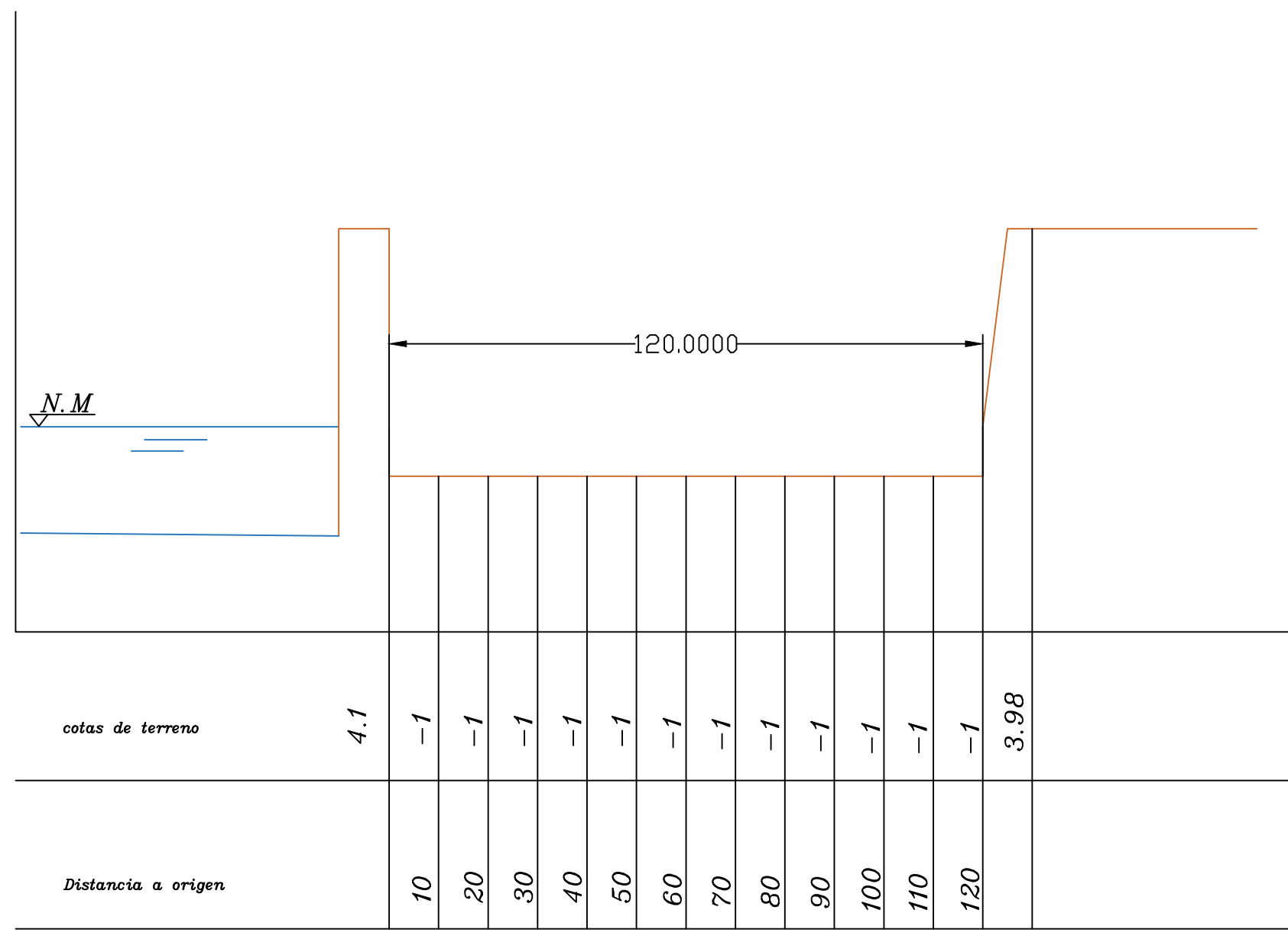
HOJA: 4/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

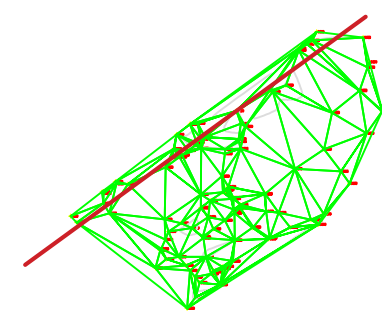
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



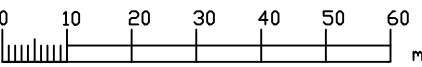
SIGNOS CONVENCIONALES



Perfil longitudinal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84
Elipsoide: Hayfold
Proyección asociada: UTM
Huso: 29
Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante
Equidistancia curvas de nivel 0.01m
escala 1:1000

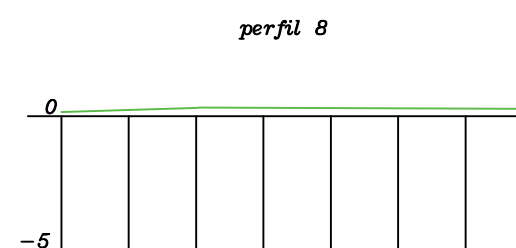
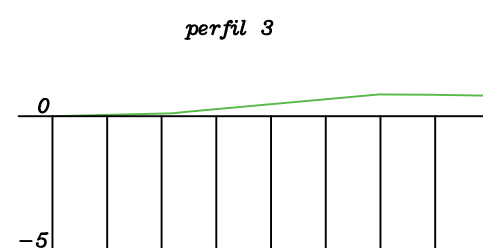


Título del Proyecto Levantamiento topográfico y propuesta de explotación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar	
Perfil longitudinal OE	HOJA: 5/8
FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016 FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016	

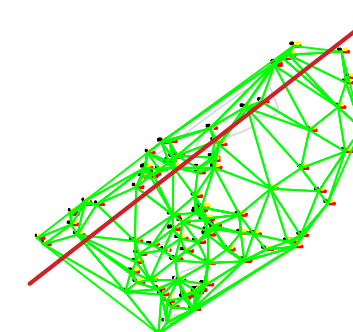
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel Carrilho de las Nieves

Tutor:
Mercedes Solla Carracelas



SIGNOS CONVENCIONALES



perfiles transversales en la superficie
del terreno a 10 metros

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

Elipsoide: Hayfold

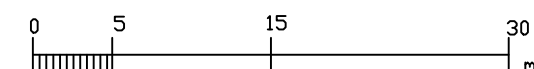
Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar
en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m

escala h 1:400 escala v 1:250



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una
galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

PERFILES TRANSVERSALES OE

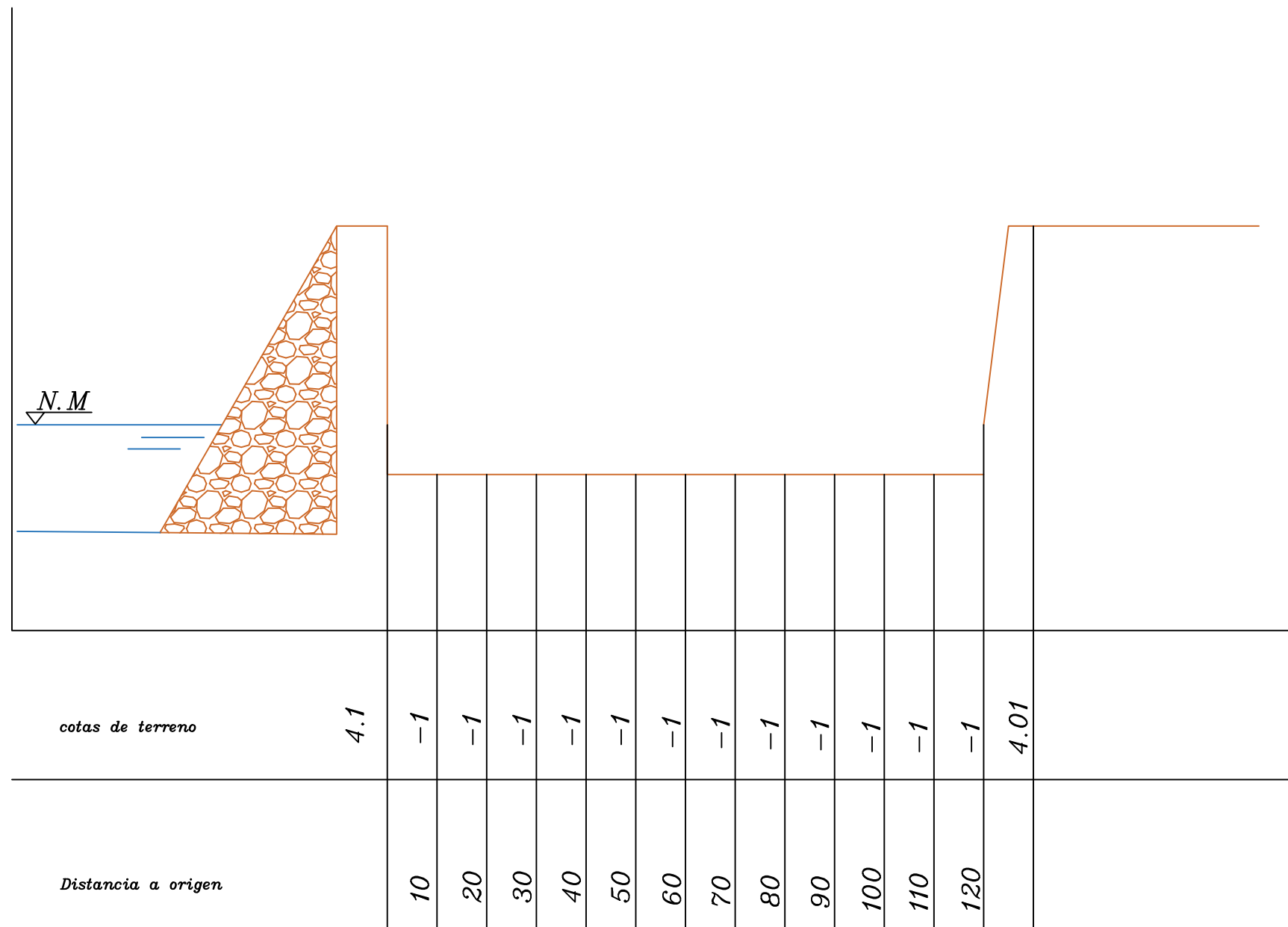
HOJA: 6/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

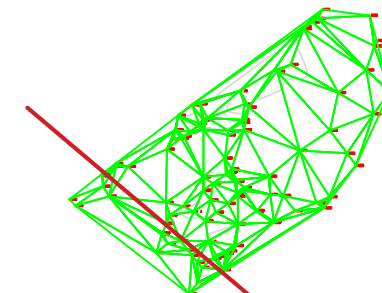
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



SIGNOS CONVENCIONALES



Perfil longitudinal

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

Elipsoide: Hayfold

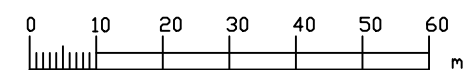
Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m

escala 1:1000



Título del Proyecto

Levantamiento topográfico y propuesta de explanación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

Perfil longitudinal NS

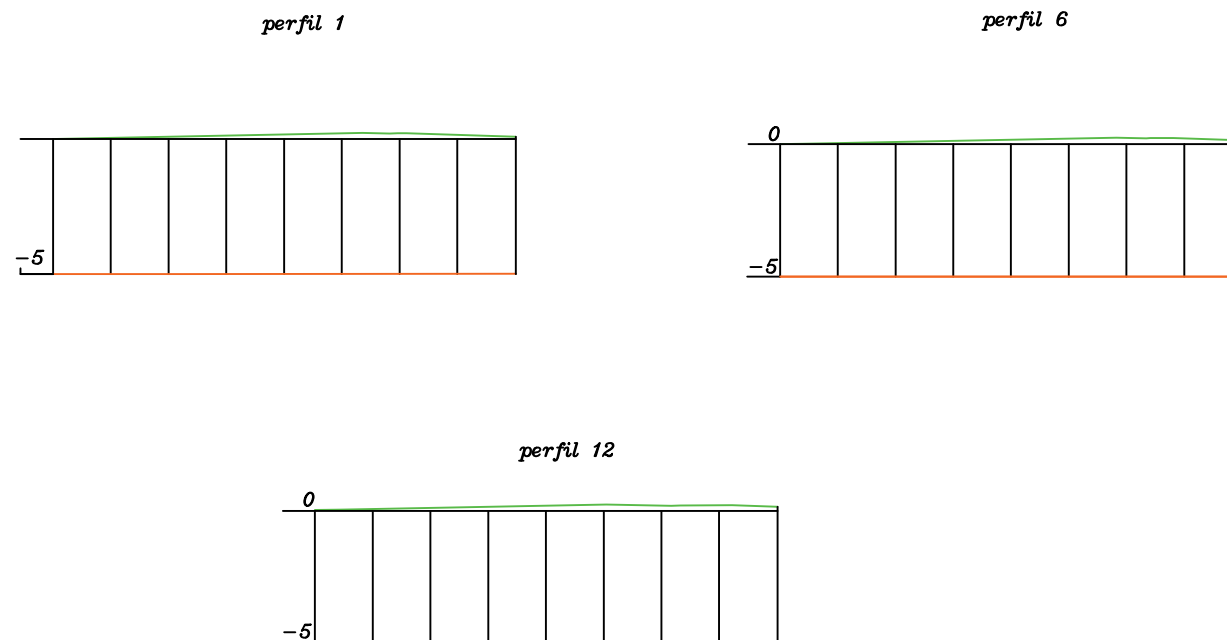
HOJA: 7/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

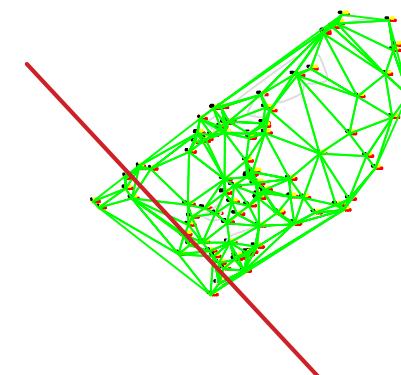
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas



SIGNOS CONVENCIONALES



perfiles transversales en la superficie del terreno a 10 metros

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Sistema geodésico de referencia: WGS84

Elipsoide: Hayford

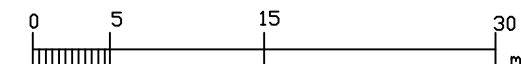
Proyección asociada: UTM

Huso: 29

Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante

Equidistancia curvas de nivel 0.01m

escala h 1:400 escala v 1:250



Título del Proyecto
Levantamiento topográfico y propuesta de explotación para la construcción de una galería de tiro subterránea en la Escuela Naval Militar

PERFILES TRANSVERSALES NS

HOJA: 8/8

FECHA TOMA DE DATOS: FEBRERO 2016
FECHA DE EDICIÓN: MARZO 2016

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

Alumno:
José Manuel
Carrilho de las
Nieves

Tutor:
Mercedes Solla
Carracelas

ANEXO II: DOCUMENTACIÓN CATASTRAL

GOBIERNO DE ESPAÑA **MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS** **SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA** **DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO** **Sede Electrónica del Catastro**

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES
BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA
Municipio de MARIN Provincia de PONTEVEDRA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
4239091NG2943N0001RZ

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL
36915 MARIN [PONTEVEDRA]

USO LOCAL PRINCIPAL: **Edif. Singular** AÑO CONSTRUCCIÓN: **1946**

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: **100,000000** SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **75**

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL
MARIN [PONTEVEDRA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **75** SUPERFICIE SUELO (m²): **75** TIPO DE FINCA: **Parcela construida sin división horizontal**

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Miércoles, 17 de Febrero de 2016

523,920 Coordenadas U.T.M. Huso 29 ETRS89
— Límite de Manzana
— Límite de Parcela
— Límite de Construcciones
— Mobiliario y aceras
— Límite zona verde
— Hidrografía

Figura AII-1 Referencia catastral construcción 3 [1]

GOBIERNO DE ESPAÑA **MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS** **SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA** **DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO** **Sede Electrónica del Catastro**

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES
BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA
Municipio de MARIN Provincia de PONTEVEDRA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
4239089NG2943N0001DZ

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
36900 MARIN [PONTEVEDRA]

USO LOCAL PRINCIPAL: **Edif. Singular** AÑO CONSTRUCCIÓN: **1946**

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: **100,000000** SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **250**

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
MARIN [PONTEVEDRA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **250** SUPERFICIE SUELO (m²): **250** TIPO DE FINCA: **Parcela construida sin división horizontal**

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Miércoles, 17 de Febrero de 2016

523,880 Coordenadas U.T.M. Huso 29 ETRS89
— Límite de Manzana
— Límite de Parcela
— Límite de Construcciones
— Mobiliario y aceras
— Límite zona verde
— Hidrografía

Figura AII-2 Referencia catastral campo de tiro de arma corta [1]

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

Sede Electrónica del Catastro

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES
BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA
Municipio de MARIN Provincia de PONTEVEDRA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
4239066NG2943N0001ZZ

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
36900 MARIN [PONTEVEDRA]

USO LOCAL PRINCIPAL: Edif. Singular AÑO CONSTRUCCIÓN: 1946

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000 SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 28

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
MARIN [PONTEVEDRA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 28 SUPERFICIE SUELO (m²): 28 TIPO DE FINCA: Parcela construida sin división horizontal

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Miércoles, 17 de Febrero de 2016

Figura AII-3 Referencia catastral CEMEDEN [1]

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

Sede Electrónica del Catastro

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES
BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA
Municipio de MARIN Provincia de PONTEVEDRA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
4239079NG2943N0001LZ

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
36900 MARIN [PONTEVEDRA]

USO LOCAL PRINCIPAL: Edif. Singular AÑO CONSTRUCCIÓN: 1946

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000 SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 832

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN:
TR ESCUELA NAVAL 9999
MARIN [PONTEVEDRA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): 832 SUPERFICIE SUELO (m²): 832 TIPO DE FINCA: Parcela construida sin división horizontal

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/500

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Miércoles, 17 de Febrero de 2016

Figura AII-4 Referencia catastral almacén de factoría [1]

ANEXO III: SEGURIDAD

I. Objetivo y finalidad

Este Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer durante la construcción de la obra las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales y definir las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Así mismo tendrá en cuenta las previsiones respecto a la prevención de riesgos derivados de los futuros trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de la edificación.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, cada Contratista que actúe en la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio.

II. Identificación y emplazamiento

Se refiere el presente Estudio de Seguridad y Salud a las obras realizadas para el levantamiento topográfico y posterior replanteo del solar situado en el almacén de factoría de la ENM, para una posible edificación de una galería de tiro subterránea.

III. Consideraciones generales de riesgos

- Riesgos profesionales:
 - Hundimiento o caída repentina de una parte de la construcción.
 - Caídas a diferentes niveles.
 - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Proyección de partículas en los ojos.
 - Electrocución. Incendios y explosiones.
 - Atropellos y vuelcos de maquinaria.
 - Inhalación de polvo.
- Riesgos de daños a terceros:
 - Caídas al mismo nivel.
 - Atropellos.
 - Caídas de objetos.

IV. Prevención de riesgos laborales

- Protecciones individuales:
 - Protecciones en la cabeza:
 - Casco obligatorio para todas las personas que participen en la obra, incluidos los visitantes.
 - Pantalla de protección para soldador eléctrico.
 - Gafas contra impactos y polvo.
 - Máscaras antipolvo. Filtros para máscaras.
 - Pantalla contra proyección de partículas.

- Protectores auditivos.
 - o Protecciones del cuerpo:
- Arnés anticaída.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Mono o buzo de trabajo: Se tendrán en cuenta las reposiciones durante las obras.
- Ropa de agua: Se prevé un almacenamiento de reserva en la obra.
- Mandil de cuero.
 - o Protección de las extremidades superiores:
- Guantes de goma fina para albañiles y operarios que trabajen el hormigón.
- Guantes de cuero anticortes para el manejo de materiales y objetos punzantes o cortantes.
- Guantes dieléctricos para manipular a baja tensión.
- Equipo de soldador.
 - o Protección de las extremidades inferiores:
- Botas de agua.
- Botas de seguridad.
- Protecciones colectivas:
 - o Señalización general:
- Carteles-Señales de STOP en las salidas de vehículos.
- Carteles indicadores del uso obligatorio de casco, cinturón de seguridad, gafas, máscaras, protectores auditivos, botas y guantes.
- Carteles indicadores de riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a diferente nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas colgadas, incendios y explosiones.
- Carteles indicadores de entrada y salida de vehículos.
- Carteles indicadores de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Carteles indicadores de prohibido encender fuego, prohibido fumar.
- Carteles localizadores de botiquín, extintores.
 - o Cintas de señalización. Señalización luminosa, en su caso.
- Módulos autoportantes de andamios tipo Europeo.
- Plataformas de trabajo móviles.
- Barandillas perimetrales forjado.
- Redes de protección horizontales.
- Línea de vida.
- Instalación eléctrica:

Situación de las instalaciones provisionales aéreas o enterradas. Protección de zonas de paso sobre instalaciones provisionales. Conductores de protección y piqueta o placa de toma de tierra. Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

- Formación:

Se formará en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra. Tendrán contratado un Servicio de Prevención. Tendrá elaborado un Plan de Prevención, integrando la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa. La información y formación de sus trabajadores. La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados con el trabajo.

V. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquín: Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la “Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo”.
- Asistencia a accidentados: Se informará en la obra de los emplazamientos de los diversos Centros Médicos (servicios propios, mutuas, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.) donde será necesario trasladar a los accidentados para su más rápida y efectiva atención.
- Se dispondrá en la obra, y en lugar visible, una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados en caso de urgencias (ambulancias, taxis, bomberos, policía municipal, etc.) para asegurar un rápido traslado de posibles accidentados a los centros de asistencia.
- Reconocimiento médico: Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará por un reconocimiento médico previo al inicio del trabajo, así como por el preceptivo reconocimiento médico anual.

VI. Aplicación de la seguridad en procesos constructivos

- Trabajos previos:

Demoliciones de las edificaciones existentes en la parcela a edificar, previa instalación de los arrostramientos de los muros medianeros y la fachada a conservar.

- Cimentación:
 - La cimentación proyectada es con micropilotes.
- Movimiento de tierras:
 - Dada la naturaleza del proyecto, se propone el uso de retroexcavadora de 100 CV y camión con barcaza con 40 m³ para la extracción de tierras.
- Cerramiento y carpinterías exteriores:
 - El cerramiento lo forman los propios muros de hormigón estructurales correctamente impermeabilizados.
- Particiones interiores.
 - Las particiones interiores se resuelven igualmente con los propios muros de hormigón estructurales.
- PVC aislada y piezas especiales:
 - La red de fontanería se realizará con polietileno reticulado de diámetros normalizados.
 - Toda la red se aislará térmicamente con coquilla de aislamiento.
 - La instalación de ventilación se realizará por techo.
- Accesos :
 - El acceso a la obra, tanto de peatones como de vehículos, se realizará por el CASI.
 - Los camiones cargarán y descargarán en el interior de solar, en la zona destinada para ello.
 - El perímetro del conjunto a demoler se vallará antes del inicio de los trabajos para impedir la entrada de personal ajeno a la obra.
- Proceso constructivo:

Se plantea, la ejecución del edificio según lo siguiente:

 - Demolición de las cubiertas de las edificaciones existentes en el solar a edificar.
 - Demolición de los muros y cerramientos de cada nivel.
 - Demolición de los forjados de cada nivel.

- Demolición de las soleras y cimentaciones.
- Empleo de excavadora para la extracción del material.
- Movimiento de tierras.
- Ejecución de las micropilotes de cimentación.
- Ejecución de los muros estructurales, cerramientos y divisiones interiores, de cada nivel.
- Ejecución de las losas horizontales macizas de cada nivel, y pulido de la cara superior de las mismas.

VII. Vallado de la zona

Consta de un trazado de 253 m con un único acceso personal y otro acceso para vehículos como se indican en la imagen superior.



Figura AIII-1 Esquema del trazado del vallado alrededor de la obra

ANEXO IV: FOTOGRAFÍAS



Figura AIV-1 Galería de tiro cara Sur



Figura AIV-2 Almacenes Sur cara Este



Figura AIV-3 Almacén de factoría cara Sur



Figura AIV-4 Dique “CC Aguilar Marín”. Orientación O-E

ANEXO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS TOPOGRÁFICOS [7]

1. Altitud:

Distancia vertical sobre el elipsoide o geoide.

2. Altura del instrumento:

Altura del centro del eje de muñones de cualquier instrumento topográfico sobre el punto que está siendo observado.

3. Ángulos:

Se miran con goniómetros y pueden ser:

- Goniómetro acimut o acimutal: se le denomina al que mide ángulos horizontales.
- Declímetro: sólo determina ángulos verticales.
- Teodolitos: miden ángulos horizontales y verticales.

4. Ángulos horizontales:

Los ángulos topográficos serán los proyectados sobre un plano horizontal. Necesitamos un norte de referencia; si es el norte geográfico mediremos acimuts, si es el norte magnético mediremos rumbos y si es un norte propio mediremos orientaciones.

5. Ángulos verticales:

Se miden sobre el plano vertical, el punto que se encuentra en la vertical sobre nosotros es el Cenit y el punto que se encuentra en la vertical bajo nosotros es el Nadir (contrario al Cenit). Los ángulos verticales son el ángulo cenital, ángulo nadir al y ángulo de pendiente, del que debemos decir si es positivo o negativo.

6. Azimut:

Ángulo que forma una línea con la dirección Norte-Sur, medida de 0° a 360° en el sentido de las manecillas del reloj.

7. Azimut geodésico:

Ángulo determinado por la tangente a la línea geodésica en el punto de observación y el meridiano elipsoidal que pasa por el mismo, medido en el plano perpendicular a la normal del elipsoide del observador en el sentido de las manecillas del reloj a partir del norte.

8. Cartografía:

Representación del terreno sobre un plano. Conjunto de técnicas para la elaboración de mapas o planos realizados a través de datos topográficos, geodésicos y fotogramétricos.

9. Círculo directo:

Medimos en círculo directo cuando el visor se encuentra encima del aparato.

10. Círculo Indirecto:

El visor se encuentra debajo del aparato. Los ángulos verticales también se miden en C. D. y en C. I.

11. Coordenadas cartesianas o rectangulares:

Números reales X , Y , Z representativos de la posición de un punto P de la Tierra en relación a tres ejes mutuamente perpendiculares que se intersecan en un punto común u origen. También se las reconoce como las componentes rectangulares del vector que identifica a P .

12. Cota:

Cifra que representa la altitud de un punto con respecto a la superficie del nivel de referencia.

13. Curvas de nivel:

Líneas que unen puntos de igual elevación en un terreno, referidas a un datum de nivel.

14. Desmonte:

Excavación de tierra que se realiza en un determinado entorno con el fin de rebajar la rasante del terreno, reduciendo así su cota y logrando formar un plano de apoyo adecuado para ejecutar una obra.

15. Distancia:

Separación entre dos puntos cualesquiera.

16. Error relativo:

Número que caracteriza la relación entre el error y la magnitud medida. Corrientemente se la expresa en ppm o como $1/x$.

17. Estación base:

En posicionamiento GPS diferencial una estación base es aquella que siendo extremo de un vector se asume como de coordenadas conocidas. También se la suele llamar "estación de referencia".

18. Escala gráfica:

Línea que representa las magnitudes reales a esa escala.

19. Estación/Base:

Punto materializado en el terreno y a menudo indicado por una señal, donde se coloca el instrumento de observación para efectuar medidas topográficas o geodésicas.

20. Estación total:

Teodolito con sistema de distanciometría. Instrumento de medición topográfica, de precisión que funciona de manera electrónica.

21. Explanación:

Operación de movimiento de tierras a efectuar con el objetivo de convertir la superficie de un terreno natural en un plano horizontal o inclinado.

22. Geodesia:

Estudio global de la forma y dimensiones de la Tierra. La Tierra es un geoide con variaciones, se puede representar como un elipsoide de 6378 km de radio en el ecuador y 6357 km en los polos. Considerando que la Tierra es una esfera se utilizan las coordenadas geográficas (latitud y longitud).

23. Factor de escala:

Multiplicador utilizado principalmente en los sistemas de proyección conformes para convertir distancias del elipsoide en distancias sobre el plano y viceversa. También se hace uso de un factor de escala cuando se refiere un punto expresado en un sistema a otro datum geodésico diferente, problema conocido como transformación de datum.

24. Itinerario/Poligonal:

Se define la poligonal o itinerario como el contorno formado por tramos rectos que enlazan los puntos a levantar, que serán las bases o estaciones. Los tramos o ejes son los lados de la poligonal o itinerario, la unión de bases consecutivas.

25. Proyección UTM (Universal Transversa Mercator):

Proyección cilíndrica conforme en la que el cilindro es secante al elipsoide y el eje del cilindro está sobre el ecuador. Esta proyección divide a la Tierra en 60 husos de seis grados sexagesimales de longitud cada uno, numerados a partir del antimeridiano de Greenwich de Oeste a Este. Las coordenadas se miden en metros referidas a un meridiano central con respecto de X, mientras que las coordenadas Y, desde el ecuador hacia el Norte y hacia el Sur.

26. Proyección cartográfica:

Expresión matemática rigurosa de la superficie curva del elipsoide en una cuadrícula de coordenadas rectangulares.

27. Receptor GPS:

El Receptor GPS es el conjunto de piezas del hardware cuya misión es captar las señales emitidas por los satélites. Según el destino y fabricante, cada equipo de éstos puede presentar diferencias notables con respecto a otros de igual designación, pero genéricamente todos poseen las mismas componentes básicas, total o parcialmente integradas a él. Basados en el tipo de observables y en la disponibilidad de los códigos pueden clasificarse en: 1) Pseudorange código C/A, 2) Fase código C/A, y 3) Fase código P.

28. Secciones o perfiles:

Se obtienen con la intersección de un plano vertical sobre el terreno. Las longitudes en un plano vertical se miden en desarrollo, no en proyección.

- Perfil longitudinal: Perfil que va en la dirección de avance del proyecto.
- Perfil transversal: Perfil que va en dirección perpendicular al avance del proyecto.

29. Terraplén:

Tierra con la que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

30. Triangulación:

Creación de una red articulada de líneas que forman triángulos y que luego permiten adoptarlas como base para fijar la posición de los puntos claves (vértices).

31. WGS 84 World Geodetic System 1984

Es el sistema mundial de uso más extendido. Definido y mantenido por la Defense Mapping Agency (DMA) de los Estados Unidos, es el datum al cual se relaciona toda la información del posicionamiento GPS por utilizarlo justamente para sus mensajes de navegación. La materialización del mismo es un catálogo de coordenadas de más de 1500 estaciones geodésicas distribuidas por todo el mundo.

32. Levantamiento topográfico:

Es el conjunto de operaciones necesarias para determinar geométricamente el contorno de una figura (relieve). Consta de levantamiento altimétrico y planimétrico.

- Planimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.
- Altimétrico: Conjunto de operaciones necesarias para obtener las cotas o alturas respecto al plano de comparación.

ANEXO VI: BIBLIOGRAFÍA DE ANEXOS

- [1] «Sede del catastro,» [En línea]. Available: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>. [Último acceso: 20 Marzo 2016].
- [2] J.M. Carrilho Reyes, Proyecto Ejecución Accesos al aeropuerto de Quito, Vorsevi 2014.
- [3] J.M. Carrilho Reyes, Proyecto Ejecución nuevo puente sobre el río Guayabamba, Vorsevi, 2014.
- [4] L.A. Castellanos, Proyecto de Ejecución segunda fase Centro de Artes Visuales Fundación Helga de Alvear en Cáceres, 2015.
- [5] E. Tuñón Álvarez, Proyecto de Ejecución segunda fase Centro de Artes Visuales Fundación Helga de Alvear en Cáceres, 2015.
- [6] D. Sainz Oñate, Levantamiento Topográfico y propuesta de explanación del solar de Penizas, TFG 2015.
- [7] «Glosarios,» [En línea]. Available: <http://glosarios.servidor-alicante.com/topografia-geodesia-gps/levantamiento-topografico> [Último acceso: 29 Marzo 2016].