

# Trabajo Fin de Grado

## Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias

Autor

C.A.C D. Luis Miguel Sancho Juste

Director/es

Prof. Dña. Myriam Cilla Hernández  
Cap. D. Cesar Palomo Bernardos

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2016



*En agradecimiento a los oficiales, suboficiales y personal de  
Tropa del Batallón de Zapadores XVI, al personal de la Comandancia  
de Obras de Canarias, a mi director militar el Cap. D. Cesar Palomo Bernardos,  
a mi directora académica Prof. Dña. Myriam Cilla Hernández, y por supuesto a  
mi buen amigo Juan y a mi familia, su apoyo ha hecho posible este proyecto.*



## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Introducción .....	13
1.2 Motivación .....	14
1.3 Objetivos y alcance .....	15
1.4 Ámbito de aplicación .....	15
1.5 Metodología de trabajo .....	15
<b>2. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>17</b>
2.1 Los campos de maniobra y tiro .....	17
2.2. Objetivos de un CMT.....	17
2.2. Clasificación y organización de los CMT.....	20
2.3 Situación actual de los CMT en las Islas Canarias .....	21
<b>3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE MEJORA.....</b>	<b>26</b>
3.1 Encuestas para la determinación de carencias y necesidades .....	26
3.3 Resultados .....	28
3.4 Conclusiones .....	30
3.5 Determinación de las obras a realizar .....	30
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>32</b>
4.1 Descripción general de la obra.....	32
4.2 Elección de la ubicación de la obra.....	33
4.3 Descripción de las instalaciones .....	35
4.4 Descripción de la distribución.....	40
4.5 Memoria constructiva .....	41
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>47</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO A: DESCRIPCIÓN INSTALACIONES DE I/A.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO B: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LAS CUMBRES” .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO C: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LAS RAÍCES” .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO D: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LA ISLETA” .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO E: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “TCOL VALENZUELA” .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO F: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “PÁJARA”.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO G: ENCUESTA DETERMINACIÓN DE CARENCIAS Y NECESIDADES .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO H: PLANOS DE LA ZVB .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO I: RESULTADO PROPORCIONADO POR CYPECAD AL DIMENSIONAR LA LOSA DE HORMIGÓN.....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO J: DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE LA MEMORIA CONSTRUCTIVA .....</b>	<b>119</b>

## **RESUMEN**

La Brigada de Infantería Ligera “Canarias” XVI (BRILCAN XVI) es una Gran Unidad cuya misión es común a las demás Brigadas pertenecientes a la Fuerza Terrestre. En un primer momento, antes de la adaptación orgánica del año 2008, donde se convirtió en brigada de infantería ligera, las unidades de las Islas Canarias tenían como objetivo la defensa directa del archipiélago. Sin embargo, la BRILCAN XVI actualmente puede constituir una unidad operativa tipo agrupamiento táctico y, por tanto, ser empleada en multitud de escenarios a nivel internacional. Este cambio de misión es debido a la reestructuración de la orgánica del Ejército de Tierra. La nueva organización busca tener unidades en completa disposición para desplegar en cualquier momento y distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional.

Así pues, con motivo de esta nueva organización, el cambio de misión y la posibilidad de desplegar en cualquier momento, las diferentes unidades de la BRILCAN XVI deben encaminar sus actividades de instrucción y adiestramiento (I/A) a la preparación para cualquier tipo de misión y escenario. Estas unidades cuentan con material y personal para llevar a cabo dicho objetivo. Sin embargo, la situación geográfica, la orografía y la dispersión de sus unidades limitan en gran medida la correcta realización de este tipo de actividades.

Por ese mismo motivo, el objetivo de este proyecto es conseguir una optimización y mejora de las diferentes instalaciones de I/A repartidas por las diferentes islas del archipiélago. Para llevar a cabo dicho objetivo, se ha realizado un estudio de la situación actual en la que se encuentran las instalaciones, posteriormente se han determinado las necesidades que la unidad considera más importantes y finalmente, basándose en éstas necesidades, se ha propuesto un plan de las obras más necesarias.

Por último, destacar que la finalidad última del proyecto es conseguir que las unidades de la BRILCAN XVI, que se encuentran distribuidas por diferentes islas y que tienen grandes problemas para realizar sus maniobras, puedan llevar a cabo de una forma más óptima y continuada su plan de actividades de I/A.





## **ABSTRACT**

*The Infantry Brigade "Canarias" XVI is a Big Unit whose mission is common to other Brigades belonging to the Land Force. Initially, before the new organization of 2008, where it became a light infantry brigade, the units of the Canary Islands were aimed at the direct defense of the archipelago. However, currently BRILCAN XVI may be established as an operating tactical unit and therefore be used in multitude of international theater of operations. This adjustment is due to the new Army's organization. This new organization looks for having units in complete disposition to be deployed at any moment and distributed along the country.*

*Thus, with the new organization, the change of mission and the possibility to be deployed at any moment, the different units of the BRILCAN XVI should direct their Instruction and Training activities to prepare for any type of mission or theater. These units have enough equipment and personnel to carry out this objective. Nevertheless, the geography, topography and dispersion of its units greatly limit the success of these activities.*

*For this reasons, the goal of this project is to achieve an optimization and upgrading of the various facilities of Instruction and Training spread across the different islands. To accomplish this objective, this essay conducted a study of the current situation of facilities, then, it was determined the most important needs, and finally, it was developed a plan of tasks.*

*Finally, note that the purpose of the project is to get the units of the BRILCAN XVI, which are distributed by different islands and have great trouble performing maneuvers, to carry out its plan of instruction and Training in a more optimal way.*



## **ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

**AALOG:** Agrupación de Apoyo Logístico

**AO:** Adiestramiento Óptimo

**BAE:** Base, Acuartelamiento o Establecimiento

**BOP:** Brigada Orgánica Polivalente

**BRILCAN:** Brigada de Infantería Ligera “Canarias” XVI

**CECOM:** Centro de Comunicaciones

**CENAD:** Centro de Adiestramiento

**CEFOR:** Centro de Formación

**CGET:** Cuartel General del ET

**Cía:** Compañía

**CMT:** Campo de Maniobras y de Tiro

**CMT de IG/BAE:** CMT de Interés General/Base, acuartelamiento o establecimiento

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**CZURB:** Combate en Zonas Urbanizadas

**DIEN:** Dirección de Enseñanza, Instrucción, Adiestramiento y Evaluación

**DPH:** Dominio Público Hidráulico

**EA:** Ejército del aire

**ET:** Ejército de Tierra

**FAS:** Fuerzas Armadas

**GT:** Grupo Táctico

**GU:** Gran Unidad

**HLZ:** Zona de Aterrizaje de Helicópteros Improvisada (Hot Landing Zone)

**I/A:** Instrucción y adiestramiento

**I/A/E:** Instrucción, adiestramiento y evaluación

**IED/C-IED:** Artefacto Explosivo Improvisado/ Contra IED (Improvise Explosive Devise)

**IIC:** Instrucción Individual del Combatiente

**JEAPRE:** Jefatura de Apoyo a la Preparación

**JEAPRECAN:** JEAPRE de Canarias

**MACANA:** Mando de Canarias

**MADOC:** Mando de Adiestramiento y Doctrina

**MOE:** Mando de Operaciones Especiales

**OPFOR:** Fuerza de Oposición (Opposition Force)

**PC:** Puesto de Mando

**PGPP:** Plan General de Preparación

**POSDEF:** Posición Defensiva

**UAV:** Avión no tripulado (Unmanned Aerial Vehicle)

**ZVB:** Zona de Vida de Batallón

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

Esta memoria es una redacción cuyo objetivo es la presentación de los resultados que se han obtenido durante la realización del trabajo de fin de grado titulado: “*Optimización de las instalaciones de Instrucción y Adiestramiento en las Islas Canarias*”. Este trabajo está encuadrado en el plan de estudios de quinto curso del grado en Ingeniería de Organización Industrial que imparte el Centro Universitario de la Defensa a los futuros oficiales del Ejército de Tierra (ET) en la Academia General Militar de la ciudad de Zaragoza.

En primer lugar, para comprender la realización de este proyecto es importante llevar a cabo una contextualización que explique los cambios por los que está pasando el ámbito de la defensa. De esta forma, conociendo los nuevos objetivos del ET y entendiendo los cambios producidos en su organización, se podrá comprender la motivación del proyecto.

Así pues, la irrupción de nuevas tecnologías a lo largo del siglo XX, ya sean de tipo armamentístico o de la información y de las telecomunicaciones, ha supuesto una revolución en todos los ámbitos de defensa y, por tanto, en la preparación de las unidades militares. Si ya en el pasado nos encontrábamos ante un escenario constantemente cambiante, los conflictos actuales aumentan día a día en complejidad. El número de actores involucrados en teatro de operaciones es cada vez más alto, convirtiéndose aquello que diferencia a combatientes de civiles en una línea muy difusa. Por otra parte, el carácter de las operaciones que se llevan a cabo es tendente a ser interarmas<sup>1</sup>, conjunto<sup>1</sup> y conjunto-combinado<sup>1</sup>. Además, se debe añadir que el modelo de conflicto actual contempla un aumento de responsabilidad en escalones de mando más bajos, que, debido a la información, el armamento y la tecnología que coordinan, son capaces de tomar decisiones con repercusión a nivel estratégico [1]. Es por todo ello, que la instrucción y adiestramiento (I/A) del personal y de las unidades en conjunto se convierte en una pieza fundamental para llevar a cabo operaciones internacionales.

El ET en conjunto con la Armada y el Ejército del Aire (EA), tiene como misión garantizar la soberanía e independencia de España, defender su integridad territorial y el ordenamiento constitucional [2]. El ET está compuesto por: el Cuartel General (CGET), encargado de asesorar al jefe de Estado Mayor de Ejército, la Fuerza que tiene como misión la preparación de sus unidades para futuras operaciones y el Apoyo a la Fuerza,

---

<sup>1</sup> Ver glosario.

cuyo objetivo es administrar y gestionar los recursos humanos y materiales del ET [3]. La Fuerza está fundamentada sobre la base de unas brigadas de carácter interarmas y polivalentes, distribuidas a lo largo de toda la geografía española. La misión de estas brigadas consiste en estar en constante preparación para un posible despliegue en zona de operaciones.

Considerando lo expuesto anteriormente, la unidad sobre la cual se va a hacer el estudio del proyecto, la Brigada de Infantería Ligera “Canarias” XVI (BRILCAN), perteneciente al Mando de Canarias (MACANA) y ubicada en las Islas Canarias, es una Gran Unidad (GU)<sup>1</sup> y recientemente una Brigada Orgánica Polivalente (BOP)<sup>1</sup> y ha de estar en completa disposición y constante preparación para un posible despliegue en zona de operaciones [3]. Es, por tanto, la I/A una actividad de gran relevancia para la unidad y es prioridad tener unas correctas condiciones para tener continuidad en la realización de tales actividades de I/A.

## **1.2 Motivación**

Este proyecto y su realización surge de las limitaciones a la hora de llevar a cabo actividades de I/A en las unidades de la BRILCAN. Estas unidades ven muy mermada su capacidad de llevar a cabo el plan general de I/A porque las unidades que componen la brigada están ubicadas en diferentes islas del archipiélago canario, por motivos medioambientales, limitaciones administrativas, dificultades con la orografía [4] [5] y/o por la dispersión de sus unidades [3].

La Brigada, ya desde su composición en el año 2008, tenía la responsabilidad de mantener una correcta instrucción de su personal y adiestramiento de sus unidades, y ahora con la reestructuración a BOP, que entro en vigor con la Orden Ministerial, Orden DEF 1265/2015, el 21 de enero de 2015, este carácter de continua preparación se convierte en el principal objetivo de la unidad. Sin embargo, debido a la carencia de determinadas instalaciones y las diferentes limitaciones de uso de otras, la unidad no cuenta con unas condiciones perfectas para llevar a cabo su misión de mantener a sus unidades en constante preparación [3].

Por último, cabe destacar que este proyecto está motivado por una necesidad real, una necesidad de creación o reforma de las instalaciones de I/A y de los campos de maniobras y tiro (CMT). Esta mejora es una gran oportunidad para la unidad, ya que la situación actual limita la adecuada capacidad preparatoria. De ese modo, una optimización de las instalaciones supone un incremento directo en la calidad de las actividades de I/A de la BRILCAN.

### **1.3 Objetivos y alcance**

El objetivo de este proyecto es determinar cuáles son las necesidades reales de construcción de nuevas instalaciones o reforma de aquellas ya existentes a partir de un análisis de la situación actual en la que se encuentran las instalaciones y CMT del archipiélago canario. Todo ello, con el fin de optimizar los medios existentes para solventar los problemas en la realización de ejercicios de instrucción.

El objetivo del proyecto es determinar el estado actual de los CMT y de las instalaciones de I/A del archipiélago canario, para que, en conjunto con la opinión del personal usuario se puedan determinar las obras necesarias para lograr la optimización de las mismas. Todo ello, con el fin de mejorar la preparación de las unidades de la BRILCAN.

El alcance del proyecto es conseguir encontrar una posible solución a las necesidades de instalaciones de I/A que existen. Esta solución puede suponer tanto la construcción como la reforma de instalaciones, todo ello, una vez analizadas las condiciones en las que se encuentran los CMT y las necesidades de instalaciones de I/A que deben ser cubiertas.

### **1.4 Ámbito de aplicación**

Las instalaciones reformadas o creadas a partir de este proyecto podrán ser usadas por cualquier unidad militar de las Fuerzas Armadas (FAS). Sin embargo debido a su proximidad y a la necesidad de su uso, se aprovecharán de ello en especial las siguientes unidades pertenecientes al Mando de Canarias: Batallón de Helicópteros de Maniobra VI (Santa Cruz de Tenerife), Regimiento de Infantería Ligera “Tenerife” nº 49 (Santa Cruz de Tenerife), Regimiento de Artillería de Campaña nº 93 (Santa Cruz de Tenerife), Batallón de Zapadores XVI (Santa Cruz de Tenerife), regimiento de Artillería Antiaérea nº94 (Las Palmas), Compañía de Transmisiones nº 16 (Las Palmas), Regimiento de Infantería Ligera “Canarias” nº 50 (Las Palmas) y el Regimiento de Infantería Ligera “Soria” 9 ubicado en Fuerteventura (Las Palmas).

### **1.5 Metodología de trabajo**

En primer lugar, se ha realizado un análisis detallado del estado del arte en lo referente a los CMT. Por una parte, se ha descrito qué es un CMT y sus características, se ha analizado cuáles son los requisitos mínimos para que un CMT cubra todas las necesidades de una GU para llevar a cabo su plan de I/A. Estos requisitos se han establecido como el objetivo que deben alcanzar las instalaciones y CMT de la unidad BRILCAN. Se han explicado los tipos de CMT existentes y como están organizados y gestionados. Además, se ha realizado un estudio acerca de cuál es la situación actual en

la que se encuentra el archipiélago canario en lo referente a instalaciones de I/A, y de qué modo son explotadas por la BRILCAN. Por último, se comparó el estado de las instalaciones con las necesidades a cubrir.

Posteriormente, y muy relacionado con el apartado anterior, se realizó un estudio acerca de las necesidades de mejora de los CMT ubicados en las Islas Canarias. Para obtener la información necesaria para realizar este estudio sobre las carencias y limitaciones de las instalaciones de I/A de las islas canarias, se realizó una encuesta al personal de la BRILCAN. Una vez analizados los resultados obtenidos, se llevó a cabo una propuesta de construcción de nuevas instalaciones para la optimización de la I/A.

Por último, en el proyecto viene recogida la descripción de la obra a realizar. Esta descripción consta de una descripción general en la que se incluye el objetivo, necesidades a satisfacer, ubicación y solución de la obra. Por otra parte, se ha desarrollado una memoria constructiva en la que se explican las fases y los procedimientos a seguir durante los trabajos.



## **2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Los campos de maniobra y tiro**

Un CMT es una extensión del terreno cuya finalidad es la realización de actividades de I/A por parte de las unidades de las FAS. Por tanto, los CMT deben de estar dotados de las instalaciones necesarias para llevar a cabo ejercicios de combate convencional<sup>1</sup>, combate asimétrico<sup>1</sup>, combate en zonas urbanizadas<sup>1</sup> (CZURB), así como la realización de tiro con diferentes sistemas de armas y la capacidad de desplegar unidades motorizadas, mecanizadas o acorazadas [6].

A ello se debe añadir que los CMT son los órganos cuya responsabilidad principal es apoyar a las unidades que lo requieran para que éstas puedan realizar diferentes tareas de instrucción, adiestramiento y evaluación (I/A/E) definidas en el Plan General de Preparación (PGPP)<sup>1</sup> [6].

De esta forma, para poder cumplir con éxito su misión, los CMT deben estar capacitados para que en sus emplazamientos se puedan llevar a cabo toda clase de actividades encaminadas a la preparación. Es decir, han de estar dotados de todo tipo de instalaciones de I/A. También deben contar con una infraestructura completa de transporte y accesos, además de una zona de vida donde alojar a las unidades que exploten la instalación. Todo ello, con un plan de seguridad que permita llevar a cabo todo tipo de maniobras o tiros sin poner en peligro a las unidades o a la población civil [6].

### **2.2. Objetivos de un CMT**

En primer lugar, es importante destacar los objetivos del sector preparación contemplado en el PGPP. La principal prioridad es que las unidades que se disponen a participar en operaciones en el exterior adquieran un nivel de Adiestramiento Óptimo (AO)<sup>1</sup>, que les permita desplegar con la máxima preparación. Seguidamente, es necesario que las unidades y Cuarteles Generales (CG) que se encuentran incluidos en el Plan de Disponibilidad<sup>1</sup> mantengan un nivel de I/A exigidos para cumplir sus cometidos. Además, es necesario que todas las unidades del ET mantengan el nivel de adiestramiento alcanzado anteriormente. También, se debe hacer hincapié en las unidades españolas comprometidas con organizaciones y estructuras multinacionales, en la integración de unidades de operaciones especiales<sup>1</sup> con unidades convencionales, así como potenciar la I/A en ambientes semidesérticos y desérticos [7].

Por otra parte, en lo referente a los criterios para la instrucción del personal, se han definido también una serie de prioridades [7]. Resulta fundamental mantener las capacidades de instrucción mínimas, ya sea en instrucción individual del combatiente (IIC)<sup>1</sup>, combate convencional o combate asimétrico. También se quiere potenciar, debido

al tipo de conflictos actuales, la I/A para operaciones de estabilización<sup>1</sup> y contrainsurgencia<sup>1</sup> (COIN), por lo que pasan a tener gran importancia actividades como I/A contra-IED (C-IED)<sup>1</sup>, CZURB, y debido a la ubicación de las nuevas operaciones, instrucción en ambientes desérticos. Además, se busca una optimización de este tipo de actividades, y, por tanto, se pretende aumentar las Jornadas de I/A Continuada<sup>1</sup> de bajo coste con empleo de poco material y reducidas en el tiempo [7].

Del mismo modo, los CMT tienen que cubrir unas determinadas necesidades de I/A con sus instalaciones. En primer lugar, una de las instalaciones más importantes para llevar a cabo actividades de I/A es una zona de vida, de entidad suficiente, donde poder alojar al personal y material de las unidades usuarias. Por otro lado, es fundamental que el CMT cuente con instalaciones y medios para realizar I/A en combate convencional, ambiente nocturno, guerra asimétrica, como COIN o CZURB y ejercicios de tiro con fuego real. Una vez cubiertos estos requisitos mínimos, cada CMT puede contar con instalaciones específicas para diferentes actividades de I/A [8].

Así pues, una vez cubiertas las prioridades básicas, como la zona de vida, o las instalaciones básicas y determinadas facetas más específicas que se buscan cubrir (Por ejemplo, instrucción C-IED, conducción todoterreno...), se debe determinar cuál es la entidad máxima que puede hacer uso del CMT. Para que, de esta manera, una vez obtenidas las conclusiones sobre cómo sacar el máximo provecho al terreno y a las instalaciones, se determine como debe ser el CMT, especificando sus capacidades y limitaciones [8].

Se han diferenciado las instalaciones necesarias en los CMT según las unidades a las que estén asociados:

- Clase “A”, Unidades de entidad brigada (incluye a las brigadas de combate, Mando de Operaciones Especiales (MOE)<sup>1</sup>, Comandancias Generales de Ceuta y Melilla<sup>1</sup>, Mando de Canarias<sup>1</sup> y las Academias del ET).
- Clase “B”, regimientos de unidades de Infantería, Caballería e Ingenieros separados físicamente de sus correspondientes brigadas.
- Clase “C”, Centro de Formación (CEFOR)<sup>1</sup> / resto de unidades tipo regimiento (incluye Agrupación de Apoyo Logístico (AALOG)<sup>1</sup> y regimientos de Artillería y Transmisiones) [9].

El conjunto de instalaciones necesarias en el archipiélago canario para apoyar a la BRILCAN deberá ser de Clase “A”, ya que se trata de una unidad de combate de entidad brigada.

En la Tabla 1 se recoge un resumen de las instalaciones necesarias en un CMT según el tipo de unidad a la que apoyen. Para más información sobre las instalaciones que existen para realizar actividades de I/A, consúltese el ANEXO A: Descripción instalaciones I/A.

Nivel		Instalación
Base/Acuartelamiento	Unidades de combate, apoyo al combate y CEFOR	Pista de Aplicación militar
		Local configurable
		Instalaciones de I/A C-IED
		Galería de tiro abierta
		Sala Negra
		Sala de identificación de materiales
		Torre Multiusos
		Pista de silencio
		Pista de decisión
		CMT
Asociado a unidad regimiento clase "B"		
Campos de tiro armas individuales		
Campo de lanzamiento de granadas de mano		
Pasillos de fuego		
Campos de tiro para subcalibres		
Casa de Tiro		
Foso de tiro instintivo		
Polígono abierto de instrucción en CZURB		
Pista de lanzamiento GRM de instrucción		
Pista de tiro de LGD (TR-90) TR-90		
Campos de tiro para vehículos AC/MZ Brigada / Regimiento AC/MZ		
PCZURB hasta nivel sección/compañía		
Pista específica de CZURB		
Campos de tiro tiradores de precisión (500 / 800 M)		
PCZURB fuego real		
Calle de fuego		
Posición defensiva de Sección		
Pista de conducción vehículos		
Calle de tiro instintivo		
Campo de explosivos		
Instalaciones de instrucción y adiestramiento C-IED		
Resto de CMT del IG	Asentamiento de armas pesadas	
	Zona de caída de proyectiles	
	Zonas de despliegue y maniobra	
	Otras instalaciones necesarias según su correspondiente Plan Director de Instalaciones	
	CENAD	
		Zona de caída de proyectiles
		Posición defensiva de Compañía
Zonas de despliegue y maniobra		
Zonas de enfrentamiento láser		
PCZURB para adiestramiento de unidades hasta nivel GT		
Pista de conducción vehículos ruedas		
Campos de tiro tiradores de precisión (1500m)		
Simulación - Infraestructura	Simuladores, EAO, CT instrumentalizados	
	Vivac	

**Tabla 1.-** Relación de instalaciones necesarias en un CMT según el tipo de unidad a la que apoyen [9].  
Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## **2.2. Clasificación y organización de los CMT**

Para cumplir los objetivos del PGPP, las unidades del ET cuentan con los CMT. Estos CMT se clasifican según sus capacidades, el tipo de actividades que se realiza en ellos y su dependencia orgánica, en:

- Los Centros de Adiestramiento (CENAD) son los pertenecientes al nivel más alto en lo referente a capacidades. En este tipo de órganos las unidades y los elementos de mando y control se preparan de una forma integrada y se trata de trabajar en las circunstancias más similares al teatro de operaciones [8].

Dentro de sus capacidades, nos encontramos con la posibilidad del uso de diferentes tipos de simulación, tanto virtual con simuladores, real gracias a las denominadas fuerzas de oposición (OPFOR)<sup>1</sup>, o constructiva para los cuarteles generales y planas mayores. Además, los CENAD son los encargados del mantenimiento, control y la correcta explotación de todos los medios e instalaciones encaminados a la instrucción, adiestramiento, simulación y evaluación que estén bajo su responsabilidad. Cabe destacar, que dependen orgánicamente del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC)<sup>1</sup> y se gestionan a través de la Dirección de Enseñanza, Instrucción, Adiestramiento y Evaluación (DIEN)<sup>1</sup>. Se dispone de dos órganos de este tipo, el CENAD de “SAN GREGORIO” situado cerca de Zaragoza y el de “CHINCHILLA” ubicado cerca del municipio de Chinchilla de Montearagón, Albacete [10].

- En un nivel intermedio, se encuentran los Campos de Maniobra y Tiro de Interés General (CMT de IG). Estos órganos son un conjunto de instalaciones militares y zonas no urbanizadas cuyo objetivo es la I/A de las unidades. Los CMT de IG deben tener capacidad para que en ellos se puedan desarrollar todo tipo de actividades de I/A. [8]

Los CMT de IG son gestionados por las Jefaturas de Apoyo a la preparación (JEAPRE) correspondientes al área de responsabilidad donde éstos están ubicados. A su vez, dependen de la DIEN del MADOC y pueden ser empleados por unidades de cualquier entidad y de todo el territorio nacional [10].

- Por último, en el nivel más bajo de capacidades, están los Campos de Maniobra y Tiro no declarados de Interés General, los CMT de Base, Acuartelamiento o Establecimiento (BAE). Este tipo de CMT son los que cuentan con más limitaciones en lo referente a capacidades y extensión en el terreno. Por tanto, los CMT de BAE dan cobertura para la realización de tareas de I/A a las unidades más cercanas a los mismos [8].

Los CMT de BAE dependen orgánicamente<sup>1</sup> del Jefe de BAE, sin embargo, al igual que los CMT de IG, dependen funcionalmente<sup>1</sup> de la DIEN del MADOC, es decir, en lo referente a todo tipo de actividades o cuestiones de I/A/E.

### **2.3 Situación actual de los CMT en las Islas Canarias**

Debido a las condiciones geográficas en las que se encuentra la BRILCAN, resulta complicado tener un CMT en condiciones en cada una de las islas donde hay unidades militares. Sin embargo, a pesar de que la isla de Tenerife no tenga un CMT completo, sí que cuenta con diferentes instalaciones para la realización de diferentes actividades de I/A. Además, las islas de Gran Canaria y Fuerteventura sí que disponen de CMT que pueden ser usados por todas las unidades de la BRILCAN. En la Figura 1 se observa la ubicación de los diferentes CMT de la BRILCAN.

En primer lugar, está el CMT de BAE “Las Cumbres” ubicado en la isla de Tenerife, en la zona periférica del Parque Nacional del Teide. Depende orgánicamente del Jefe de Acuartelamiento “Los Rodeos” y funcionalmente de la Jefatura de Apoyo a la Preparación de Canarias (JEAPRECAN). Su superficie es de 1426, 69 ha, y su orografía es montañosa (altitud máxima de 2500 m y la mínima de 2180 m) y de geología volcánica. Cabe destacar que no existe ningún tipo de instalación permanente en el CMT. Por otra parte, la prohibición de entrada de personal civil no autorizado está correctamente indicado en la puerta principal, esta prohibición permite el uso completo del CMT y evita posibles accidentes con la población civil. En este CMT se pueden realizar ejercicios tácticos hasta nivel Grupo Táctico (GT)<sup>1</sup> con munición de fogeo. Se pueden llevar a cabo actividades como: recorridos topográficos, marchas, combate convencional o asimétrico, patrullas, bases de patrullas, activación de zonas de aterrizaje improvisadas (HLZ) y otras actividades que no requieran el uso de fuego real o explosivos. Por otra parte, la Jefatura del CMT “Las Cumbres” no cuenta con medios para proporcionar apoyo logístico de ningún tipo. Por tanto, las unidades usuarias serán las responsables del abastecimiento de agua, munición, carburante y de la recogida de basura. Sin embargo, la principal limitación del CMT es la prohibición de realizar ejercicios de fuego real, o prácticas de explosivos, por restricciones medioambientales debidas a la cercanía a la Reserva Natural del Teide. Esta limitación supone también la imposibilidad de realizar ejercicios tácticos con fuego real. [4]. Para más información sobre las zonas, instalaciones e imágenes de este CMT, consúltese el ANEXO B: Información adicional CMT “Las Cumbres”.

En la isla de Tenerife también está el CMT de BAE “Las Raíces” cerca del municipio de San Cristóbal de La Laguna. Depende orgánica y funcionalmente de los mismos órganos que el CMT “Las Cumbres”. Su superficie es de 10,696 ha, el terreno es blando con una vegetación fundamentalmente de eucaliptos y su altitud es de unos 600 m sobre el nivel del mar. Por otra parte, la prohibición de entrada de personal civil no autorizado está correctamente indicado en la puerta principal. Cabe destacar, que el CMT “Las Raíces” es fundamentalmente empleado para realizar ejercicios de tiro con armas

ligeras. Para ello, cuenta con cuatro zonas diferenciadas: dos campos de tiro de 100 m, uno de hasta 285 m y una zona para el aparcamiento de vehículos. Sin embargo, aunque el objetivo principal es el de realizar ejercicios de tiro, el CMT también cuenta con una casa instrumentalizada, es decir, un local configurable para la instrucción en combate en zonas urbanizadas (CZURB) y con una pista de conducción todoterreno. Por último, cabe destacar que el CMT “Las Raíces” tampoco cuenta con ninguna capacidad de apoyo logístico. Por tanto, será la unidad usuaria la encargada de su propio abastecimiento de agua, munición o carburante, así como, la gestión de los residuos. Sin embargo, el uso del campo está restringido para hacer ejercicios tácticos con fuego real, así como, munición de calibre superior a 5’56 x 45 mm OTAN. Además, el CMT “Las Raíces” se ve muy limitado por la falta de terreno y la cercanía a zonas urbanas [5]. Las zonas, instalaciones e imágenes vienen recogidas en el ANEXO C: Información adicional CMT “Las Raíces”.

Por otra parte, las unidades de la isla de Tenerife también cuentan con determinadas instalaciones ubicadas en los diferentes cuarteles o repartidas por la isla, que a pesar de no ser CMT, resultan de gran utilidad para llevar a cabo actividades de I/A. En primer lugar, en el acuartelamiento de Hoya Fría ubicado al sur de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife, donde hay diferentes instalaciones para realizar actividades de I/A, entre las que se pueden destacar: un poblado africano, una torre multiuso y una pista de obstáculos urbanos, para llevar a cabo instrucción de CZURB. Además, también hay una sala de simulación. Cabe agregar otras dos instalaciones para llevar a cabo instrucción de CZURB, el antiguo Cuartel de la Mina ubicado cerca de San Cristóbal de La Laguna y otro antiguo cuartel ubicado en el municipio de Porís de Abona. La limitación principal de estas instalaciones es sus pequeñas dimensiones, su cercanía a zonas urbanas y la prohibición de realizar fuego real.

Por lo que se refiere a las unidades de la isla de Gran Canaria, éstas cuentan con el CMT de BAE “La Isleta” dotado de instalaciones suficientes para llevar a cabo diversas actividades de I/A. Este CMT ocupa toda la denominada zona militar de la isleta al norte de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria. Depende orgánicamente del Jefe de la Base “General Alemán Ramírez” (“G.A.R.”), ubicada al sur del CMT y funcionalmente de la JEAPRE de Canarias (JEAPRECAN). Cabe destacar, que hacen uso de sus instalaciones todas las unidades militares del archipiélago canario. Tiene una superficie de 462,49 ha, es de terreno volcánico y ligeramente montañoso, cuya máxima altitud son 240 m sobre el nivel del mar. Por otra parte, la prohibición de entrada de personal civil no autorizado está correctamente indicado en la puerta principal. A diferencia de las instalaciones de la isla de Tenerife, el CMT “La Isleta” cuenta con diversas instalaciones para llevar a cabo actividades de I/A. En este CMT se pueden realizar ejercicios de tiro con cualquier sistema de armas del ET. También se pueden realizar ejercicios tácticos con fuego real hasta nivel Compañía. Además, se pueden realizar marchas topográficas y marchas en vehículo, pues cuenta con un terreno adaptado y en buenas condiciones para ello. Por otra parte, se pueden realizar defensivas hasta nivel Sección y ofensivas reducidas hasta nivel GT. En lo referente a I/A en ambiente de guerra asimétrica se puede realizar CZUB o combate subterráneo<sup>1</sup>. En lo concerniente a abastecimiento, la Base “G.A.R.” apoyará,

previa petición, de agua y carburante a las unidades usuarias, pero éstas se encargarán de su suministro de municiones. Sin embargo, aunque la base habilite zonas para la gestión de residuos, ha de ser la unidad usuaria la que se encargue de dicha gestión. Es un CMT muy completo y la mayor parte de las unidades de la BRILCAN pueden aprovechar sus instalaciones, ya que se ubican en las proximidades del mismo. Sin embargo, aunque las unidades de Tenerife aprovechen las posibilidades del CMT “La Isleta”, éste es empleado la mayor parte del tiempo por las unidades ubicadas en la isla de Gran Canaria [11]. Las zonas, instalaciones e imágenes vienen recogidas en el ANEXO D: Información adicional CMT “La Isleta”.

Seguidamente, se sitúan las instalaciones ubicadas en la isla de Fuerteventura. En primer lugar, la isla cuenta con el CMT de BAE “Tcol Valenzuela”, que está dentro del propio Acuartelamiento “Tcol Valenzuela”, ubicado 5 km al sur de Puerto del Rosario. Depende orgánicamente del Jefe del Acuartelamiento “Tcol Valenzuela” (“G.A.R.”), y funcionalmente de la JEAPRECAN. El CMT cuenta con una superficie de 51,8719 ha, una altura media de 55 m sobre el nivel del mar y apenas vegetación. También existen restricciones y prohibiciones para la entrada de personal no autorizado. Es importante destacar, que en este CMT se llevan actividades de I/A de todo tipo, pero con ciertas limitaciones debido a su tamaño reducido y su cercanía a núcleos urbanos. No obstante, se pueden realizar actividades como: ejercicios de tiro con armas ligeras, instrucción de CZURB, conducción todoterreno, tiro con poca visibilidad o ejercicios tácticos de poca entidad. En lo que atiene a logística, aunque el CMT no cuenta con capacidad de abastecer agua, el acuartelamiento situado muy cerca sí que cuenta. Sin embargo, carburante, munición y gestión de residuos serán responsabilidad de la unidad usuaria [12]. Las zonas, instalaciones e imágenes vienen recogidas en el ANEXO E: Información adicional CMT “Tcol Valenzuela”.

Por otra parte, la isla de Fuerteventura, cuenta además con el CMT más grande e importante del archipiélago canario, el CMT de IG “La Pájara”. El CMT está ubicado en 45 km al oeste de la capital de Puerto del Rosario. Al ser un CMT de IG depende orgánicamente de JEAPRECAN perteneciente a DIEN y funcionalmente de la 5ª Subinspección General del Ejército (SUIGE). El CMT “La Pájara” cuenta con una superficie 4936,027 ha, con una altitud de entre 300 y 500 m de media, suelo de naturaleza rocosa y escasa vegetación, un ambiente desértico. Además, está prohibida la entrada de personal no autorizado. Por lo que respecta al apoyo logístico, el CMT no cuenta con instalaciones para proporcionar abastecimiento. Por una parte, el agua puede traerla la unidad usuaria o puede solicitarla al ayuntamiento del municipio Pájara. Por otra parte, el carburante también es responsabilidad de la unidad usuaria, al igual que la munición y la gestión de residuos. Debido a su gran tamaño y a las características de su orografía, en el CMT “La Pájara” se pueden llevar a cabo un gran número de actividades de I/A, como: ejercicios de fuego con todo tipo de sistemas de armas, exceptuando fuego mar-tierra o tierra-mar, ejercicios tácticos en ofensiva y defensiva, movimientos a pie y en vehículo, conducción todoterreno, instrucción en combate asimétrico y de contrainsurgencia, instrucción en CZURB, asaltos aéreos, lanzamientos paracaidistas, operaciones con

aviones no tripulados (UAV,s)<sup>1</sup> e incluso pruebas de armamento de interés para la defensa . Sin embargo, a pesar de ser el CMT más importante del archipiélago canario y contar con todo tipo de posibilidades. Su principal limitación es su ubicación, ya que se sitúa lejos de las unidades de Tenerife, que son las que más lo necesitan. Llegar al CMT “Pájara” desde Tenerife supone un gran coste económico y temporal. Siendo la proyección de unidades la principal limitación del CMT [13]. Las zonas, instalaciones e imágenes vienen recogidas en el ANEXO F: Información adicional CMT “Pájara”.

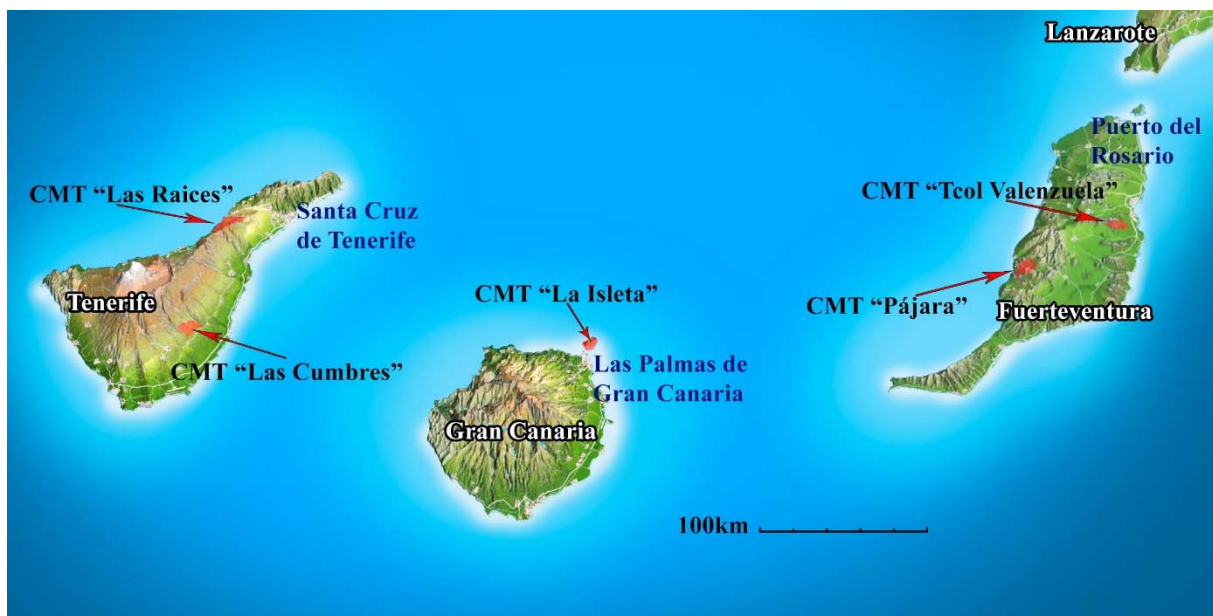


Figura 1.- Ubicación de cada CMT en el archipiélago canario. Fuente: el autor

También cabe destacar que existen más campos de maniobras en las otras islas del archipiélago canario como: CMT “La Cancela” en la isla del Hierro, el CMT “Montaña Bermeja” en Lanzarote y CMT “San José de Breña” en La Palma. No obstante, debido al poco uso de éstos por parte de las unidades de la BRILCAN, a la dificultad de proyectar personal y material, y a las numerosas limitaciones medioambientales de llevar a cabo actividades de I/A en los mismos, no se van a contemplar como objetivo de mejora de este proyecto.

Por tanto, como conclusión en lo referente a la situación actual en la que se encuentran las instalaciones de I/A del archipiélago canario, se puede afirmar que la BRILCAN cuenta con medios suficientes para llevar a cabo un gran número de actividades de I/A. Sin embargo, el mayor problema lo tienen las unidades ubicadas en la isla de Tenerife, que tienen limitada su capacidad de conseguir sus objetivos de I/A por diferentes motivos. En primer lugar, debido a la protección medioambiental que no permite llevar a cabo ejercicios de fuego, al reducido tamaño de los campos y a la dispersión de sus instalaciones en la isla, las unidades de Tenerife solicitan realizar su I/A en el CMT “La Pájara”, ya que éste es el más completo de todos [4] [5]. Además, las unidades de Tenerife se encuentran ante otro problema, la dificultad en la continuidad de



sus maniobras, debida a la complejidad de la proyección de personal y material desde Tenerife hasta Fuerteventura [13].

Como resumen de la situación actual se puede observar que los CMT de las islas no están apoyando a la I/A de las unidades de un modo óptimo. Tienen carencias significativas que provocan un déficit en las posibilidades de I/A de las unidades y que no permiten rentabilizar el considerable esfuerzo en recursos humanos y materiales invertidos en la preparación. En la tabla 2 se ilustran las actividades que se pueden (color verde) y que no se pueden (color rojo) realizar en los diferentes CMT de la BRILCAN. De este modo, resulta necesaria una solución a este problema con el fin de equiparar el número de actividades de I/A de todas las unidades de la BRILCAN, puesto que todas deben presentar las mismas capacidades y el mismo nivel de preparación.

Instalaciones\CMT	CMT "Las Cumbres"	CMT "Las Raices"	CMT "La Isleta"	CMT "Pájara" y "TcoI Valenzuela"
Campos de tiro armas individuales	Red	Verde	Verde	Verde
Campo de lanzamiento de granadas de mano	Red	Red	Verde	Verde
Pasillos de fuego	Red	Red	Red	Verde
Campos de tiro para subcalibres	Red	Red	Verde	Verde
Casa de Tiro	Red	Red	Verde	Verde
Foso de tiro instintivo	Red	Red	Red	Red
Poligono abierto de instrucción en CZURB	Red	Red	Verde	Verde
Pista de lanzamiento GRM de instrucción	Red	Red	Red	Red
Pista de tiro de LGD (TR-90) TR-90	Red	Red	Verde	Verde
Campos de tiro para vehículos AC/MZ	Red	Red	Verde	Verde
PCZURB hasta nivel sección/compañía	Red	Red	Verde	Verde
Pista específica de CZURB	Red	Red	Verde	Verde
Campos de tiro tiradores de precisión (500 / 800 M)	Red	Red	Verde	Verde
PCZURB fuego real	Red	Red	Red	Red
Calle de fuego	Red	Red	Red	Red
Posición defensiva de Sección	Red	Red	Red	Verde
Pista de conducción vehículos	Red	Verde	Verde	Verde
Calle de tiro instintivo	Red	Red	Red	Red
Campo de explosivos	Red	Red	Verde	Verde
Instalaciones de instrucción y adiestramiento C-IED	Red	Red	Verde	Verde
Asentamiento de armas pesadas	Red	Red	Verde	Verde
Zona de caída de proyectiles	Red	Red	Verde	Verde
Zonas de despliegue y maniobra	Red	Red	Verde	Verde
Asentamiento de armas pesadas	Red	Red	Verde	Verde
Zona de caída de proyectiles	Red	Red	Verde	Verde
Posición defensiva de Compañía	Red	Red	Red	Amarillo
Zonas de despliegue y maniobra	Red	Red	Verde	Verde
Zonas de enfrentamiento láser	Red	Red	Red	Red
PCZURB para adiestramiento de unidades hasta nivel GT	Verde	Red	Red	Red
Pista de conducción vehículos ruedas	Red	Red	Verde	Verde
Campos de tiro tiradores de precisión (1500m)	Red	Red	Verde	Verde
Simuladores, EAO, CT instrumentalizados	Red	Red	Red	Red
Vivac	Red	Red	Red	Red

Existe	No existe	En construcción
Verde	Red	Amarillo

**Tabla 2.-** Relación de la existencia de instalaciones en los CMT del archipiélago canario [4][5][11][12][13].  
Recopilación: el autor.

### **3. DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE MEJORA**

Debido al carácter de este proyecto, es necesario prestar atención a la opinión del personal de las unidades de la BRILCAN acerca de las necesidades de instalaciones I/A. Para lograrlo, se han realizado encuestas a algunos miembros del personal de la Brigada, en particular del Regimiento de Infantería Ligera “Tenerife” nº 49, y al Batallón de Zapadores XVI, cuyas unidades están ubicadas en la isla de Tenerife y presentan más limitaciones para llevar a cabo sus actividades de I/A (ver Tabla 2).

#### **3.1 Encuestas para la determinación de carencias y necesidades**

El objetivo de las encuestas realizadas es analizar cuál es la situación, referente a la I/A, en la que el personal de Tenerife considera que se encuentra su unidad. Del mismo modo, esta encuesta pretende recopilar las principales limitaciones para llevar a cabo actividades y las necesidades más prioritarias que los cuadros de mando consideran. Permitiendo, por tanto, recopilar información muy valiosa para determinar las necesidades reales.

Es importante destacar, que esta encuesta ha sido realizada a 20 mandos pertenecientes a las unidades de la BRILCAN ubicadas en la isla de Tenerife. Además de las preguntas abiertas, en la encuesta se podía ordenar en orden de importancia cuales son las instalaciones que se deben construir o mejorar, en primer lugar, en Tenerife, y por otra parte en cualquiera de los CMT del archipiélago canario. Además de ello, permite indicar si falta o sobra alguna instalación en el listado. La encuesta realizada al personal de la BRILCAN viene recogida en el ANEXO G.

Por otra parte, el listado de las instalaciones que se deben construir o mejorar se han elaborado gracias al estudio llevado a cabo en el apartado anterior de los requisitos de un CMT. Sin embargo, las instalaciones incluidas en el listado no son todas las que vienen recogidas en el ANEXO A: Descripción instalaciones de I/A, si no que se han quitado algunas de estas de la redacción de la encuesta para reducir su extensión y facilitar su ejecución al personal encuestado. Se han quitado el pasillo de fuego, el campo de lanzamiento de granadas, campo de tiro para subcalibre de morteros, munición de lanzagranadas de 40mm, subcalibre para vehículos acorazados/mecanizados y munición de alcance reducido y la pista de aplicación, ya que estas instalaciones existen en buenas condiciones o están prohibidas en la isla de Tenerife. Por otra parte, la pista de lanzamiento de granadas de mano de ejercicio o instrucción, la pista de tiro para entrenador de lanzagranadas TR-90, la sala de identificación de materiales, la pista de silencio y la de decisión, se han eliminado, debido a que estas actividades se pueden realizar sin necesidad de instalaciones específicas. Todo lo relacionado con instrucción en CZURB que no sea con fuego real viene incluido en la instalación de un polígono

abierto de instrucción en CZURB. Por último, también se ha quitado el campo de tiro para carros de combate, vehículos mecanizados, vehículos de reconocimiento y combate de caballería y vehículos de exploración de caballería, ya que la unidad no cuenta con este tipo de medios [9]. Aunque no vienen especificados en el anexo A, se han añadido la Zona de Vida de Batallón (ZVB), debido a que viene marcado como una necesidad para un CMT en la Directiva 08-08 apartado 7.2 [8], y el campo de explosivos, ya que la BRILCAN cuenta con un batallón de zapadores que requiere de este tipo de instalación.

De este modo, la lista para la encuesta queda con las siguientes instalaciones:

- Zona de vida de Batallón (ZVB)
- Campo de tiro de armas individuales (50,100 y 200m).
- Casa de tiro para fuego real.
- Foso de tiro instintivo.
- Polígono abierto de instrucción en CZURB.
- Campo de tiro para tiradores de precisión.
- Polígono de fuego real para instrucción de CZURB.
- Posición defensiva (POSDEF) Sección y Compañía
- Pista de conducción para vehículos de ruedas/cadenas.
- Campo de explosivos.
- Calle de tiro instintivo.
- Instalaciones de I/A contra artefactos explosivos improvisados.
- Locales configurables (paneles móviles) para instrucción de CZURB.
- Instalación para combate subterráneo.
- Galerías de tiro de arma corta.
- Sala negra. (Tiro con poca iluminación)
- Torre multiusos.

No obstante, hay que destacar que, para obtener unos resultados coherentes, no se ha dado el mismo valor a todas las encuestas. Es decir, cada encuestado indicaba su empleo (Em), su tiempo en la unidad (Tu) y su tiempo en alguna de las unidades de Canarias (Tc). De forma que, según cada una de estas características, se aplicaba un factor u otro de corrección para así modificar la encuesta según la experiencia del encuestado y dotarla de mayor precisión. A pesar de tener en cuenta el empleo, se le ha dado más importancia al tiempo en que el encuestado lleva en la unidad, pues el periodo es señal de experiencia en las unidades del archipiélago canario.

De este modo, con el fin de extraer dicho factor de corrección (Cr) es necesario saber el empleo<sup>1</sup> del encuestado, el tiempo medido en años que lleva en esa unidad y el tiempo medido en años que lleva en alguna unidad del MACANA. Para calcularlo se ha empleado la siguiente fórmula:

$$Cr = Em \times Tu \times Tc \quad (\text{Ec. 1})$$

		Factores de corrección
Empleo (Em)	Oficiales	1
	Suboficiales	0,9
	Tropa	0,9
Tiempo en la unidad (Tu)	Menos de 1 año	0,8
	Entre 1 y 3 años	0,9
	Más de 3 años	1
Tiempo destinado en el MACANA	Menos de 1 año	0,8
	Entre 1 y 3 años	0,9
	Más de 3 años	1

**Tabla 3.-** Factores de corrección de los cuadros de mando. Fuente: el autor.

Por último, es importante aclarar que los encuestados ordenaron las instalaciones del 1 al 17, de mayor a menor importancia. Sin embargo, para poder obtener los resultados ponderados a cada posición en la enumeración se le ha dado una nota del 1 al 10 para así poder calcular la media ponderada y cuantificar la opinión del personal. De esta forma, las instalaciones que se situaban en la posición 1 se les asigna un valor de 10 puntos descendiendo medio punto por posición hasta llegar al puesto 15, a partir del cual descienden 1 punto entero por posición, quedando la posición 17 con 1 punto.

### 3.3 Resultados

En primer lugar, en las preguntas abiertas se han observado las opiniones por parte del personal. En general, la opinión del personal es que las unidades de Tenerife no realizan actividades de I/A de forma continuada. Todos alegan que es debido a la falta de infraestructuras o el poco aprovechamiento de las instalaciones existentes. Por otra parte, todas las opiniones abiertas en cuanto a cuáles son las principales limitaciones apuntan a la falta de un CMT completo en Tenerife o en su defecto la dificultad de proyectar y de mantener un tiempo continuado a las unidades en el CMT “Pájara”.

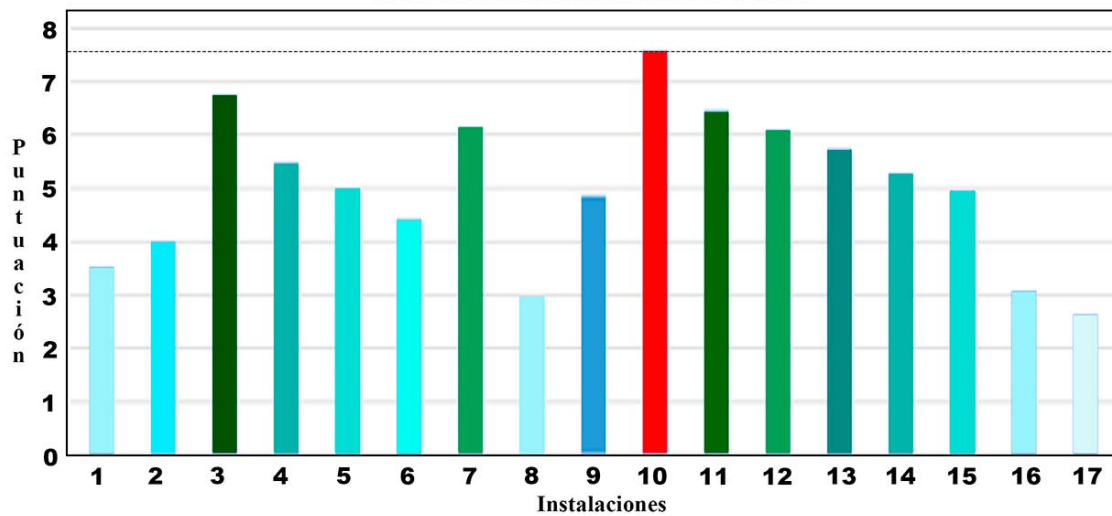
En segundo lugar, la Gráfica A muestra los resultados de la enumeración de las instalaciones en Tenerife, posicionando en primer lugar el campo de explosivos, con una media de 7,589, seguido de la casa de tiro para fuego real, con una puntuación de 6,76, y, en tercer lugar, la calle de tiro instintivo con 6,45 puntos. Siendo la torre multiusos la peor valorada con un 2,62.

Por último, tal y como muestra la Gráfica B, la enumeración de instalaciones de los CMT “La Isleta” y “Pájara” ha destacado en primer lugar la ZVB con 7,47 puntos seguido de la calle de tiro instintivo con 6,72 y en tercer puesto, la casa de tiro para fuego real con 6,18 puntos. El último puesto lo ocupa la sala negra con 3,17 puntos.

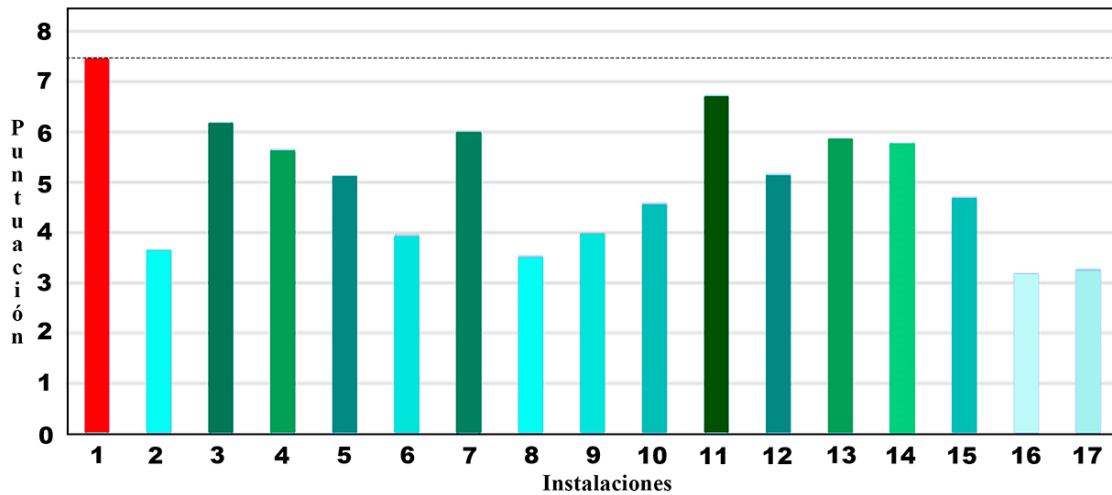
<b>Instalaciones</b> 1- ZVB 2- Campo de tiro de armas individuales 3- Casa de tiro para fuego real 4- Foso de tiro instintivo 5- Polígono abierto de instrucción en CZURB 6- Campo de tiro para tiradores de precisión 7- Polígono de fuego real para instrucción de CZURB 8- Posición defensiva Sección y Cía	9- Pista de conducción para vehículos ruedas/cadenas 10- Campo de explosivos 11- Calle de tiro instintivo 12- Instalaciones de I/A C-IED 13- Locales configurables para instrucción de CZURB 14- Instalación para combate subterráneo 15- Galerías de tiro arma corta 16- Sala negra 17- Torre multiusos
--	--

Nota: La barra de color rojo de la gráfica representa la instalación de I/A mejor puntuada, el resto de barras vienen representadas con una gradación de color de mayor a menor puntuación de verde oscuro a azul claro.

Gráfica A: Resultados enumeración Tenerife



Gráfica B: Resultados enumeración CMT "La Isleta" y "Pájara"



Gráfica 1.- Puntuación de las instalaciones basadas en las encuestas realizadas a los cuadros de mando.  
Fuente: el autor

### **3.4 Conclusiones**

Las diferentes respuestas a las preguntas abiertas están estrechamente relacionadas con los resultados obtenidos en las diferentes enumeraciones. El personal, en conjunto se queja de la necesidad de mejorar las instalaciones, pues estas no cubren al completo los requisitos que el personal considera importantes. Cabe destacar, que el personal ha plasmado en las encuestas que es necesario un campo de explosivos y una forma de conseguir que la unidad pueda hacer maniobras de forma más continuada en el CMT “Pájara” que es el que presenta más oportunidades para ser explotado.

En primer lugar, los resultados obtenidos de la isla de Tenerife demuestran claramente que la principal carencia que considera el personal está relacionada con la realización de ejercicios con explosivos. La prohibición en toda la isla para realizar este tipo de prácticas limita en gran medida la I/A de la unidad en lo referente a la aptitud con el manejo de explosivos. Por otra parte, el personal considera muy importante las instalaciones en las que se pueden realizar ejercicios con fuego real.

Del mismo modo, los resultados de los CMT “La Isleta” y “Pájara” refuerzan la conclusión de la necesidad de instalaciones de I/A para ejercicios con fuego real. Sin embargo, lo más destacable es que la primera posición sea una ZVB, resaltando que el que lo requiere es el CMT de “Pájara” ya que es el más alejado y a pesar de ser el más completo, no cuenta con instalaciones de este tipo. El personal de la unidad considera que es necesaria una instalación que permita dar continuidad a las maniobras en el CMT “Pájara”, ya que éste es el más completo y permite realizar todo tipo de actividades de I/A, solo necesita una instalación que permita alojar al personal usuario. Por otra parte, el campo de explosivos es una necesidad para las unidades de Tenerife, pero la prohibición de uso de explosivos en la isla imposibilita la creación de un campo de explosivos, siendo por tanto los CMT “La Isleta” y “Pájara” las únicas alternativas para este tipo de prácticas. Además, el segundo y tercer puesto de las encuestas son de resultados similares, poniendo en evidencia que las instalaciones para la I/A con fuego real son consideradas de gran importancia.

### **3.5 Determinación de las obras a realizar**

Así pues, conociendo los resultados obtenidos de las encuestas realizadas al personal de Tenerife y considerando la situación actual en la que se encuentran los CMT del archipiélago canario (ver tabla 2), así como, las necesidades que éstos deben cubrir [9] se puede determinar qué tipo de instalación incrementaría notablemente la calidad y continuidad de las actividades de I/A.

En primer lugar, destacar que, a pesar de la necesidad de un campo de explosivos, ya que además de ser la primera prioridad que considera el personal, es una instalación necesaria para que un CMT cumpla sus objetivos de apoyar la I/A, su implantación resulta

inviabile debido a la política medioambiental [14] que prohíbe la implantación de este tipo de instalaciones por peligro de incendio. Además, la mayor parte de la isla está considerada como espacio natural protegido [15] [16]. De este modo, no es posible la construcción de un campo de explosivos en Tenerife, teniendo que buscar otras alternativas para cubrir esta necesidad.

La otra instalación con más puntos era la ZVB en los CMT de “La Isleta” o “Pájara”, siendo el segundo CMT el que presenta mejores condiciones para construir dicha instalación, ya que cuenta con todo tipo de instalaciones de I/A, incluso las otras mejor puntuadas por el personal, así como, mucho espacio para llevar a cabo ejercicios de gran entidad, además de ser una necesidad de este CMT [13]. Por tanto, construir una ZVB permitiría realizar actividades de I/A de forma continuada en el tiempo y con el personal alojado en condiciones similares a las de zona de operaciones.

En conclusión, la construcción de una ZVB ayuda de forma directa a la optimización de las instalaciones de I/A en el archipiélago, ya que, de este modo, se puede explotar el CMT de “Pájara” al completo por parte de las unidades de Tenerife, que son las que tienen mayor número de limitaciones. Además, de esta forma se conseguiría que las unidades de Tenerife, con carencia en actividades de I/A referentes a tiro con fuego real o ejercicios de explosivos, cuenten con una instalación para alojar a su personal y así poder realizar durante más tiempo este tipo de ejercicios, disminuyendo el enorme coste de transporte que supone cada salida al CMT “Pájara”.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

### **4.1 Descripción general de la obra**

La finalidad principal de la construcción de una ZVB en el CMT de “Pájara” es permitir que las unidades de la BRILCAN en general, y las ubicadas en Tenerife en particular debido a las diferentes limitaciones de I/A en esta isla, puedan llevar a cabo actividades de I/A de larga duración en el tiempo y con unas buenas condiciones de alojamiento. Todo ello con el fin de proporcionar continuidad a las actividades de I/A [8] y conseguir gracias a las numerosas instalaciones del CMT de “Pájara” un desarrollo completo del PGPP [6] [7].

La ZVB debe ser capaz de cubrir los siguientes servicios mínimos:

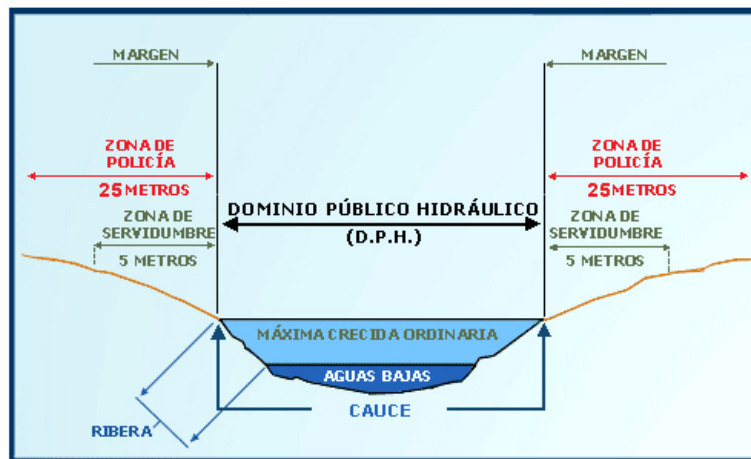
- Capacidad para alojar a una unidad de entidad batallón, es decir, capacidad de 250 personas.
- Disponer de servicios con sanitarios y duchas para uso del personal de la unidad usuaria.
- Disponer de un establecimiento para el montaje óptimo de un puesto de mando (PC)<sup>1</sup> de entidad Batallón/Grupo Táctico.
- Disponer de un establecimiento para el montaje óptimo de un centro de transmisiones de apoyo al PC.
- Disponer de un área para el estacionamiento de vehículos.
- Disponer de un área acondicionada para la instalación de diferentes establecimientos como, por ejemplo: puesto de socorro, cocinas de campaña, grupos electrógenos, comedor, taller de mantenimiento o cualquier instalación portátil que requiera la unidad usuaria. [9]

Por tanto, la solución adoptada es la creación de una ZVB con instalaciones semipermanentes de tipo contenedor, en la que se alojará al personal. Además, este tipo de contenedores también pueden ser empleados para constituir los aseos y las duchas. Del mismo modo, se empleará un conjunto de contenedores como PC. Las demás instalaciones no serán fijas, de tal forma que el resto de instalaciones tendrán que traerlas la unidad usuaria. Sin embargo, sí que se prepararán las cimentaciones para que las instalaciones portátiles tengan un suelo adecuado, pero sobre todo para dejarlas preparadas en caso de futuras ampliaciones con nuevas instalaciones permanentes o semipermanentes. Así pues, la ZVB constará de unas instalaciones básicas de habitabilidad (dormitorio, sanitarios, duchas, un PC y un núcleo de seguridad), pero, además, tendrá la cimentación necesaria para instalar los demás servicios, ya sea de forma temporal, semipermanente o fija.

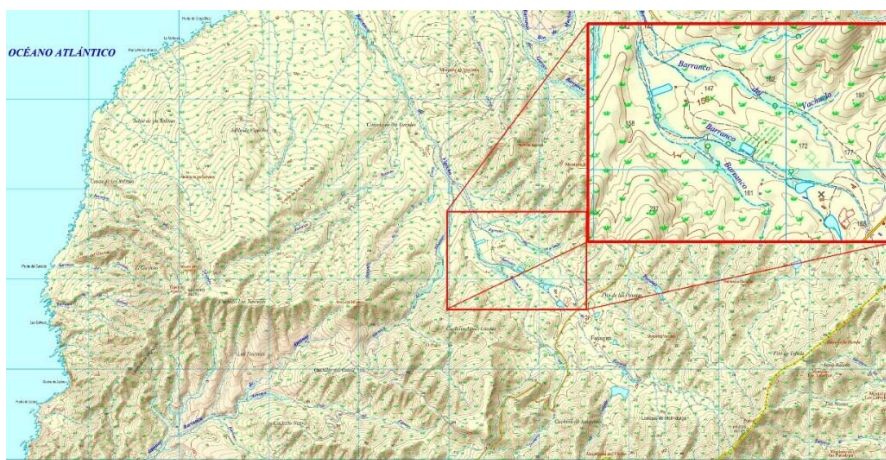


## 4.2 Elección de la ubicación de la obra

En lo referente a la ubicación escogida para la construcción de la ZVB, según la información transmitida por el personal de la BRILCAN y tras la examinación del mapa del terreno por parte del autor, existen dos posibles opciones. En primer lugar, la localizada entre el barranco de Fayagua y el del Vachuelo, a la altura del kilómetro 8 de la carretera FV-605, cerca del municipio de Pájara (Fuerteventura) (582400-3132400), ver Figura 3 Sin embargo, a pesar de que esta zona ha sido empleada para campamentos ocasionales, presenta el inconveniente de encontrarse entre dos barrancos, y a una cota muy similar, lo que la convierte en una zona inundable y en la que no se puede construir. Además, el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (DPH) de Canarias, establece que se limita cualquier tipo de construcción en las denominadas zonas de policía<sup>1</sup>, ver Figura 2, que, para la legislación del archipiélago, esta zona es de una anchura máxima de 25 m, contados a partir del extremo de la Zona de Dominio Público Hidráulico<sup>1</sup> [17]. Por tanto, esta zona queda descartada para la construcción de una ZVB.



**Figura 2.-** Esquema de la Zona de Dominio Público Hidráulico. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



**Figura 3.-** Ubicación de la posible de la ZVB (Opción 1). Fuente: Centro Geográfico del ET.

La segunda opción de ubicación es a unos 100 m al norte del barranco de Machín, en las proximidades del antiguo Cuerpo de Guardia (583010-3134950), a 1,6 km de la entrada al CMT en el km 4 de la FV-605. A diferencia de la anterior ubicación, está se encuentra a más de 100 m del barranco más cercano, cumpliendo por tanto el Reglamento de Dominio Público Hidráulico de Canarias [17] y permitiendo por tanto su construcción (ver Figura 4). A su vez, bordeando el norte del emplazamiento, debido a anteriores obras en la zona, existe un drenaje en el terreno para recoger las aguas que llegan por escorrentía, siendo redirigidas éstas al este de la base. La ubicación alberga construcciones antiguas; estas instalaciones son unos contenedores, que, debido a su mal estado, no son reutilizables, sin embargo, el edificio del antiguo Cuerpo de Guardia actualmente es empleado a modo de almacén y podría mantenerse para el mismo fin en la ZBV que se va a construir. La Figura 6 muestra una imagen de dicho edificio. Cabe destacar, que la zona cuenta con accesos en buen estado y además existen dos helipuertos en sus proximidades. Por último, debido a que la zona se encuentra con poco desnivel y es apta para realizar más instalaciones, se podrían plantear futuras ampliaciones de la ZVB. Por tanto, debido a las condiciones favorables de la zona y a sus futuras posibilidades, está es la zona escogida para la construcción de la ZVB. Además, no hay problemas de restricciones de construcción, ya que, por Real Decreto 600/2012, de 30 de marzo, se declara el CMT de “Pájara” zona de interés para la Defensa Nacional.

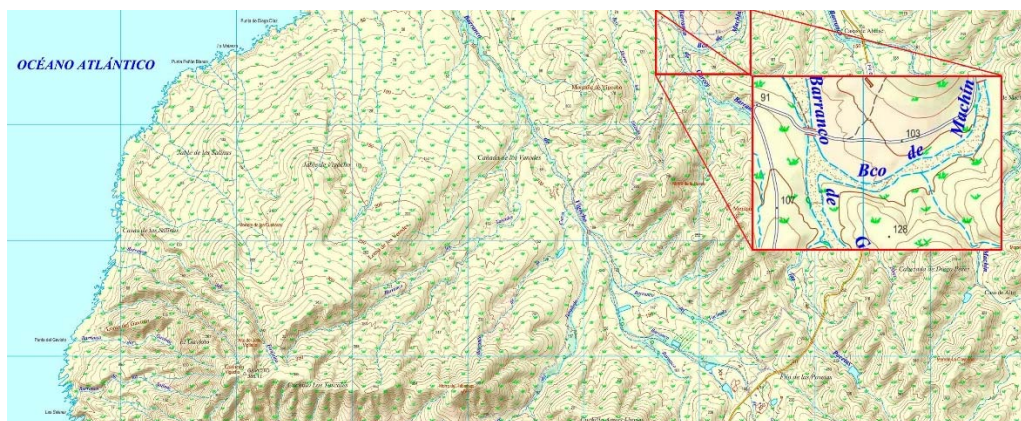


Figura 4.- Ubicación de la posible ZVB (Opción 2). Fuente: Centro Geográfico del ET.



Figura 5.- Foto aérea de la ubicación de la ZVB (Opción 2). Fuente: Google Maps.

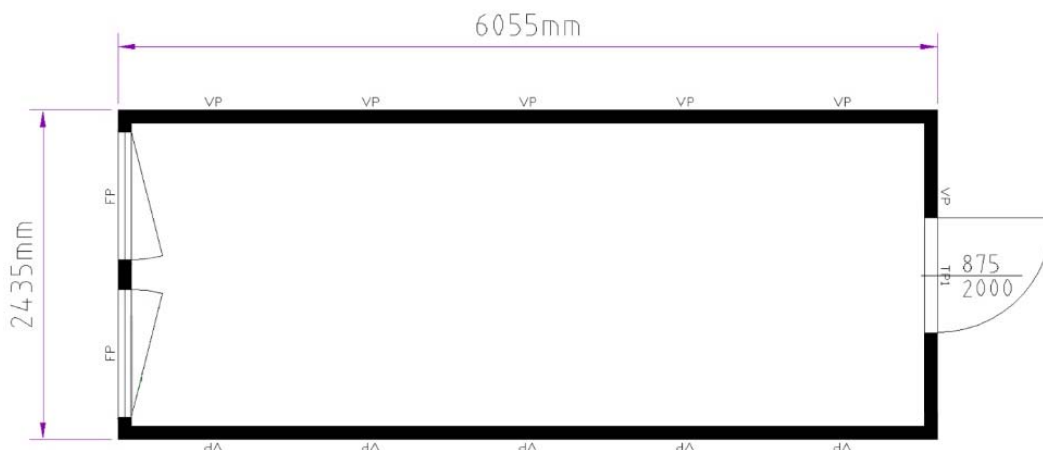


Figura 6.- Antiguo Cuerpo de Guardia [13]. Fuente: NOP CMT “Pájara”.

### 4.3 Descripción de las instalaciones

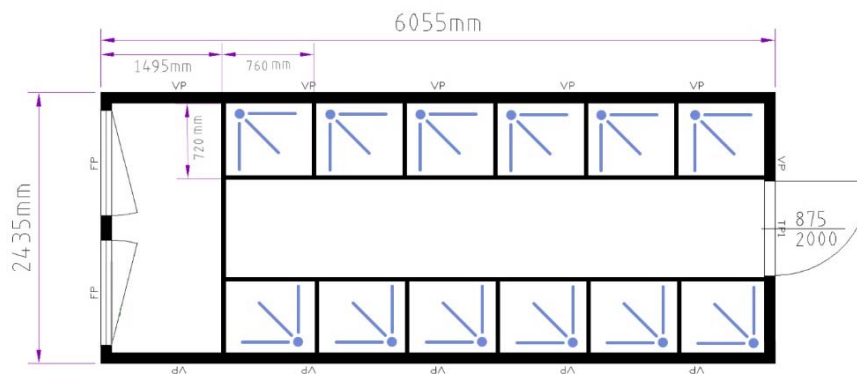
Las instalaciones de la ZVB deben cubrir los servicios explicados anteriormente. Por eso mismo, se han definido las siguientes instalaciones:

- Para el alojamiento de 250 personas, se instalarán 44 dormitorios sobre contenedores desmontables de 20 pies. Este tipo de contenedor tiene 6.058 mm de largo, 2.438 mm de ancho y 2.591 mm de alto como se muestra en la Figura 7. Dentro irán instaladas 3 literas dobles de campaña (2010 mm de largo y 759 mm de ancho) y 6 taquillas (2.290 mm de altura, 800 mm de anchura y 520 mm de fondo), además cuenta con dos ventanas, aire acondicionado, radiador eléctrico de aceite, ventana con persiana y mosquitera y conexiones eléctricas y telefónicas. En total, gracias a los 44 contenedores, se pueden alojar hasta 264 personas. Además, este tipo de contenedores se pueden adosar unos a otros y montados en altura de hasta dos unidades, para así formar una estructura. De este modo, los dormitorios sobre contenedor se dispondrán en dos conjuntos de 22 enfrentados, y cada uno de estos 22, se colocarán en dos alturas con 11 contenedores en cada planta, existiendo un pasillo central que los separa de los 11 del conjunto enfrentado, esta distribución se puede observar en el Plano 3: Zona de vida, que viene recogido en el ANEXO H: Planos de la ZVB. Además, se instalará un techo metálico a dos aguas, una escalera de acceso a la primera planta en cada lateral y un pasillo central en ambas plantas en el cual se instalará una estructura metálica de perfiles con suelo de religa, de forma que permitirá el paso del personal por el piso superior [18].



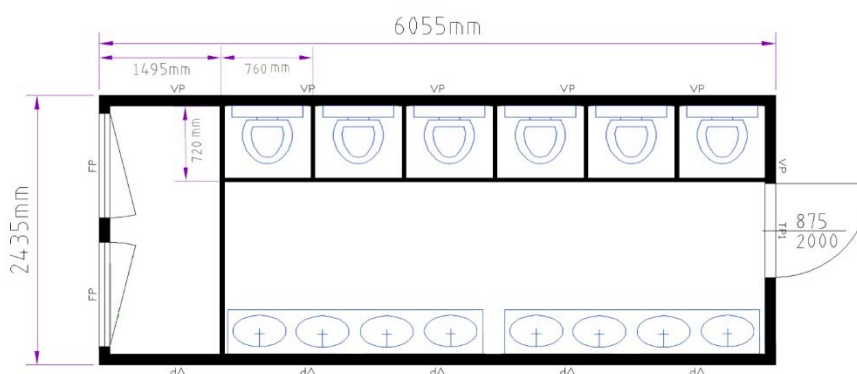
**Figura 7.-** Planta del contenedor de 20 pies. Fuente: Descripción técnica para MÓDULOS de la empresa CONTAINEX.

- Para las duchas, se instalarán 4 unidades de contenedores de 20 pies con duchas. Presenta las mismas dimensiones que el contenedor dormitorio. Tal y como se muestra en la Figura 8 en su interior cuenta con 10 duchas separadas por un pasillo central de 6 en 6, también incluye un área técnica y de caldera, para proporcionar agua caliente. Cuenta con el equipamiento y accesorios necesarios para atender las necesidades higiénicas de 120 personas/hora en las duchas. Estos contenedores irán instalados uno al principio y otro al final de cada pasillo [19].



**Figura 8.-** Planta de las duchas sobre contenedor de 20 pies. Fuente: Descripción técnica para MÓDULOS de la empresa CONTAINEX.

- Para dar el servicio de los sanitarios, se instalarán 4 contenedores de 20 pies con WC. Presenta las mismas medidas que los anteriores contenedores. Como se puede observar en la figura 9, en su interior cuenta con seis cabinas de WC, dos lavamanos cuádruples, compartimento para el equipo de presión de agua y termo eléctrico, instalación eléctrica, instalación sanitaria accesorios de lavabo y WC. Estos contenedores irán instalados uno al principio y otro al final de cada pasillo [20].



**Figura 9.-** Planta del contenedor WC de 20 pies. Fuente: Descripción técnica para MÓDULOS de la empresa CONTAINEX.



- Para que las unidades puedan establecer su PC, se instalarán 2 dormitorios sobre contenedor desmontable de 20 pies, pero sin la instalación de literas y taquillas. Será un establecimiento en el que se colocaran mesas de escritorio con sillas y se aprovechará el equipamiento propio del contenedor para que la unidad pueda hacer uso de éstos, constituyendo con su propio material un PC. Además, se habilitará el terreno de alrededor para que las unidades de transmisiones que apoyan al PC puedan instalar su centro de comunicaciones (CECOM)<sup>1</sup>.
- El núcleo que dará seguridad a la base, contará también con un dormitorio sobre contenedor desmontable de 20 pies, en el que no se instalarán las literas ni las taquillas. En su interior, se contará con el equipamiento propio de este tipo de contenedores y se añadirá una mesa con sillas para que el personal de seguridad pueda desarrollar sus actividades.
- El comedor de la ZVB, el puesto de socorro y el taller de mantenimiento, no serán instalaciones fijas o semipermanentes, si no que cada unidad traerá sus propias tiendas modulares para constituir los mismos. Sin embargo, sí que se procederá a realizar una preparación del terreno para facilitar la instalación de éstas, así como para mejorar su calidad. El terreno acondicionado para el montaje del puesto de socorro será de 6.680 x 5.800 mm, ya que está es la medida de las tiendas modulares de las que disponen las unidades [21]. Para el comedor se acondicionará cuatro veces ese terreno, ya que se podrán montar hasta 4 tiendas, siendo 26.720 x 23.200 mm el espacio de terreno que se debe acondicionar. El taller de mantenimiento estará al lado de una zona del terreno preparada para el aparcamiento de vehículos, en la entrada de la ZVB, además existe una posible zona de aparcamiento de vehículos frente a los dormitorios. Para dicha instalación se preparará un espacio de 20.120 x 13.100 mm que es lo que mide la base de la tienda taller que existe en el ET [22].
- Para la explanada de aparcamiento que estará ubicada junto al taller, se preparará el mismo espacio de 20.120 x 13.100 mm.
- Se habilitará un espacio en el cual se ubicarán los contenedores para la retirada de residuos. Se instalará en la entrada de la base, 2 metros delante de la explanada de aparcamiento, con el fin de alejarlo de la zona de vida y para facilitar su recogida.
- Los grupos electrógenos para suministrar energía a la ZVB serán traídos por la propia unidad, sin embargo, se preparará dos espacios del terreno de las dimensiones de un contenedor de 20 pies para que se pueda colocar el grupo electrógeno principal y el auxiliar.

- Del mismo modo, el servicio de cocina será responsabilidad de la unidad usuaria, pero sí que se preparará el terreno con la superficie de dos contenedores de 20 pies para que los dos contenedores que constituyen la cocina puedan ser instalados [23].
- El almacén de la ZVB será la construcción que ya existe del antiguo Cuerpo de Guardia [13].
- La ZVB contará con una red de saneamiento que conectará los contenedores WC y ducha, así como aquellos que tengan aire acondicionado (dormitorios, seguridad y PC), además, tendrá una conexión para que la cocina también pueda conectarse a la red en el caso de que la unidad la instale. Esta red de saneamiento dispondrá de una arqueta de conexión por cada caseta con evacuación de aguas, incluidas las que dispongan de aire acondicionado, con dimensiones de 500 x 500 mm y desembocará en la fosa séptica. Esta arqueta será construida con fábrica de ladrillo de 152,4 mm de espesor, recibido con mortero de cemento y colocado sobre losa de hormigón. Teniendo en cuenta la tabla 4.5 del Código Técnico de la Edificación (CTE), el Documento Básico de Salubridad (CTE-DB-HS) y que la ZVB tiene que desaguar 47 aires acondicionados, 40 duchas, 24 sanitarios, 16 lavabos y un fregadero (128 unidades), y que, además, hay una pendiente hasta la fosa séptica del 2%, se ha determinado que la conexión de la red de saneamiento se haga mediante tuberías de PVC de junta pegada de 90 mm. Es importante resaltar, que el CTE estima que los diámetros muy pequeños deben ser objeto de revisión. Los conductos horizontales para evacuación de fecales deben ser de un diámetro mínimo de 125 mm, ya que con 90 mm se corre el riesgo de atascos [24]. La distribución de la red de saneamiento se puede observar en el Plano 6: Red de saneamiento y puesta a tierra, que viene recogido en el ANEXO H: Planos de la ZVB.
- Se preparará un pozo para la instalación de fosa séptica prefabricada (según indicaciones del fabricante) de una pieza de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con capacidad de 52500 litros y una tubería de diámetro 250 mm, adecuada para entre 250 y 300 usuarios, dimensionada según Norma DIN 4261 y UNE-EN 12566 considerando un consumo de agua de habitante por día de 250 L [25].
- También se llevará a cabo la instalación de puesta a tierra, este tipo de instalaciones se establecen para limitar la tensión que, con respecto a la tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la protección y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Es una unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo [26].

- El suministro de agua será responsabilidad de la unidad usuaria, que deberá abastecerse con los medios de los que disponga. Por ejemplo, trayendo su propio camión cisterna.
- Todos los contenedores de las diferentes instalaciones, así como, las tiendas modulares, según indicaciones del fabricante, irán instaladas sobre losas de hormigón, con el fin de facilitar su instalación y preparar el terreno para que sea capaz de soportar dichas instalaciones. El cálculo de la losa de cimentación se ha llevado a cabo con la instalación que supone más carga para el terreno, la zona de vida. Debido a que, de este modo las demás losas estarían preparadas para soportar este tipo de estructuras en futuras ampliaciones. Para llevar a cabo el cálculo de hormigón se ha utilizado el programa informático CYPECAD. Se ha tenido en cuenta el peso de dos contenedores (4.000 kg en total) y dividido entre el perímetro de las paredes de cada contenedor (16,98m) para calcular la carga lineal que soportará la estructura, que será de 0,235 T/m. Se ha aplicado también la carga de uso de 0,2 T/m y una carga muerta de 0,2 T/m (definida según el CTE) [27]. De ese modo, se ha calculado que se debe construir una losa de hormigón armado con un canto de 30 cm, con una resistencia a compresión de 30 N/mm<sup>2</sup>, con una consistencia plástica, y un tamaño máximo del árido de 20 mm, y teniendo en cuenta que la exposición ambiental del municipio de Pájara (Fuerteventura) es I Ib [28]. Se construirán losas de hormigón HA-30/P/20/I Ib, fabricado en central y vertido directamente desde camión. La malla de armado que se ha dimensionado con la ayuda del programa es de 12 mm de diámetro y 30 cm de separación, de acero B-400-S. Cabe destacar, que la losa de la zona de vida, al superar los 30 m deberá estar dividida en dos, por lo que se denomina una junta estructural [27]. La información proporcionada por el software acerca del cálculo viene en el ANEXO I: Resultado proporcionado por CYPECAD al dimensionar la losa de hormigón. También se puede ver la distribución de las soleras en el Plano 5: Cimentación: Losas, que viene recogido en el ANEXO H: Planos de la ZVB.
- La evacuación de los flujos de agua ocasionados por las precipitaciones dentro de la instalación se realizará proporcionando una ligera pendiente en las losas y en el terreno asfaltado. Esta inclinación conducirá las aguas fuera de las instalaciones militares hasta el barranco más próximo. También se instalarán entre el hormigón y el asfalto de las instalaciones, espacios con grava para ayudar en el drenaje del agua.
- El camino de acceso, así como las diferentes calles serán asfaltados para mejorar el movimiento de los vehículos. Para calcular el tipo de asfalto, Se estima un paso de vehículos pesados inferior a vehículos día, dando como resultado según la tabla 1b del PG-3 un tipo de tráfico T32. Se ha tenido en cuenta el paso anual para hacer una estimación del uso diario. En la formación de la explanada, a

falta de ensayos sobre el terreno, se hace una estimación media del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga, quedando este como E2. La sección del firme la obtenemos según la tabla de la figura 2.2 del catálogo de secciones de firmes del PG-3 [29], donde a una categoría de tráfico pesado T32, sobre una explanada con módulo E2 le corresponde tres tipos de secciones, eligiendo la más idónea la sección 3222 compuesta por: Una capa acabado realizada con mezcla bituminosa de 10 cm de espesor y una capa inferior realizada con suelo-cemento de 30 cm de espesor [29] [30]. Es elegida esta opción por ser la capa de mezcla bituminosa de menor espesor y por tanto de valor económico muy inferior dado los altos precios de este tipo de material.

#### **4.4 Descripción de la distribución**

Las instalaciones de la ZVB se distribuyen buscando la mayor funcionalidad en las distintas condiciones de uso por parte de diferentes unidades. En primer lugar, a la izquierda de la entrada, nada más acceder al recinto, se sitúa la explanada de aparcamientos y junto a ésta, otra explanada para el posible montaje de un taller de mantenimiento, únicamente será un espacio del terreno acondicionado, no habrá ningún tipo de instalación. Detrás de esta explanada existe una edificación de obra que cumplía las funciones de Cuerpo de Guardia y que servirá de almacén de material. Continuando por el camino de entrada, al sur de la ZVB se sitúa un contenedor de tipo dormitorio, pero habilitado para ser un cuerpo de guardia, para que el elemento de seguridad pueda realizar sus actividades. A la derecha del mismo se ubica una explanada con una solera de hormigón, preparada para el posible montaje de un puesto de socorro. También al sur, a la derecha del puesto de socorro hay una zona habilitada para el aparcamiento de vehículos y para que las unidades formen. Al final del camino, al norte de la ZVB hay dos contenedores de tipo dormitorio habilitados para formar el PC, y junto a éste, un espacio para el montaje del CECOM. A continuación, a la derecha del camino, cerca del PC y detrás del contenedor del elemento de seguridad, se ubica una explanada con una solera de hormigón, preparada para el montaje de cuatro tiendas modulares que serían el comedor de la ZVB. Al este de la anterior explanada hay un emplazamiento también de hormigón para que las unidades instalen sus cocinas de tipo contenedor. Por último, nos encontramos con la zona de vida del personal, ubicada al noreste de la ZVB, al norte de la explanada de aparcamiento o formaciones. Se trata de un conjunto de 44 contenedores repartidos en dos plantas, con duchas, sanitarios y lavabos también sobre contenedor. Al sur de la misma, entre la explanada y la zona de vida, el espacio estará asfaltado para permitir el paso de vehículos hasta la parte más al este del campamento y que así puedan depositar la cisterna portátil, evacuar los residuos de la fosa séptica o llevar los grupos electrógenos hasta su emplazamiento detrás de la zona de vida. Se puede ver un croquis de la distribución en la Figura 10. Además, todos los planos de distribución de las instalaciones vienen recogidos en el ANEXO H: Planos de la ZVB.





**Figura 10.-** Croquis sobre el terreno de la distribución general de las instalaciones de la ZVB. Fuente: el autor

## 4.5 Memoria constructiva

Las fases en las que se divide la construcción de la obra vienen descritas una por una en el ANEXO J: Descripción de las fases de la memoria constructiva. La Tabla 4 recoge un resumen de las mismas con una estimación del coste temporal que supondría cada fase, en base a datos aportados por la Compañía de Apoyo del Batallón de Zapadores XVI de Santa Cruz de Tenerife. Por otra parte, en la Figura 11 se puede observar un diagrama de Gantt que muestra los plazos de ejecución de las diferentes fases teniendo en cuenta la jornada laboral y las dependencias entre las diferentes fases.

1.	Replanteo	1 día
2.	Acondicionamiento del terreno	1 día
3.	Segundo replanteo	1 día
4.	Ejecución de zanjas y pozos	3 días
5.	Instalación de la red de saneamiento	8 días
6.	Instalación de la puesta a tierra	5 días
7.	Instalación de la fosa séptica	1 día
8.	Hormigonado de losas	2 días
9.	Curado del hormigón	7 días
10.	Asfaltado de la calle	5 días
11.	Instalación de contenedores	3 días
	<b>Total</b>	<b>37 días</b>

**Tabla 4.-** Relación de fases constructivas y estimación temporal. Fuente: el autor.



## **5. CONCLUSIONES**

La situación en lo referente a I/A con la que se encuentran las unidades de la BRILCAN ubicadas en la isla de Tenerife no es la más apropiada. Por diferentes motivos mencionados a lo largo de esta memoria, llevar a cabo un plan de I/A completo en su isla no es posible y necesitan desplazarse a las otras islas. Además, el transporte de material y personal hasta el CMT de “La Isleta” o el CMT de “Pájara” es muy costoso tanto económica como temporalmente.

La unidad al completo debe cumplir el PGPP debido a las necesidades operativas del ET, en el marco de operaciones actual. Para ello son necesarias unas instalaciones, que a pesar de no existir en Tenerife y por tanto limitar a las unidades de esta isla, sí que se pueden encontrar en el CMT de “Pájara”. Sin embargo, proyectar a la unidad hasta “Pájara” no resulta una tarea fácil y supone un coste enorme, por tanto, las unidades de Tenerife ven limitadas sus salidas a Fuerteventura para realizar ejercicios de I/A. Sumado a esto, el CMT de “Pájara” no cuenta con instalaciones para alojar personal, entonces, las condiciones en las que el personal realiza sus maniobras limita en gran medida el periodo de tiempo que éstas pueden estar de maniobras.

De este modo, la solución adoptada de construir una ZVB en el CMT de “Pájara” puede suponer un incremento en la optimización de las instalaciones de I/A en el archipiélago, ya que permitiría un mayor aprovechamiento de todas las posibilidades que ofrece el CMT de “Pájara”, que cuenta con todo tipo de instalaciones y además con la libertad que le confiere el hecho de estar considerado de Interés para la Defensa Nacional. Así pues, con esta ZVB las unidades podrán realizar maniobras de mayor duración en el tiempo, gracias a las mejores condiciones de vida, y por tanto una mayor explotación de las instalaciones, así como, del personal y material que suponen un gran coste de proyección.

Por último, destacar que a pesar de que es una opción muy factible y puede suponer unos resultados muy óptimos, no es la única solución posible. La optimización es siempre perfectible y siempre hay cosas que pueden mejorar la situación actual, por ejemplo, arreglar carreteras, optimizar el transporte de personal y material, construir nuevas instalaciones en la isla de Tenerife que permitan hacer ejercicios con fuego real, etc. Las posibilidades son infinitas. Cabe destacar que las líneas futuras y la dirección hacia la que marchan las actividades de I/A es la implementación en las unidades de simuladores. Este sistema permite realizar ejercicios sin apenas gastar material y ahorrando en transporte. Las posibilidades son muy variadas, desde planeamiento de ejercicios tácticos, hasta movimiento y avance en CZURB. Sería también una opción factible, la creación de un simulador de prácticas de explosivos, que a pesar de no ser tan completo para la I/A del personal, puede suponer una solución para las limitaciones existentes en Tenerife, que permitiría practicar con regularidad los procedimientos en este tipo de prácticas tan importantes y peligrosas.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de cada CMT en el archipiélago canario.....	24
Figura 2.- Esquema de la Zona de Dominio Público Hidráulico.....	33
Figura 3.- Ubicación de la posible de la ZVB (Opción 1).....	33
Figura 4.- Ubicación de la posible ZVB (Opción 2).....	34
Figura 5.- Foto aérea de la ubicación de la ZVB (Opción 2).....	34
Figura 6.- Antiguo Cuerpo de Guardia [13].....	34
Figura 7.- Planta del contenedor de 20 pies.....	35
Figura 8.- Planta de las duchas sobre contenedor de 20 pies.....	36
Figura 9.- Planta del contenedor WC de 20 pies.....	36
Figura 10.- Croquis sobre el terreno de la distribución general de las instalaciones de la ZVB.....	41
Figura 11.- Diagrama de Gantt de las fases de la obra.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Relación de instalaciones necesarias en un CMT según el tipo de unidad a la que apoyen [9].....	19
Tabla 2.- Relación de la existencia de instalaciones en los CMT del archipiélago canario [4][5][11][12][13].....	25
Tabla 3.- Factores de corrección de los cuadros de mando.....	28
Tabla 4.- Relación de fases constructivas y estimación temporal.....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.- Puntuación de las instalaciones basadas en las encuestas realizadas a los cuadros de mando.....	29
---	----



## GLOSARIO

**Adiestramiento Óptimo:** Nivel de adiestramiento que deben alcanzar las unidades para estar en disposición de desplegar en zona de operaciones.

**Agrupación de Apoyo Logístico:** Unidad del ET encargada del apoyo logístico de las demás unidades.

**Aviones no tripulados (UAV,s):** Una aeronave que vuela sin tripulación y es utilizada para la obtención de información sin poner en riesgo la vida del personal.

**Brigada Orgánica Polivalente:** Nueva organización de las unidades de entidad brigada del ET, por la que éstas deben contar con todo tipo de capacidades para el despliegue en zona de operaciones.

**Centro de Comunicaciones:** Conjunto de sistemas de información digital y telecomunicaciones para apoyar a la unidad en las funciones de mando y control.

**Centro de Formación:** Centro de Enseñanza del Ejército de Tierra, que tiene como principales misiones formar a los aspirantes tanto a soldado profesional como a reservistas voluntarios categoría de Oficial, Suboficial y Tropa.

**C-IED:** Conjunto de actividades que tratan de evitar la explosión de artefactos explosivos improvisados del enemigo.

**Comandancia General de Ceuta:** Es la unidad responsable de la defensa de España en la ciudad autónoma de Ceuta.

**Comandancia General de Melilla:** Es la unidad responsable de la defensa de España en la ciudad autónoma de Melilla.

**Combate asimétrico:** Tipo de conflicto en el que uno de los contendientes cuenta con más medios y personal. De ese modo, el contendiente más débil se sirve de otro tipo de tácticas para combatir a pesar de su inferioridad.

**Combate convencional:** Tipo de conflicto en el que las estrategias, tácticas y medios empleados son de carácter tradicional. Ambos contrincantes se muestran abiertamente hostiles y tienen una organización y medios similares.

**Combate en zonas urbanizadas:** Tipo de combate que tiene lugar en lugares con un elevado número de edificaciones, lo cual dificulta el avance y la localización exacta del enemigo.

**Combate Subterráneo:** Combate que se lleva a cabo en lugares subterráneos, con poco espacio para desplazarse y poca visibilidad.

**Conjunto:** Actividades militares que se desarrollan con la colaboración de los diferentes ejércitos de un país. En España ET, EA y Armada.

**Conjunto-combinado:** Actividades militares que se desarrollan con la colaboración de los diferentes ejércitos de diferentes países.

**Contrainsurgencia:** Conjunto de actividades políticas, económicas o militares que buscan poner fin a las hostilidades llevadas a cabo por un grupo de insurgentes que tratan de hacerse con el control del gobierno a través del desequilibrio político

**Dependencia funcional:** Dependencia que tiene una unidad en lo referente a prescripciones técnicas específicas. Por ejemplo, las unidades de especialidades de ingenieros dependen funcionalmente del Mando de Ingenieros.

**Dependencia orgánica:** Dependencia que tiene una unidad subordinada de su unidad superior. Por ejemplo, una compañía depende orgánicamente de un batallón.

**Dirección de Enseñanza, Instrucción, Adiestramiento y Evaluación:** Unidad subordinada del MADOC encargada de Enseñanza, Instrucción y Adiestramiento, Evaluación.

**Estabilización:** Tipo de misión militar cuyo objetivo es conseguir que se establezca un estado de paz en un país que se encuentra en crisis o conflicto.

**Empleo:** Rango dentro del ET dentro de las diferentes escalas. Por ejemplo, empleo de Capitán.

**Fuerzas de oposición:** Unidad con la que cuentan los CENAD para ejercer el rol de enemigo, con el fin de mejorar la simulación y la ambientación.

**Gran Unidad:** Las organizaciones de mayor tamaño (brigada y superiores), normalmente compuestas por unidades menores de distintas armas y cuerpos, son llamadas grandes unidades. Dentro de las grandes unidades, la brigada y la división se consideran grandes unidades elementales, y las formaciones mayores, grandes unidades superiores.

**Grupo Táctico:** Unidad de combate de entidad batallón reforzado con unidades de apoyo con el fin de conseguir todas las capacidades necesarias para realizar una misión.

**Instrucción individual del combatiente:** Conocimientos básicos y capacidades elementales de combate que debe adquirir el militar para posteriormente ejercer su función en una unidad.

**Interarmas:** Actividades militares que se desarrollan con la colaboración de las diferentes especialidades fundamentales del ET.



**Jornadas de I/A continuada:** Ejercicios de I/A que las unidades llevan a cabo en un periodo corto de tiempo, pero con una gran intensidad.

**Mando de Adiestramiento y Doctrina:** Unidad del ET encargada del Apoyo a la Preparación y más concretamente a los de Enseñanza, Instrucción y Adiestramiento, Evaluación operativa de las Unidades, Investigación, Doctrina, Organización y Materiales.

**Mando de Operaciones Especiales:** El Mando de Operaciones Especiales es el mando encargado de dirigir los Grupos de Operaciones Especiales del Ejército de Tierra de España. A su frente hay un General de Brigada. Actualmente está afincado en la ciudad de Alicante, barrio de Rabasa, en el Acuartelamiento Alférez Rojas Navarrete.

**Plan General de la Preparación:** Plan que tiene como finalidad establecer los objetivos a alcanzar por el sector de la preparación del ET.

**Puesto de Mando:** Lugar o instalación acondicionada para que el jefe de la unidad y su plana mayor lleven a cabo las funciones de mando y control.

**Unidades de operaciones especiales:** Unidades militares de gran versatilidad y preparadas para actuar en misiones que entrañan especial dificultad. Deben tener un alto nivel de preparación.

**Zona de Dominio Público Hidráulico:** Zona delimitada por el espacio que ocuparía el cauce alcanzado en la máxima crecida ordinaria. A partir de ésta se determinan la zona de policía, la rivera y la zona de servidumbre.

**Zonas de policía:** Zona colindante al cauce del río en las que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] *PD1-001, PUBLICACIÓN DOCTRINAL, Empleo de las Fuerzas Terrestres*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, diciembre de 2011.
- [2] *Constitución española de 1978*
- [3] *Boletín oficial del estado* Orden DEF/1265/2015, de 29 de junio, por la que se desarrolla la organización básica del Ejército de Tierra.
- [4] *NOP, Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, febrero de 2014.
- [5] *NOP, Normas de uso del CMT de BAE “Las Raíces”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, mayo de 2016.
- [6] *IG 10-11, INSTRUCCIÓN GENERAL, Sistema de Apoyo a la Preparación*. Estado Mayor del Ejército, diciembre de 2011.
- [7] *PGPP 15, Plan general de preparación”*. Estado Mayor del Ejército, julio de 2014.
- [8] *DIR 08-08, DIRECTIVA, Centros de adiestramiento y campos de maniobra y tiro como medios de apoyo a la instrucción y adiestramiento*. Estado Mayor del Ejército, julio de 2008.
- [9] *PLAN, Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, septiembre de 2008.
- [10] *IT 14-12, Instrucción técnica, dirección y gestión de los campos de maniobra y tiro del ejército de tierra*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, julio de 2012.
- [11] *NOP 2104-14, Normas de uso del CMT de BAE “La Isleta”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, septiembre de 2014.
- [12] *NOP, Normas de uso del CMT de BAE “Tcol. Valenzuela”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, noviembre de 2014.
- [13] *NOP, Normas de uso del CMT de IG “Pájara”*. Mando de Adiestramiento y Doctrina, marzo de 2014.
- [14] *DIR 06-12, DIRECTIVA, Acciones contra incendios forestales en los campos de maniobras y tiro, y otras propiedades asignadas al ejército de tierra*. Estado Mayor del Ejército, julio de 2012.
- [15] *CONSEJERÍA DE POLÍTICA TERRITORIAL. Legislación del Suelo y Ordenación Territorial*. 1988.

- [16] PÁGINA WEB, pagina web sobre protección medioambiental del gobierno de canarias: <http://www.gobcan.es/cmayot/espaciosnaturales/informacion/quees.html>, fecha de consulta 5 de octubre de 2016.
- [17] DECRETO 86-02, *Reglamento de Dominio Público Hidráulico*, Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas de Canarias, julio de 2002.
- [18] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Dormitorios sobre contenedor desmontable de 20 pies*, Mando de Apoyo Logístico, julio del 2000.
- [19] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Ducha sobre contenedor desmontable de 20 pies*, Mando de Apoyo Logístico, mayo del 2006.
- [20] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Contenedor WC de 20 pies (Modelo 2004)*, Mando de Apoyo Logístico, abril del 2006.
- [21] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Tienda modular polivalente*, Mando de Apoyo Logístico, diciembre del 2005.
- [22] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Tienda taller*, Mando de Apoyo Logístico, mayo del 2006.
- [23] PPT, PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS, *Cocina sobre contenedor de 20 pies (800 PL)*, Mando de Apoyo Logístico, abril del 2006.
- [24] CTE-DB-HS, CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN-DOCUMENTO BÁSICO, *Salubridad*, Ministerio de Fomento.
- [25] BDC-IVE, *Base de Datos de Construcción edición 2015*, Instituto Valenciano de la Edificación.
- [26] CTE-DB-SUA-8, CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN-DOCUMENTO BÁSICO, *Seguridad de utilización y accesibilidad-Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo*, Ministerio de Fomento.
- [27] CTE-DB-SE-AE, CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN-DOCUMENTO BÁSICO, *Seguridad estructural-Acciones en la edificación*, Ministerio de Fomento.
- [28] SOFTWARE INFORMÁTICO, *CYPECAD 2014*
- [29] PG-3, *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3)*, Ministerio de Fomento.
- [30] Boletín oficial del estado Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma de *Instrucción de Carreteras (IC) 6.1*, secciones de firme.

[31] CTE-DB-HS, CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN-DOCUMENTO BÁSICO, *Cimientos*, Ministerio de Fomento.

[32] EHE-08, INSTRUCCIONES, *Comisión Permanente del Hormigón*, Ministerio de Fomento.

[33] SOFTWARE INFORMÁTICO, *Generador de pliego general de condiciones técnicas y de seguridad y salud*, Instituto Valenciano de la Edificación.

[34] *Topografía y replanteos. Replanteos de obra y edificación*. Departamento de expresión gráfica arquitectónica de la Universidad Politécnica de Valencia. Salvador Castrillo Castelblanque, Helena García Solaz, Teresa Gil Piqueras, Enrique Hernández Muñoz

[35] *Catálogo de fosa séptica*, Empresa TADIPOL S.L.

[36] *Descripción técnica para MÓDULOS*, Empresa CONTAINEX.

[37] SOFTWARE INFORMÁTICO, *AUTOCAD 2016*.



## **ANEXO A: DESCRIPCIÓN INSTALACIONES DE I/A**

### 1. Campo de tiro para armas individuales (50, 100 y 200 m)

Lugares de amplia extensión destinados a una completa instrucción de las tropas en el tiro con municiones de guerra inferiores o iguales a 9mm. La forma debe ser, sensiblemente, rectangular con una longitud mínima de 50, 100 o 200m. respectivamente. En la Figura 12 se puede observar un ejemplo de un campo de tiro. Se rige por el “Reglamento de Campos de Tiro” (Estado Mayor Central, 1958), y la “Instrucción sobre Zonas de Instrucción de Orden Cerrado y Campos de Instrucción y Adiestramiento. M-1500” de la Dirección General de Infraestructuras del MD (1987) [9]. Se considera que el campo de tiro básico es el de 100 m con capacidad para 10 tiradores [9].



**Figura 12.-** Campo de tiro para armas individuales. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

### 2. Campo de lanzamiento de granadas de mano.

Un campo de lanzamiento de granadas de mano es una instalación permanente que permite realizar el lanzamiento de granadas de mano de guerra desde uno o más posiciones de lanzamiento, bajo la supervisión directa de los instructores. Se rige por la Instrucción Técnica 01/07 de MADOC sobre “Regulación de Instalaciones. Campos de Lanzamiento de Granadas de Mano”. En la Figura 13 se puede observar un ejemplo de un campo de lanzamiento de granadas de mano [9].



**Figura 13.-** Campo de lanzamiento de granadas de mano. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

### 3. Pasillo de fuego.

El pasillo de fuego es una instalación permanente que permite hacer prácticas que tienen como objetivo que el combatiente experimente una sensación de riesgo, familiarizándose con el ruido de las explosiones y los disparos de las armas automáticas. Para ello se desplaza reptando por debajo de unas alambradas al tiempo que se activan unas cargas explosivas próximas y se realiza fuego de ametralladora en el entorno de los ejecutantes. Está compuesto por varias calles, jalonadas y cubiertas por alambradas a las que se accede desde una posición inicial, unas sendas de salida de las calles que conducen a una posición final, asentamiento de ametralladoras, embudos para colocar explosivos, y un puesto de mando y dirección del ejercicio como se puede observar en el ejemplo de la Figura 14 [9].

Se rige por la Instrucción Técnica 03/05 de EME sobre “Regulación de Instalaciones y Ejercicios. Pasillos de Fuego” [9].

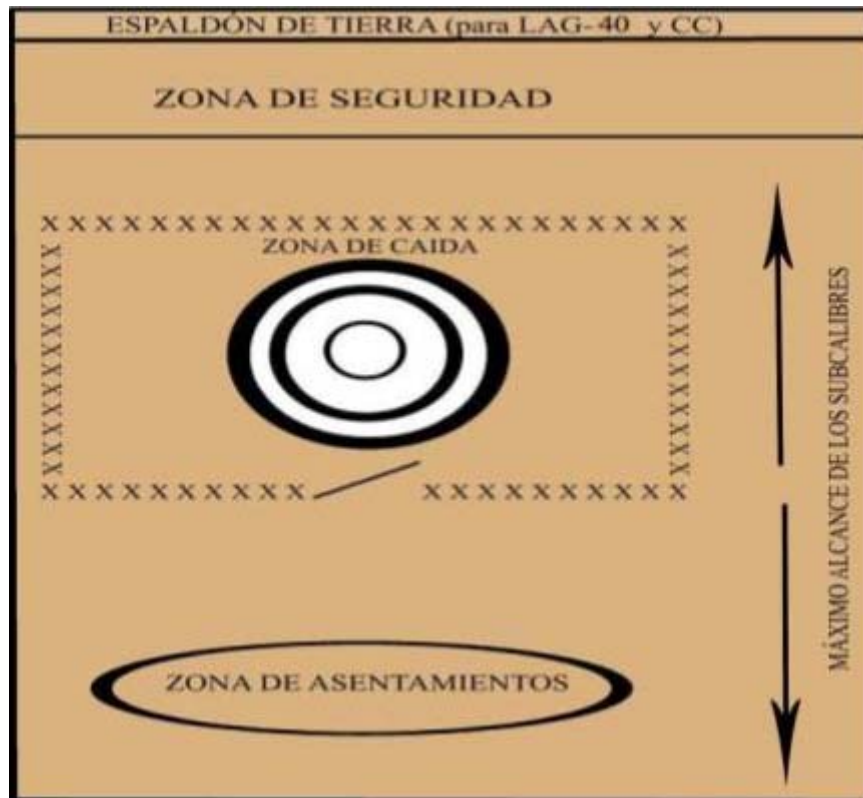


**Figura 14.-** Pasillo de fuego. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

### 4. Campo de tiro para subcalibre de morteros, munición de lanzagranadas de 40mm, subcalibre para vehículos acorazados o mecanizados y munición de alcance reducido.

Zonas de terreno de forma sensiblemente rectangular que contienen una zona de asentamiento para las armas y una zona de caída de proyectiles o espaldón, siendo la longitud de dicha zona acorde al alcance de la munición empleada por los diferentes tipos de subcalibre utilizados. Está diseñada única y exclusivamente para el uso de municiones lastradas o de ejercicio, estando prohibido el uso de municiones de guerra. Debido a esta prohibición, no es necesario que este tipo de campo tenga carácter permanente, sino que puede ser montado y organizado temporalmente en el interior de un campo de tiro o zona de terreno adecuada tomando las medidas de seguridad necesarias para evitar el paso o permanencia de personal en dicha zona. En la Figura 15 se puede observar un croquis de los elementos de la instalación [9].

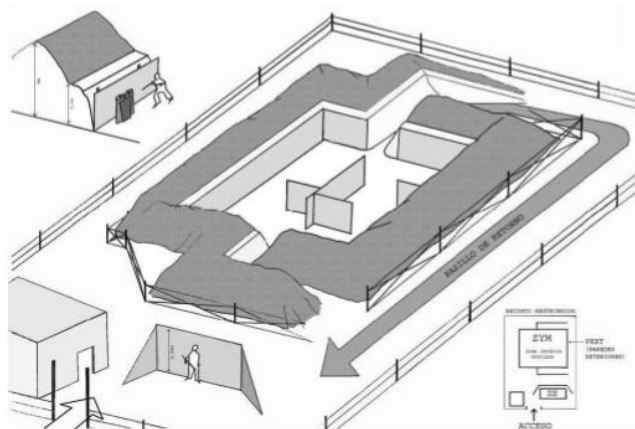




**Figura 15.-** Croquis campo de tiro. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

### 5. Casa de tiro para fuego real.

Se rige por la IT 01/06 de MADOC “Instalaciones para Instrucción con Fuego Real en el Interior de Edificios (Casa de Tiro)”. Consiste en una construcción de una planta con paredes exteriores con capacidad de absorber los impactos que distribuida en habitaciones como si fuera el interior de una casa, permite hacer fuego real de armas individuales en su interior. La Figura 16 muestra el dibujo de un ejemplo de casa de tiro para fuego real [9].



**Figura 16.-** Casa de tiro para fuego real. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 6. Foso de tiro instintivo.

Son corredores o pasillos a cielo abierto, que al estar delimitados con protección frontal y lateral (normalmente por merlones de tierra), permiten que el personal se desplace realizando fuego real a lo largo de un recorrido que obliga a disparar desde distintas posiciones de tiro a diferentes tipos de blancos, como se muestra en la Figura 17 [9].



**Figura 17.-** Foso de tiro instintivo. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 7. Polígono abierto de instrucción en CZURB.

Son estaciones descritas en el manual MI4-001 realizadas con materiales de obra (ladrillo, bloques de hormigón) para facilitar su mantenimiento. En ellas se puede hacer instrucción de CZURB hasta nivel pelotón, sin munición de guerra. Comprende las siguientes estaciones, que se puede observar en la Figura 18 [9]:

- Nº 1. Paso de obstáculos y combate
- Nº 2. Edificio para técnicas de limpieza
- Nº 3. Tiro de TR-90 y GRM de instrucción.
- Nº 4. Avance por calles
- Nº 5. Limpieza de edificios de una calle
- Nº 8. Movimiento subterráneo.

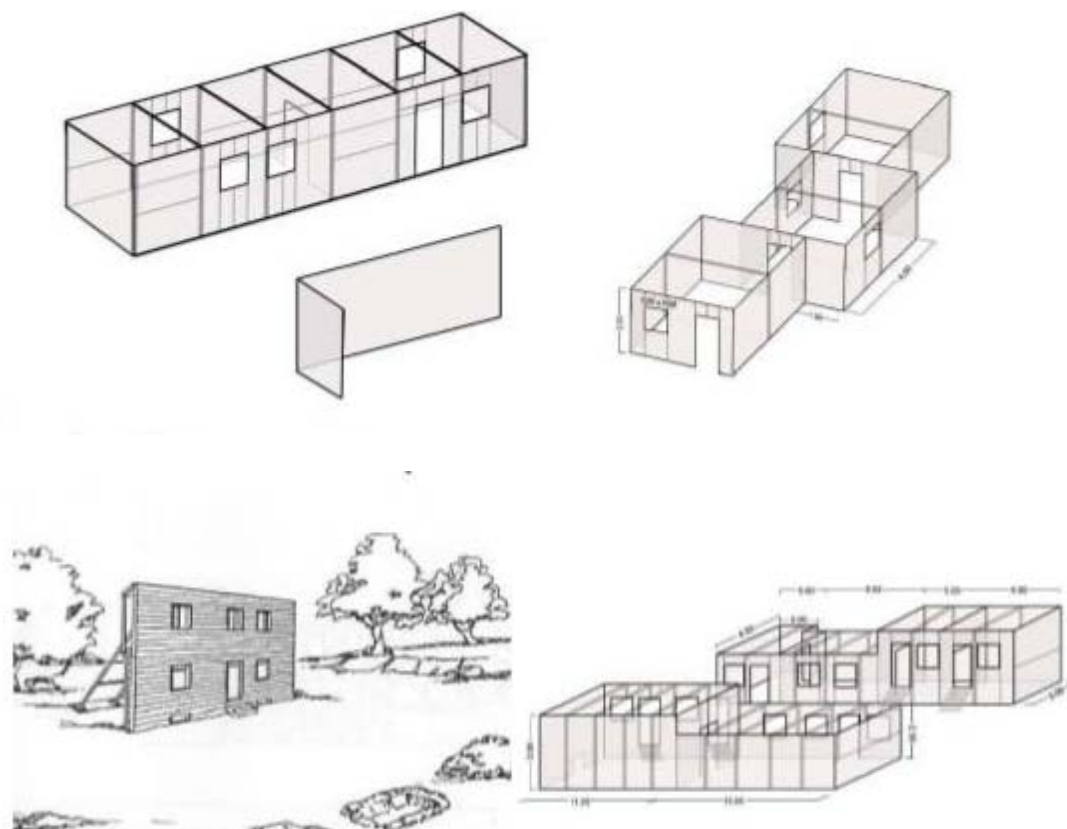


Figura 18.- Polígono abierto de CZURB. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

#### 8. Pista de lanzamiento para granadas de mano de ejercicio o instrucción.

Consiste en un recorrido con objetivos de distintos tipos y a distancias variables, para ejercitar al combatiente en el lanzamiento de granadas de mano. Solo está diseñada para el uso de granadas de ejercicio o instrucción, en ningún caso en el de granadas de guerra. En la Figura 19 se puede ver un esquema de la instalación [9].

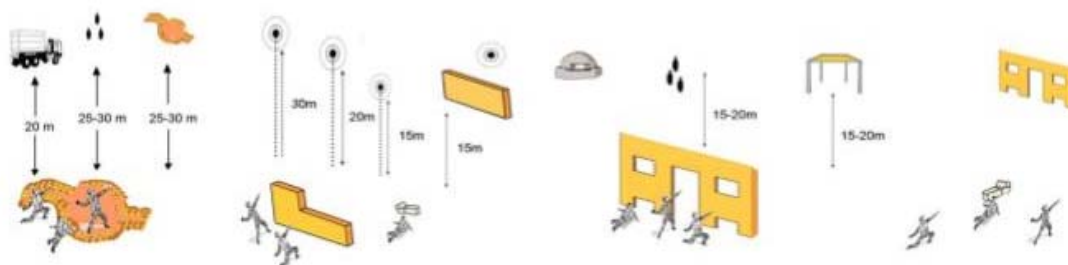


Figura 19.- Pista de lanzamiento para granadas de mano de ejercicio o instrucción. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 9. Pista de tiro para entrenador de lanzagranadas TR-90.

Consiste en un recorrido similar al de granadas de mano, pero adaptado al entrenador de subcalibre TR-90 para lanzagranadas desechable. En la Figura 20 se puede ver un esquema de la instalación [9].



**Figura 20.-** Pista de tiro para entrenador de lanzagranadas TR-90. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 10. Campo de tiro para carros de combate, vehículos mecanizados, vehículos de reconocimiento y combate de caballería y vehículos de exploración de caballería.

Lugares de gran extensión destinados a una completa instrucción de las tripulaciones de vehículos acorazados y mecanizados en el tiro. Su longitud debe ser de al menos 2000 m. No tienen que estar explanados en toda su extensión como los de armas individuales y deben contar con blancos electrónicos, abatibles y móviles [9].

## 11. Polígono de CZURB nivel Sección/Cía

Se construirá, a ser posible, sobre la base de las instalaciones ya existentes, complementándose con nuevas construcciones hasta conseguir un volumen que permita la I/A en su interior de unidades hasta nivel sección/compañía. Se basarán en construcciones de bloque de hormigón, aprovechándose en su caso zonas de contenedores para ampliar el núcleo urbano disponible. Estos polígonos incluirán una serie de estaciones temáticas como la casa de trampas, las estaciones 1,2, 4 y 5 del MI4001

(edición 1997), así como la estación N° 2 para instrucción C-IED denominada “travesía urbana”. También pueden incluir circuitos de instrucción individual/equipo para paso de obstáculos específicos en CZURB. En la Figura 21 se puede ver un polígono de esta entidad [9].



**Figura 21.-** Polígono de CZURB nivel sección/Cía. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

#### 12. Pista específica de CZURB.

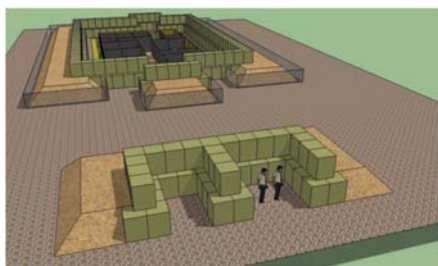
Instalación que tiene como objeto el ser utilizada en el desarrollo de algunas fichas de instrucción del MI de Combate en Zonas Urbanas (entrada a piso superior mediante pértiga, por ejemplo), y, por otra parte, el ser utilizada para hacer en ella un recorrido basado en elementos urbanos que se pueda realizar como ejercicio periódico (como componente de una Pista de Aplicación Militar) [9].

#### 13. Campo de tiro para tiradores de precisión (500, 800 y 1500m.)

Lugares de gran extensión destinados a una completa instrucción de los tiradores de precisión con municiones de guerra de hasta 12,70mm. Su longitud debe ser de al menos 500, 800 y 1500m respectivamente. No tienen que estar explanados en toda su extensión como los de armas individuales y deben contar con blancos electrónicos, abatibles y móviles [9].

#### 14. Polígono de fuego real para instrucción en CZURB.

Son las estaciones 1, 2, 4, y 5 descritas en el manual MI4-001 realizadas con materiales que impiden rebotes (madera y tela), y rodeadas de merlones para impedir que los proyectiles salgan fuera del recinto de cada estación. La Figura 22 muestra un ejemplo de este tipo de instalaciones [9].



**Figura 22.-** Polígono de fuego real para instrucción en CZURB. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

#### 15. Posición defensiva de sección y compañía.

Son zonas de terreno en las que se ha preparado una posición defensiva real a perfil completo de sección o de compañía con sus pozos de tirador, ramales, puestos de municionamiento, PC,s, y obstáculos [9].

#### 16. Pista de conducción de vehículos de ruedas /cadenas

La pista de Conducción de vehículos de ruedas /cadenas, es una serie de tramos de pista, obstáculos y pendientes como los de la Figura 23, acondicionadas al tipo de vehículo, según sus características. Tendrá por objeto acrecentar las habilidades del conductor en el paso de accidentes del terreno más frecuentes en campo abierto. Sus dimensiones son variables en función del número de obstáculos que se instalen [9].



**Figura 23.-** Pista de conducción de vehículos ruedas/cadenas. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

#### 17. Campo de explosivos.

Un Campo de Explosivos es una instalación permanente que permite realizar en su interior ejercicios con la finalidad de instruir y habituar al ejecutante en el empleo de explosivos. Se clasifican en varios tipos, según la carga máxima autorizada a explosionar en su interior, y pueden disponer de abrigo, para facilitar el control de las explosiones y reducir los desplazamientos del personal participante [9].

#### 18. Instalaciones de I/A contra artefactos explosivos improvisados (C-IED).

##### 18.1. Pista de indicios.

Dos instalaciones diferenciadas. Un aula exterior no cubierta, con cerramiento perimetral en base a alambrada civil de única puerta de acceso y, por otro lado, una caseta de obra situada en las inmediaciones del aula exterior con la finalidad de almacenar el



material sensible a exponer durante las prácticas. En el interior de la pista de indicios, se simulan todas las posibles formas y modelos de IED,s encontrados en zona de operaciones, así como los indicios que se deben tener en cuenta para su localización. La pista de indicios consta de un camino que desde la puerta de acceso rodea un merlón central terminando otra vez en la puerta inicial. A ambos lados del camino y de forma aleatoria, se recrean diferentes artefactos simulados, así como, indicios de los mismos, cada uno de ellos en su escenario correspondiente. La Figura 24 muestra una foto aérea de este tipo de instalación [9].



**Figura 24.-** Fotografía aérea de la pista de indicios del CMT “Pájara”. Fuente: Google maps

## 18.2. Travesía urbana (C-IED).

Consiste en configurar mediante el adecuado mobiliario urbano el escenario de uso habitual de IED. Este mobiliario podrá consistir, entre otros, en los siguientes elementos: farolas, bancos, papeleras, señales de tráfico, guardarrailes, arquetas, vehículos estacionados y líneas eléctricas y telefónicas aéreas, como el ejemplo de la Figura 25 [9].



**Figura 25.-** Travesía urbana C-IED. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

### 18.3. Autovía (C-IED).

Las unidades identificarán estos tramos asfaltados dentro de las carreteras o caminos interiores que dispongan en sus BAE,s o CMT y los usaran a estos efectos, siempre que sea compatible con el empleo original y habitual de estas vías y se haga con plenas garantías de seguridad [9].

El tramo que se propone estaría compuesto en un primer tramo por una carretera utilizada normalmente como ruta principal (MSR), con dos calzadas de dos carriles cada una, separadas en algún punto por mediana, y otro tramo de carretera de calzada única con un carril para cada sentido de circulación. A ésta se añadirán la señalización, los elementos en las márgenes, los arranques de enlaces y aquellas otras modificaciones estructurales necesarias para conseguir la ambientación buscada [9].

Debería tener la longitud suficiente para que las unidades pudieran variar o adaptar las formaciones de marcha en función de los obstáculos o amenazas identificadas [9].

### 18.4. Itinerario patrulla en pista rural (C-IED).

Deberá tener los siguientes componentes:

Pista a media ladera, que impida el movimiento transversal a ambos lados de la pista, cambio de rasante, de forma que en el momento del descreste el conductor/Jefe de vehículo no tenga visibilidad sobre el camino, curva cerrada de 180º que obligue a aminorar la velocidad de los vehículos y en la que se pierda el control visual de la unidad, paso por cauce natural de agua, paso sobre tajeas y estrechamientos o encajonamientos naturales del camino, con piedras, derrumbes naturales del terreno o similar [9].

### 18.5. Itinerario patrulla a pie en pista rural (c-ied).

Deberá tener los siguientes componentes: Pista a media ladera, que impida el movimiento transversal a ambos lados de la pista, cruce de cauce natural de agua, cruce de tajeas y estrechamientos o encajonamientos naturales del camino, con piedras, derrumbes naturales del terreno [9].

## 19. Polígono de CZURB nivel GT/ BR

Serán capaces de facilitar el adiestramiento de GT interarmas, estando el de “San Gregorio” orientado a las unidades pesadas y el de “Chinchilla” a las ligeras. El del CENAD “Chinchilla” estará basado en una ampliación del proyecto propuesto para las unidades tipo brigada de forma que se llegue a multiplicar por tres (3) el área allí planeada. El del CENAD “San Gregorio” es un proyecto bastante más amplio, formado por más de 450 construcciones con edificios de hasta 4 plantas [9].



## 20. Pista de aplicación militar

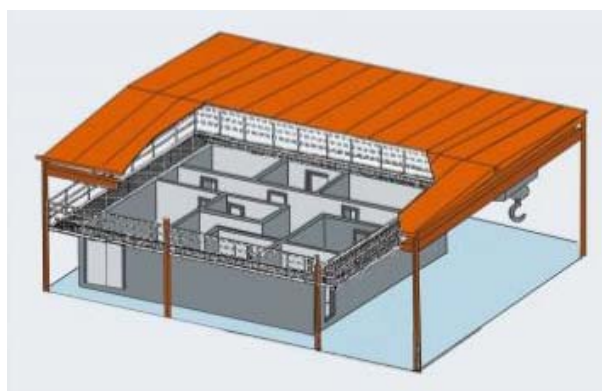
Son instalaciones en campo abierto formadas por obstáculos que faciliten los ejercicios físicos tipo de Gimnasia de Aplicación Militar o de Combate. En el MI7-007 (Adiestramiento Físico Militar. 1996) se describe un ejemplo de pista con 26 obstáculos. En la Figura 26 se puede observar una pista de aplicación militar [9].



**Figura 26.-** Pista de aplicación militar. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 21. Locales configurables (paneles móviles) para instrucción CZURB.

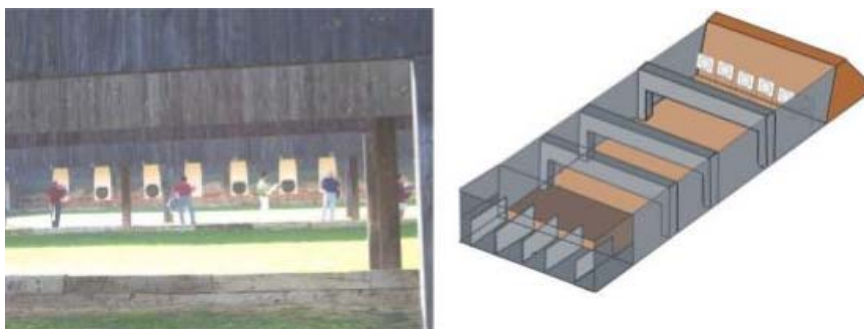
Instalaciones que, simulando el interior de un edificio, ofrecen distintos tipos de distribución de pasillos y habitaciones, para practicar ejercicios de movimiento y enfrentamiento con munición no letal. Las paredes pueden ser móviles, para dar variedad de opciones en escenarios interiores. La Figura 27 es un ejemplo de diseño de un local configurable [9].



**Figura 27.-** Local configurable. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 22. Galerías de tiro abiertas

Son instalaciones que permiten realizar ejercicios de tiro de armas ligeras desde posiciones estáticas a 25, 50 y 100 mts. Disponen de protección a base de paredes, marquesinas, y cámara de recopilación de impactos, para evitar que salgan proyectiles fuera del recinto. Es una alternativa al Campo de Tiro en las ocasiones en que estos están muy alejados de los acuartelamientos. Se rige por la “Instrucción de Galerías de Tiro Abiertas para su empleo en las FAS” de la Dirección General de Infraestructuras del MINISDEF. En la Figura 28 se puede observar una galería de tiro [9].



**Figura 28.-** Galería de tiro abierta. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.

## 23. Sala negra.

Instalaciones generalmente ubicadas en el interior de una Base, Acuartelamiento o Establecimiento (BAE), que permiten hacer instrucción nocturna en materias muy concretas exentas de riesgo [9].

## 24. Sala de identificación de materiales.

Instalaciones generalmente ubicadas en el interior de una Base, Acuartelamiento o Establecimiento (BAE), que, dotadas de una serie de medios, como maquetas, programas de ordenador, fotografías, proyector, etc. Permiten aprender a identificar armamento, material y vehículos, tanto propios como de otros ejércitos [9].

## 25. Torre multiusos

Torre específica para realizar movimientos verticales, rapel, fast rope, subida escaleras y otro tipo de prácticas para acceder a edificios, como se puede observar en la Figura 29 [9].

**Figura 29.-** Torre multiusos. Fuente: Plan de instalaciones de apoyo a la preparación en los CENAD/CMT/BAE.



26. Pista de silencio.

Recorrido que pasa por varios obstáculos encaminados a hacer consciente al personal que los franquea de la importancia del ruido en los desplazamientos del combate nocturno, y a adquirir técnicas de franqueamiento de los obstáculos provocando el menor ruido posible [9].

27. Pista de decisión

Recorrido que pasa por varios obstáculos encaminados a adquirir técnicas de franqueamiento, evaluar la decisión del combatiente mediante pruebas de riesgo controlado y contribuir con ello al endurecimiento físico y psíquico, la coordinación y el espíritu de equipo. Esta pista puede ser equivalente a la antigua pista de aplicación militar, completándola con los obstáculos necesarios para conseguir la finalidad descrita [9].



## **ANEXO B: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LAS CUMBRES”**

El CMT de BAE “Las Cumbres” se encuentra en el término municipal de Arico perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife. Su acceso principal es la carretera que une el municipio de San Cristóbal de La Laguna con El Rosario (TF-24). Además, cuenta con otros cuatro accesos, por La Orotava (TF-21), por Chio (TF-38), por San Isidro-Granadilla-Vilaflor (TF-21) y por Güimar-Arafo-El Teide (TF-523). Todo ello se puede observar en la Figura 30 [4].

Los puertos más cercanos son el de Santa Cruz de Tenerife a 53 km y el de Los Cristianos a 50 km. Por otra parte, los aeropuertos más cercanos son el aeropuerto Norte “Los Rodeos” a 40 km y el aeropuerto sur “Reina Sofía” a 45 km [4].



**Figura 30.-** Delimitación y accesos CMT “Las Cumbres”. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

El CMT a su vez se divide en diferentes zonas. En cada una de ellas se realizan diferentes tipos de ejercicios. Las zonas son:

-Zona logística (A): Se establece una zona de vivac de activación temporal para estacionamiento de unidades. Si no se activa, podrá ser utilizada también para movimiento de Unidades, Puestos de Mando y Observatorios. Se trata de un área apta para vivac en la zona Norte del CMT con capacidad para unidad tipo Batallón, aunque sin instalaciones permanentes ni semipermanentes. Está zona es la marcada de color azul en la Figura 31 [4].



**Figura 31.-** Zona logística. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

– Zona de asentamientos de las armas, Puestos de Mando y Observatorios (B): Zona donde se podrá asentar las armas colectivas de Batallón/Grupo, no existe ningún tipo de instalación permanente. Está zona es la marcada de color amarillo en la Figura 32 [4].



**Figura 32.-** Zona de asentamientos de armas. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

– Zona de caída de proyectiles (1, 2, 3): Consiste en unas zonas de terreno marcadas con mojones y carteles de peligro en su perímetro y que se utilizarán para como punto de impacto o se encontrarán en la dirección de tiro de las armas que se utilicen y que están autorizadas en estas normas. Las ZCP autorizadas son las siguientes: ZCP nº1: Zona del vértice colmenas, ZCP nº2: Zona de Fuente siete fuentes (349675 – 3126950) que se encuentra en el barranco de los sauces entre el vértice Colmenas y montaña Yeja y ZCP nº3: Montaña negra o del volcán. Está zona es la marcada de color verde en la Figura 33 [4].



**Figura 33.-** Zona de caída de proyectiles. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

– Zona restringida para ejercicios de fuego real (C): Comprende las Zonas de Caídas de Proyectiles (ZCP) y la zona para la realización de ejercicios de fuego real [4].

– Zona de I/A para unidades (D) Esta zona será utilizada por las unidades para otras actividades de instrucción y adiestramiento (recorridos topográficos, marchas, combate asimétrico, Patrullas a pie, montaje de bases de patrullas, cercos y batidas, activación de HLZ...) en esta zona del CMT se podrá utilizar munición de fogueo. Está zona es la marcada de color rojo en la Figura 34 [4].



**Figura 34.-** Zona I/A para unidades. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

– Zona de Seguridad (B, D): Se considera Zona de Seguridad todo el CMT (excepto la Zona Logística) cuando se esté realizando ejercicios tácticos con fuego real en la Zona Restringida [4].



Cabe destacar que a pesar de estar definidas las zonas de caídas de proyectiles, así como, zonas para ejercicios de fuego real, está prohibido realizar cualquier tipo de ejercicio de fuego real. Estas restricciones son debidas a motivos medioambientales, ya que el CMT se encuentra en las proximidades del Parque Nacional del Teide [4].



**Figura 35.-** Las distintas zonas del CMT “Las cumbres”. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “Las Cumbres”.

La cartografía militar que se emplea en el CMT “Las Cumbres” es la siguiente:

– Mapa Militar de España Serie L (1/50.000)

HOJA 38-41 y HOJA 39-41

– Mapa Militar de España Serie 5V (1/25.000).

HOJA 77-80 TEIDE y HOJA. 77-81 LAS CAÑADAS DEL TEIDE.

– Instituto Geográfico Nacional (1/25.000) HOJA 1092-III. IZAÑA

HOJA 1096-II. LAS NIEVES

– Ortoimagen aérea Campo de Maniobras y Tiro “Las Cumbres” (1/10.000) [4].

El CMT no cuenta con ningún tipo de instalación permanente.



## **ANEXO C: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LAS RAÍCES”**

El CMT de BAE “Las Raíces” se ubica en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna, perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife. Para acceder a las instalaciones del CMT, se hace a través de la carretera comarcal C-824 que va de San Cristóbal de La Laguna hasta el Portillo de la Villa municipio próximo al antiguo cuartel homónimo al CMT [8].

Por otra parte, los puertos y aeropuertos más próximos son el puerto de Santa Cruz de Tenerife y el aeropuerto de Tenerife Norte “Los Rodeos” [5].

El CMT se divide a su vez en diferentes zonas:

En primer lugar, una zona compuesta por tres campos de tiro de los cuales dos de ellos son de 100 m y el otro de 285 m, este último dispone de caza balas, se pueden ver en la Figura 36. Cabe destacar que está prohibido realizar ejercicios de fuego real fuera de los campos de tiro, así como, el tiro de misiles contracarro, lanzagranadas C-90 o similares. Por otra parte, solo está permitida la realización de ejercicios de tiro con calibres de fusilería 5,56 x 45 mm OTAN o munición de arma corta de 9 mm. Por tanto, queda prohibido el uso de municiones de calibre superior. A su vez cuenta con una zona para aparcar vehículos [5].



**Figura 36.-** Fotografía aérea de los campos de tiro del CMT “Las Raíces”. Fuente: Google maps

Por otra parte, el CMT “Las Raíces” cuenta también con las instalaciones del antiguo acuartelamiento homónimo al CMT, que se pueden ver en una fotografía aérea en la Figura 37. De este modo, el antiguo establecimiento se ha reformado para convertirse en una casa instrumentalizada, es decir, un local con paneles configurables para que las unidades puedan llevar a cabo actividades de I/A. Además, en este mismo recinto hay habilitada una pista para instrucción de personal en conducción todoterreno [5].



**Figura 37.-** Fotografía aérea del antiguo acuartelamiento “Las Raíces”. Fuente: Google maps

La cartografía militar para este CMT es:

- Mapa serie L, E 1:50.000, cuadrículas 68-49 y 69-49.
- Coordenadas: X= 368.750, Y= 3.149.600, Z= 715 [5].

## **ANEXO D: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “LA ISLETA”**

El CMT de “La Isleta” se encuentra ubicado en la zona denominada la Isleta, en el término municipal de Las Palmas de Gran Canaria, y anexo a la Base “General Alemán Ramírez”. Su acceso se puede llevar a cabo por la autovía Gran Canaria 1. Además, se encuentra cerca del puerto de Las Palmas y del puerto de la Luz, así como, del aeropuerto de Gran Canaria en el término municipal de Telde. En la Figura 38 se puede ver una foto aérea del CMT “La Isleta” [11].



**Figura 38.-** Fotografía aérea del CMT “La Isleta”. Fuente: Google maps.

El CMT a su vez se divide en las siguientes zonas:

- Zona de Maniobra, que se subdivide en: una explanada central apta para la instrucción individual y colectiva y el despliegue de Unidades hasta nivel sección y para vivaquear, en la alineación montañosa Montaña Coloradas-Vértice Isleta cuyo uso está condicionado por su perfil montañoso resultando apta para la instrucción individual y colectiva y el despliegue de Unidades hasta nivel sección y en la alineación montañosa “Montaña Vigía Conos volcánicos Noreste”, esta zona se considera no apta para la instrucción; además de ser la zona de caída y rebotes de los proyectiles de los campos de tiro “E” y “C” [11].

- Campo de tiro “Gacela”: zona apta para los asentamientos de tiro de Artillería Antiaérea, también se puede vivaquear o efectuar el despliegue de puestos de mando hasta nivel Brigada. En la Figura 39 se puede observar una fotografía aérea del campo de tiro “Gacela” [11].



**Figura 39.-** Fotografía aérea campo de tiro “Gacela”. Fuente: Google maps.

- Campo de tiro “E”: Zona apta para el tiro de armas individuales, lanzagranadas, ametralladoras y uso del campo de tiro para adiestramiento de explosivos. Dispone de un caza balas. Se pueden efectuar despliegues y ejercicios de tiro hasta nivel sección. Está permitido el tiro desde helicópteros. En la Figura 40 se puede observar una fotografía aérea del campo de tiro “E” [11].



**Figura 40.-** Fotografía aérea del campo de tiro “E”. Fuente: Google maps.

- Zonas de Caída de proyectiles: Situada en la cara E del vértice “Isleta” con una longitud aproximada de 400 m en el campo de tiro “E”. o Situada en la cara W de la alineación de los vértices volcánicos y la montaña de la Atalaya a la altura de los campos de tiro “C” y “D” [11].

- Zonas de asentamiento-Vivac y Puestos de Mando-Observatorios: Únicamente se podrá establecer vivacs en las zonas de la explanada central y en las inmediaciones de la Casa del Brigada (459700,3115550). Se puede efectuar el despliegue de puestos de mando hasta nivel Brigada en la zona de la explanada central. En la Figura 41 se puede observar una fotografía aérea de las zonas de asentamientos-vivac y PC [11].



**Figura 41.-** Fotografía aérea zonas de asentamiento y puestos de mando. Fuente: Google maps.

Dentro de estas diferentes zonas, el CMT cuenta con las siguientes instalaciones encaminadas a apoyar la I/A de las unidades:

- Pista de Combate en Zonas Urbanizadas (antigua Galería de Tiro “A”). Está situada al sur del CMT. (458310, 3115600). La NOP 2108/12 regula el uso de esta instalación. La finalidad fundamental de la instalación es recrear una serie de estaciones de combate en zona urbana integrando áreas de entradas a interiores, progresión en interiores, salidas de interiores a zonas despejadas, progresión en zonas abiertas, avance en zonas subterráneas y estación técnica de rotura de cristales, teniendo en cuenta la posibilidad de combinar diferentes técnicas de escala y trepa en algunas estaciones. La instalación permite el uso de vehículo TT tipo ANIBAL y VAMTAC en el tramo final de la misma. En la Figura 42 se puede observar una fotografía del interior de la instalación [11].

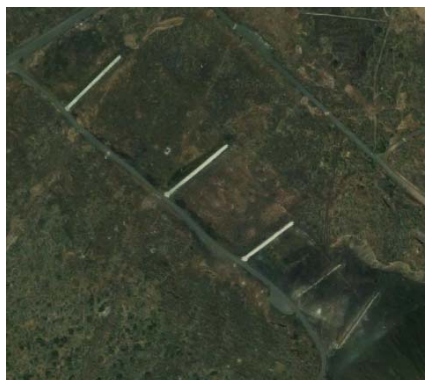


**Figura 42.-** Fotografía interior de la pista de CZURB. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “La Isleta”.

- Galería de Tiro “B”. Está situada al Sur del CMT, junto a la Pista de Combate en ZURB. (458340, 3115600). Esta galería de tiro, cuenta con seis puestos de tirador cubiertos para una distancia de 25 m. No está operativa por motivos de seguridad (Posibilidad de rebotes y está pendiente de una completa remodelación) [11].



- Campo de Tiro “C”. Situado al Norte de la explanada central. (459150, 3115780)  
Apto para tiro con pistola y fusil hasta 300 metros. Consta de tres líneas de tiro con capacidad para 15 tiradores, es de forma rectangular, cuenta con un buen espaldón de tiro, un foso en la línea de blancos y banquetas para puestos de tirador a diferentes distancias (100-200-300 m). Dispone a su vez de un puesto de tirador en la carretera de acceso al FARO, para Ejercicios de Tiro de Precisión. Para su uso, las Unidades implicadas deberán cortar el acceso a las carreteras y zonas adyacentes al Campo de Tiro “C”. En la Figura 43 se puede observar una fotografía aérea del campo de tiro “C”[11].



**Figura 43.-** Fotografía aérea del campo de tiro “C”. Fuente: Google maps.

- Campo de Tiro “D”. Situado al S del campo de tiro “C”, (459220,3115580).  
Válido para ejercicios de hasta 100 metros. Tiene capacidad para 15 tiradores. Este campo es de forma rectangular, cuenta con un espaldón de gran tamaño, pero carece de fosos, es apto para tiro con pistola y fusil. En él se pueden realizar recorridos de tiro instintivo. En la Figura 44 se puede observar una fotografía aérea del campo de tiro “D” [11].



**Figura 44.-** Fotografía aérea del campo de tiro “D”. Fuente: Google maps.

- Campo de Tiro “E”. Situado en la falda E del vértice “Isleta”. (459250,3116325). Es un terreno de suelo irregular, en su mayor parte volcánico, con espaldón de caída de proyectiles constituido por la falda E de la Montaña del Faro, con una distancia máxima de tiro de unos 400 m. Campo de tiro apto para pistola, fusil, ametralladora, lanzagranadas y de explosivos. En este campo se realizan temas de fuego real de nivel Cía. Con distancias reducidas, también se usa para el tiro de subcalibre de Mortero. Dispone a su vez de un cazabalas para Ejercicios de Tiro de Precisión [11].

- Campo de Tiro “F”. Situado en la explanada central del CMT, está constituido por una pequeña depresión del terreno, cercado por una alambrada circular de unos 50 m. de diámetro y dotado de parapetos para el lanzamiento de granadas de mano. Está inoperativo por no reunir las condiciones mínimas de seguridad [11].

- Campo de Tiro “Gacela”. Situado en una explanada al N del CMT (460000, 3116125) es apto para el tiro de artillería antiaérea. Consta de una zona de asentamiento desde la cual se efectúan los ejercicios de tiro hacia el mar en dirección N. También se pueden realizar desde él, el despegue y aterrizaje de aviones blanco teledirigido [11].

- Casa de Tiro. Es una instalación permanente en la que se realizan ejercicios con arma larga con la finalidad de instruir y habituar al personal ejecutante, en el combate con fuego real en el interior de edificios. Se encuentra en la zona más septentrional del Campo de Tiro “D”. En la Figura 45 se puede observar una fotografía aérea de la casa de tiro [11].



**Figura 45.-** Fotografía aérea de la casa de tiro. Fuente: Google maps.

- Torre Multiusos de la Base “G.A.R.” (TM). Es una instalación de apoyo al adiestramiento de Técnicas para el combate en edificaciones y la práctica de procedimientos de inserción. Es un edificio de 24 metros cuadrados de base, que consta de tres alturas, distribuyendo en su parte exterior e interior una serie de elementos que posibilitan determinados aspectos específicos de la IAE de las Unidades usuarias. Está situada en la Zona Norte de la Base “General Alemán Ramírez”, en la explanada situada frente al acceso a la ZM de “La Isleta” [11].

- Polígono de Combate en Zona Urbana (PCZURB): Para la realización de temas de Combate Urbano y reconocimiento de casas aisladas, el CMT cuenta con restos de diferentes edificios repartidos por todo el campo, que permite la instrucción de combate en población. Además, aprovechando las instalaciones existentes del antiguo “Polvorín del Pastor” (59050-16020), se ha construido un Polígono de Combate en Zona Urbana, acondicionando una antigua edificación, colocando y construyendo distintos paneles de metal y muros, simulando edificios, calles y diferentes puertas y ventanas para realización de instrucción de este tipo, siendo factible el control y la dirección del mismo desde la azotea del edificio principal, así como las instalaciones de la Pista de Combate en Zonas Urbanizadas. En las Figura 46 y 47 se puede observar el polígono de CZURB [11].



**Figura 46.-** Fotografía aérea del polígono de CZURB. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “La Isleta”.



**Figura 47.-** Fotografía del polígono de CZURB. Fuente: Normas de uso del CMT de BAE “La Isleta”.



- Zona de combate subterráneo: La finalidad fundamental de la instalación es tener habilitada unas galerías subterráneas en la montaña del Vigía para su utilización en la instrucción de las distintas unidades en combate urbano, contemplando movimientos y acciones tanto ofensivas/defensivas en recintos cerrados de escasa visibilidad incluyendo acciones con IED, s. Se trata de una serie de habitáculos enlazados por galerías de una longitud total aproximada de 300 metros donde se han instalado una serie de accesos y aspilleras que permiten la entrada de luz natural y ventilación de la misma. Además, se han adecuado salidas de emergencia con puertas de apertura rápida. En la Figura 48 se puede observar una fotografía aérea de la zona de combate subterráneo [11].



**Figura 48.-** Fotografía aérea de la zona de combate subterráneo. Fuente: Google maps.

La cartografía a emplear es:

- Mapa Militar de España Serie 5V ESCALA 1:25.000. Hojas 84-81; 84-82.
- Mapa Militar de España Serie L 1:50.000. Hojas 42-41.
- Mapa Militar de España Serie 2C 1:200.000. Hojas 11-11 [11].

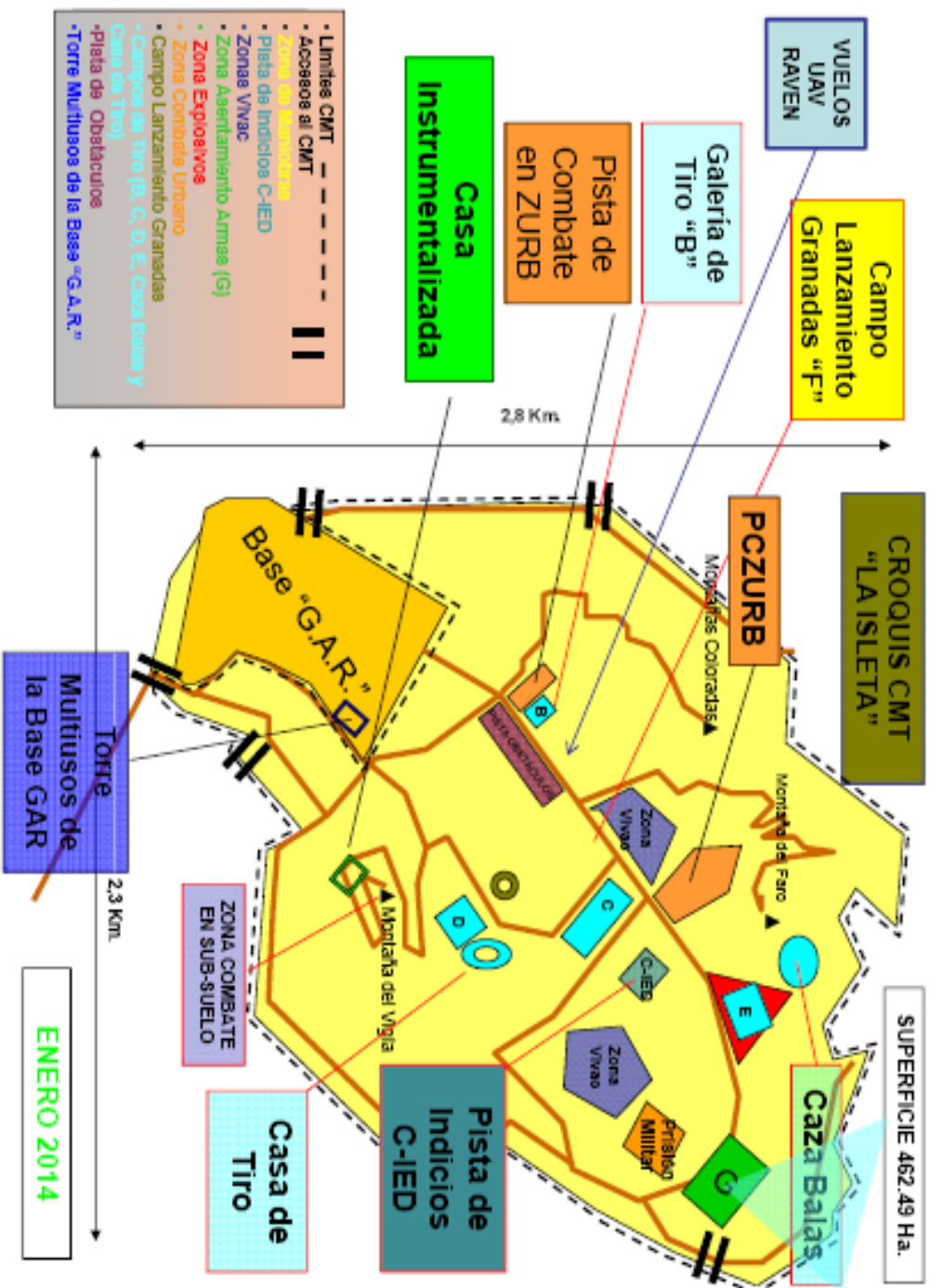


Figura 49.- Croquis distribución de las instalaciones CMT "La Isleta". Fuente: Normas de uso del CMT de BAE "La Isleta".

## ANEXO E: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “TCOL VALENZUELA”

El CMT “Tcol Valenzuela”, se encuentra ubicado dentro del Acuartelamiento “Tcol Valenzuela”, que está situado junto al pueblo del Matorral, y el Aeropuerto, a unos cinco kilómetros de Puerto del Rosario (Capital de la Isla de Fuerteventura), provincia de Las Palmas de Gran Canaria, y a cuatro kilómetros de Caleta de Fuste. El puerto más cercano es el de la Capital. El Acuartelamiento “Tcol Valenzuela se encuentra cercado por alambrada. Se efectúa en el KM 5 de la carretera asfaltada FV-2, que comunica la capital de la isla con Caleta de Fuste. A la altura de dicho KM 5 se hace un giro de 90° entrando en una pista de tierra de 10m de ancho, que tras un recorrido de 800m se llega al Cuerpo de Guardia del Acuartelamiento “Tcol Valenzuela” [12].

El CMT cuenta con las siguientes instalaciones:

- El campo de tiro de armas ligeras se divide en dos zonas de 300 x 50 metros aproximadamente, para ejercicios de tiro de fusilería. Son dos zonas llanas, con un talud al fondo para caída de proyectiles. En la Figura 50 se puede observar una fotografía aérea del campo de tiro [12].



**Figura 50.-** Fotografía aérea del campo de tiro. Fuente: Google maps.

- Casa de tiro: es una instalación permanente en la que se realizan ejercicios con la finalidad de instruir y habituar al personal ejecutante en el combate con fuego real en el interior de edificio. La zona donde se encuentra es aneja a los Campos de Tiro de El Matorral, concretamente a la izquierda del campo Sur. En la Figura 51 se puede observar una fotografía aérea de la casa de tiro [12].



**Figura 51.-** Fotografía aérea de casa instrumentalizada y casa de tiro. Fuente: Google maps.

- Casa instrumentalizada: simula el interior de una casa de una planta, con la finalidad de instruir al personal en CZURB hasta nivel sección. En la casa hay tanto puertas, ventanas y troneras. La instalación se encuentra en las coordenadas 10150-46750, en la siguiente nave al sur del Cuerpo de Guardia de Acto. Tcol. Valenzuela. En la Figura 50 se puede observar una fotografía aérea de la casa instrumentalizada [12].

- Casa compartimentada: simula el interior de una casa de una planta con un semisótano al que se accede a través de una escalera. Permite la instrucción en CZURB hasta nivel sección. En la casa hay tanto puertas, ventanas, troneras y escaleras. La instalación se encuentra en las coordenadas 10000-46850. En la Figura 52 se puede observar una fotografía aérea de la casa compartimentada [12].



**Figura 52.-** Fotografía aérea de casa compartimentada. Fuente: Google maps.

- Polígono de combate en zona urbanizada: instrucción y adiestramiento de CZURB en toda clase de supuestos tácticos, excluyendo fuego real. Se encuentra en el Acuartelamiento Tcol. Valenzuela, situado en la zona militar de El Matorral en el municipio de Puerto del Rosario, en coordenadas UTM 28R X:0609974; Y:3147083; Z:22m (Datum mapa WGS 84), limitando a 300 metros al norte con los campos de tiro, al sur a 800 metros con el núcleo de población de El Matorral, al este a 680 metros con el aeropuerto de Fuerteventura y al oeste a 200 metros con los depósitos de munición localizados en dicho Campamento. En la Figura 53 se puede observar una fotografía aérea del polígono de CZURB [12].



**Figura 53.-** Fotografía aérea del polígono de CZURB. Fuente: Google maps.

- Pista de conducción para vehículos todoterreno: formada por diferentes obstáculos, consta de once, que pueden ser afrontados por medios orgánicos de la unidad. En la Figura 54 se puede observar una fotografía aérea de la pista de conducción [12].



**Figura 54.-** Fotografía aérea de la pista de conducción para vehículos todoterreno. Fuente: Google maps.

- Pista de combate: instruir al militar para sortear con decisión, agilidad y potencia los obstáculos que se pueda encontrar en cualquier escenario. La explanada está situada al este del camino de acceso a los campos de tiro. En la Figura 55 se puede observar una fotografía aérea de la pista de combate [12].



**Figura 55.-** Fotografía aérea de la pista de combate. Fuente: Google maps.

- Sala Negra: Las Unidades pueden hacer uso de esta instalación, pero han de llevar todo el material necesario para su utilización [12].

- Posiciones defensivas: Para ejercicios I/A de nivel pelotón y sección [12].



En la Figura 56 se puede observar una fotografía aérea de la distribución de instalaciones del CMT “Tcol Valenzuela”



**Figura 56.-** Fotografía aérea de distribución de las instalaciones CMT “Tcol Valenzuela. Fuente: Google maps.

La cartografía a emplear será la siguiente:

Serie 5V, Escala 1/25000, Hoja (93-78), Cuadrícula 09-47, Coordenadas (09200-47500) E/1:25.000 [12].

## ANEXO F: INFORMACIÓN ADICIONAL CMT “PÁJARA”

El Campo Nacional de Maniobras y Tiro de Interés General Pájara (CMT “Pájara”), pertenece a la provincia de Las Palmas de Gran Canaria, se ubica en el término municipal de Pájara (Fuerteventura). La única vía de comunicación, es la carretera que une las localidades de Pájara y La Pared (FV-605). Se trata de una carretera que discurre prácticamente a lo largo del perímetro Este, se encuentra en buen estado, un tanto sinuosa, de doble sentido, sin arcenes y con una anchura de unos 6,00 metros. Existen tres puertos en la costa Este de la isla, a distancias similares del CMT: Puerto del Rosario, a unos 45 km, Gran Tarajal, a unos 28 km y Morro Jable, a unos 35 km (de la entrada Sur). El aeropuerto, único en la isla, está a unos 40 km. Desde los puertos y aeropuerto, el acceso hasta el CMT sólo es posible por carretera. No existe ferrocarril y el CMT carece de pistas aptas para el despegue/aterrizaje de aviones de ala fija [13].

El CMT se divide en las siguientes zonas:

- Zonas de Maniobras.

Compuesta a su vez por las siguientes zonas:

1. Zona Norte: Presenta la única zona apta para el desarrollo de Ejercicios Tácticos con fuego real de unidades hasta nivel Grupo Táctico, existente entre el límite Norte del Campo hasta la línea definida por Lomo del Gavioto (78-32) – Vértice Vigocho (79-31) – Cuchillo de los Toscales (79/80-31) – Morro del Tabaibejo (81-31).
2. Zona Sur: Tiene buenas comunicaciones de entrada y zonas aptas para el vivac de unidades tipo Compañía, e incluso es factible habilitar zonas para el Tiro de Instrucción con armas individuales o ejercicios con unidades elementales en los que no intervengan armas que utilicen proyectiles con espoleta.
3. Zona Central: Es prácticamente inutilizable, por su orografía, excepto el valle por el que discurre el Barranco de Amanay [13].

- Zonas de Caída de Proyectiles (ZCP).

Son tres las zonas que tienen tal consideración:

1. Zona principal de caída de proyectiles, apta para Artillería, Morteros, Helicópteros y Aviación.
2. Zona de caída para proyectiles de lanzagranadas portátiles
3. Campo de lanzamiento de granadas de mano [13].

- Zonas de Asentamiento-Vivac y Puestos de Mando-Observatorios.

Se consideran como zonas aptas para Asentamiento-Vivac las siguientes:

1. Vivac Norte: Barranco de Garcey (0583096-3134845)

2. Vivac Centro: Barranco de Fayagua (0582452-3132403)
3. Vivac Sur: Norte de Tablero de Ugán (0577650-3125250)

Se trata de tres zonas de terreno sensiblemente llano, distribuidas a lo largo del eje N-S del campo, que permiten el establecimiento de vivacs para unidades de entidad GT. No cuentan con infraestructura de apoyo [13].

Como Puestos de Mando-Observatorios existen los siguientes:

1. Zona norte: Montaña de Vigocho y Morro de la Huesa.
2. Zona centro-este: Cuchillo del Cantil [13].

- Zona de Seguridad.

EL CMT Pájara está incluido en el Grupo Quinto del Reglamento de Zonas e Instalaciones de Interés para la Defensa (aprobado por R.D. 689/1978 de 10 de febrero) y de acuerdo con ello, en el BOE. núm. 219 de 13 de febrero de 1982, tiene señalada su Zona Lejana de Seguridad definida por las alturas de: Punta del Viento (82-39), Vértice Mézquez (84-36), Cota 308 (85-32), Vértice Melindruga (84-29), Cota 671 (82-26), Montaña Areguía (80-24) y Puerto Nuevo (77-23) [13].

- Zona de Interés para la Defensa Nacional.

Por RD. 600/2012, de 30 de marzo, BOE. núm. 78 de 31 de marzo, es declarado Zona de Interés para la Defensa Nacional [13].

El CMT cuenta con las siguientes instalaciones encaminadas a diferentes actividades de I/A.

- Campo de Lanzamiento de Granadas de Mano: Situado en las inmediaciones de Barranco de Garcey (82-35). Se puede observar dicho campo en la Figura 57 [13].



**Figura 57.-** Fotografía aérea del campo de lanzamiento de granadas. Fuente: Google maps.



- Casa descubierta: Es una instalación uso restringido. Sólo se utilizará para instrucción de reconocimiento y limpieza de interior de un domicilio, donde el instructor vigila y corrige desde una cota superior, desde la que tiene una visión de conjunto. En las Figuras 58 y 59 se puede observar la casa descubierta [13].



**Figura 58.-** Fotografía de la casa descubierta. Fuente: Normas de uso del CMT de IG “Pájara”.



**Figura 59.-** Fotografía aérea de la casa descubierta. Fuente: Google maps.

- Puestos de tiro de precisión: Es una instalación de uso restringido. Sólo se utilizará para la instrucción de tiradores de precisión. No se permite su utilización como asentamiento de armas de acompañamiento ni como objetivo o blanco, tanto de la propia instalación como de la zona que la rodea, en un radio de 20 m. En la Figura 60 se puede observar el puesto de tiro [13].



**Figura 60.-** Fotografía puesto de tiro de precisión. Fuente: Normas de uso del CMT de IG “Pájara”.

- Pista de conducción todoterreno: La instalación se compone de 13 obstáculos y una pista de rodadura que sirve de acceso. La pista de rodadura rodea la zona de los obstáculos y presenta curvas y rectas, con pendientes longitudinales. La pista de obstáculos tiene un recorrido de unos 500 m de longitud y se complementa con escapatorias laterales en todos los obstáculos. En la Figura 61 se puede observar una fotografía aérea de la pista todoterreno [13].



**Figura 61.-** Fotografía aérea de la pista de conducción todoterreno. Fuente: Google maps.

- Pista de indicios C-IED: Recinto vallado con una única puerta de acceso y un merlón central con ramificaciones que definen un itinerario con una serie de estaciones que permiten la simulación de diferentes tipos de IED encontrados en zona de operaciones, así como los indicios a tener en cuenta para su localización. Situado en el cruce de los barrancos de Vigocho y Tabaibejo (81.94-33.01). En la Figura 62 se puede observar una fotografía aérea de la pista todoterreno [13].



**Figura 62.-** Pista de indicios C-IED. Fuente: Google maps.

- Posición de combate avanzada: De entidad Sección de Infantería Ligera, simula las posiciones utilizadas en el teatro de operaciones de Afganistán y permite ser utilizada como base de patrullas, base de fuegos, puesto de observación, etc. En las Figuras 63 y 64 se puede observar la posición de combate avanzada [13].



**Figura 63.-** Fotografía de la posición de combate avanzada. Fuente: Normas de uso del CMT de IG “Pájara”.



**Figura 64.-** Fotografía aérea de la posición de combate avanzada. Fuente: Google maps

- Campo de prácticas de explosivos: Es una instalación de uso restringido. Sólo se utilizará para la instrucción y prácticas de explosivos. Consta de un área cerrada con una línea de alambrada normal y cruzada por un barranco y un camino paralelo en dirección N-S. Se completa con un parapeto-observatorio de obra. En las Figura 65 se puede ver una fotografía aérea del campo de explosivos [13].



**Figura 65.-** Fotografía aérea del campo de explosivos. Fuente: Google maps

- Pista nº1 de adiestramiento C-IED: Tramo de 3Km de pista apta para vehículos, donde se aprovechan las condiciones naturales del terreno para disponer de un escenario adecuado para el adiestramiento C-IED, como son los tramos a media ladera, cambios de rasante, curvas cerradas, pasos sobre tajeas, encajonamientos y estrechamientos. En la Figura 66 se puede observar un tramo de la pista [13].



**Figura 66.-** Fotografía de la pista de adiestramiento C-IEDo. Fuente: Normas de uso del CMT de IG “Pájara”.

- Campo de tiro de armas C/C tipo C-90 y similares: Es una Zona de uso restringido. Sólo se utilizará para la instrucción de tiro con C-90 y armas similares. En ejercicios tácticos el perímetro de la zona (alambrada) se puede tomar como campo de minas a desbordar [13].

- Polígono de Combate en zona Urbanizada. (PCZURB): Construcción de una zona para instrucción en combate urbano en base a módulos de “casas de rafia” en una superficie de 120 x 80 m. de 22 casas de metal y rafia se distribuyen a los lados de dos calles principales formando ramales y vías más estrechas entre ellas, de forma irregular. En la figura 67 se puede ver una fotografía aérea del polígono de CZURB [13].



**Figura 67.-** Fotografía aérea del polígono de CZURB. Fuente: Google maps

- Helisuperficies de apoyo a la IAE: Es una Zona de uso restringido. Sólo se utilizará para operaciones de aterrizaje y despegue de helicópteros. Las dos plataformas existentes deben de estar siempre desocupadas y en condiciones aptas para aterrizaje y despegue de helicópteros [13].

- Observatorios de apoyo a la IAE: Son Zonas de uso restringido. Sólo se utilizarán en funciones de observación y como Puestos de Mando. Su uso puede ser tanto diurno como nocturno [13].

La cartografía empleada en el CMT es la siguiente:

Mapa Militar de España Serie L, E 1:50.000, DATUM: WGS 84, Hoja 46-40 ANTIGUA, Hoja 46/47-41 GRAN TARAJAL [13].

Mapa Militar de España Serie 5V, E 1:25.000, DATUM: PICO DE LAS NIEVES (ED 50), Hoja 91-80 HUERTAS DE CHILEGUA, Hoja 91-81 ISTMO DE LA PARED, Hoja 91/92-79 PÁJARA, Hoja 92-80 TUINEJE [13].

Ortoimagen aérea “Campo de Maniobras y Tiro Pájara”, E 1:15.000, DATUM: REGCAN 95 – compatible ETRS 89 y WGS 84 [13].



## ANEXO G: ENCUESTA DETERMINACIÓN DE CARENCIAS Y NECESIDADES

El objetivo de la encuesta es obtener información a partir de la opinión del personal destinado en la BRILCAN y en particular en la isla de Tenerife, acerca de las necesidades de mejora en las instalaciones de I/A de las Islas Canarias. Por supuesto, se trata de una encuesta voluntaria e individual. Se les agradece la participación, su colaboración aporta datos importantes para la realización de este TFG.

Si tiene algún tipo de duda, por favor consúltela con CAC. Luis Miguel Sancho Juste, que está realizando sus prácticas externas en el Batallón de Zapadores XVI.

### 1. Información sobre el encuestado:

Empleo	
--------	--

Tiempo destinado en la unidad		
Menos de 1 año	Entre 1 y 3 años	Más de 3 años

Tiempo destinado en el MACANA		
Menos de 1 año	Entre 1 y 3 años	Más de 3 años

**Firma de autorización:**

.....

## 2. Cuestiones:

¿Considera usted que las unidades de la BRILCAN ubicadas en Tenerife realizan actividades de I/A de forma completa y continuada? En caso negativo, justifique su respuesta.

¿Cuál considera usted que es la principal limitación en lo referente a actividades de I/A para las unidades de Tenerife?

¿Cuál considera usted que es la necesidad más prioritaria que debe ser cubierta en lo referente a instalaciones de I/A?

## 3. Enumeración

De entre las siguientes instalaciones enumere del 1 al 17 por orden de mayor a menor necesidad de construcción o reforma en la isla de Tenerife:

Zona de vida de Batallón
Campo de tiro de armas individuales (50,100 y 200m).
Casa de tiro para fuego real.
Foso de tiro instintivo.
Polígono abierto de instrucción en CZURB.
Campo de tiro para tiradores de precisión.
Polígono de fuego real para instrucción de CZURB.
POSDEF (Posición defensiva) Sección y Cía.
Pista de conducción para vehículos de ruedas/cadenas.
Campo de explosivos.
Calle de tiro instintivo.
Instalaciones de I/A contra artefactos explosivos improvisados.
Locales configurables (paneles móviles) para instrucción de CZURB.
Instalación para combate subterráneo.
Galerías de tiro de arma corta.
Sala negra. (Tiro con poca iluminación)
Torre multiusos.



De entre las siguientes instalaciones enumere del 1 al 17 por orden de mayor a menor necesidad de construcción o reforma en los CMT “La isleta” y “La Pájara”:

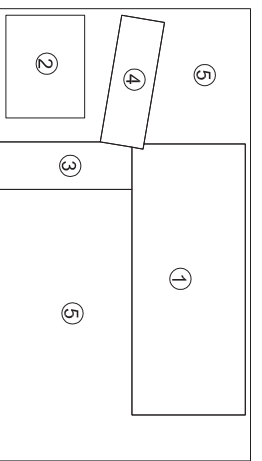
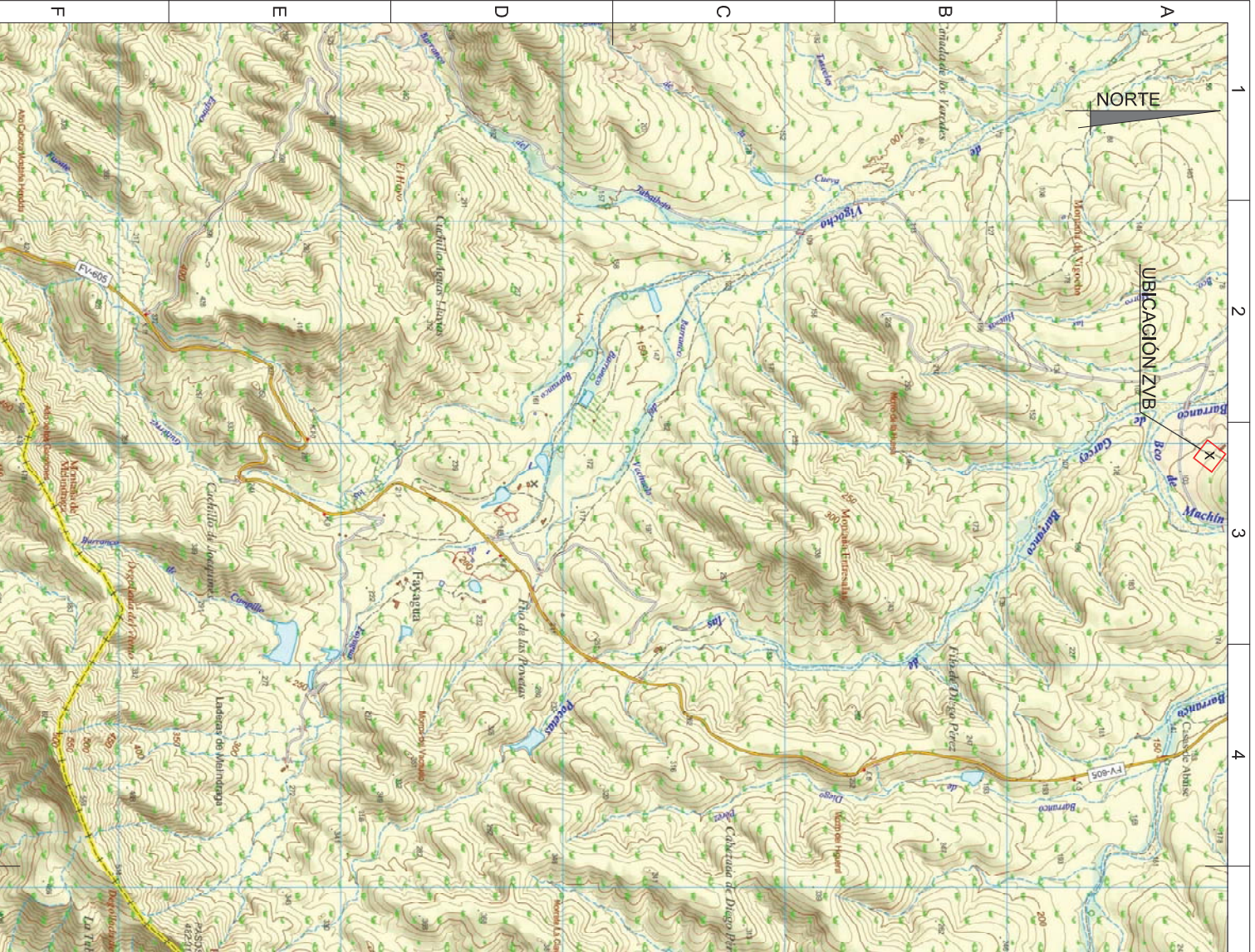
	Zona de vida de Batallón
	Campo de tiro de armas individuales (50,100 y 200m).
	Casa de tiro para fuego real.
	Foso de tiro instintivo.
	Polígono abierto de instrucción en CZURB.
	Campo de tiro para tiradores de precisión.
	Polígono de fuego real para instrucción de CZURB.
	POSDEF (Posición defensiva) Sección y Cía.
	Pista de conducción para vehículos de ruedas/cadenas.
	Campo de explosivos.
	Calle de tiro instintivo.
	Instalaciones de I/A contra artefactos explosivos improvisados.
	Locales configurables (paneles móviles) para instrucción de CZURB.
	Instalación para combate subterráneo.
	Galerías de tiro de arma corta.
	Sala negra. (Tiro con poca iluminación)
	Torre multiusos.

\*Por favor, indique si considera necesario añadir o eliminar alguna instalación.



## **ANEXO H: PLANOS DE LA ZVB**



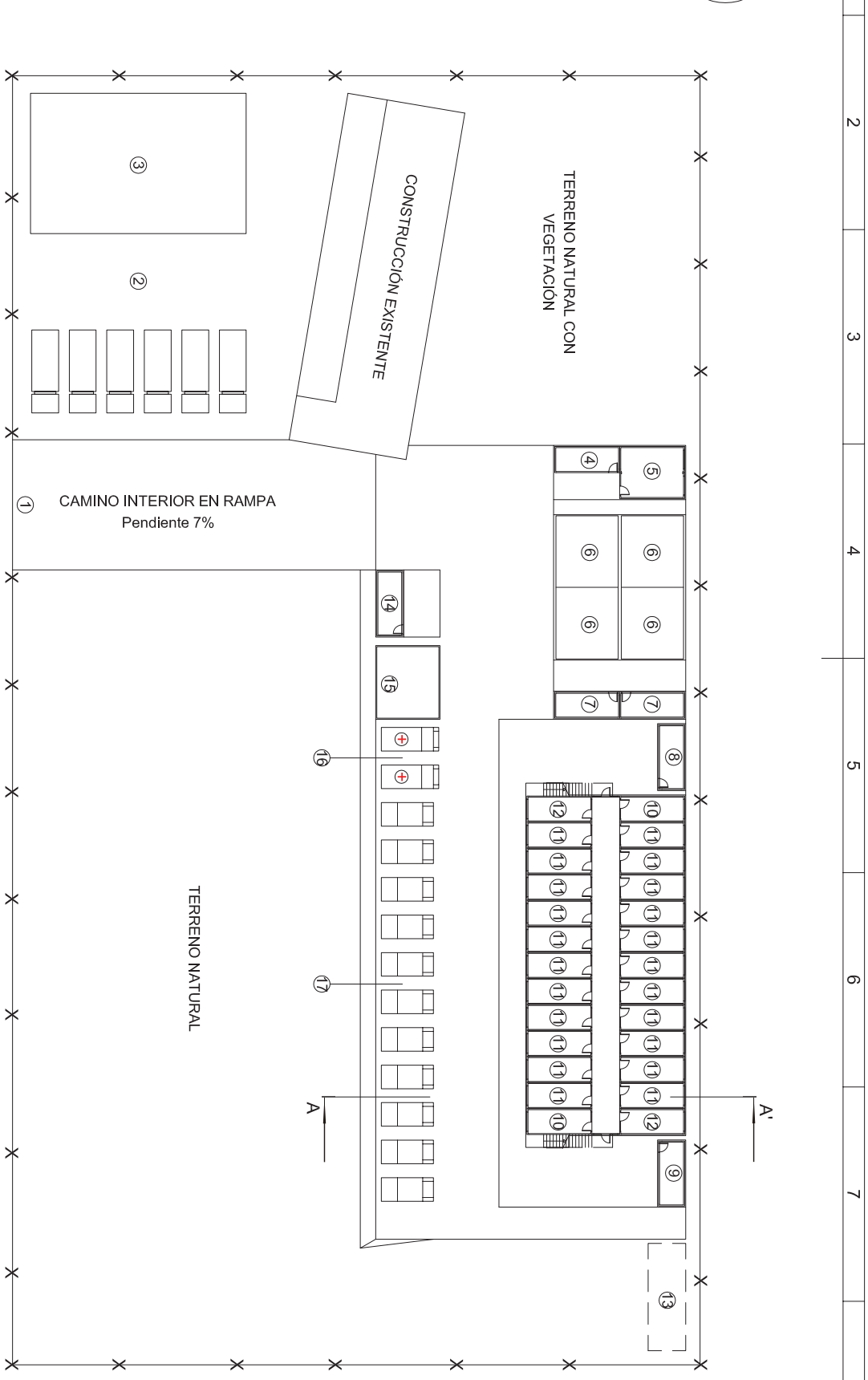


①	Eplanada interior	2169,37 m <sup>2</sup>
②	Eplanada exterior	572,45 m <sup>2</sup>
③	Rampa de acceso	440,64 m <sup>2</sup>
④	Edificio existente	393,94 m <sup>2</sup>
⑤	Terreno natural	4460,24 m <sup>2</sup>
<b>Total superficie</b>		<b>8036,64 m<sup>2</sup></b>

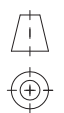

Dibujado	Luis Miguel Sancho Juste	Ingenieros	Título			
Comprobado	Myriam Cilla Hernández		Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.			
			Nº de plano	1	Hoja	1/1
Tipo de plano	Situación y emplazamiento	Fecha	28/10/2016			
		Escala	1:20.000			





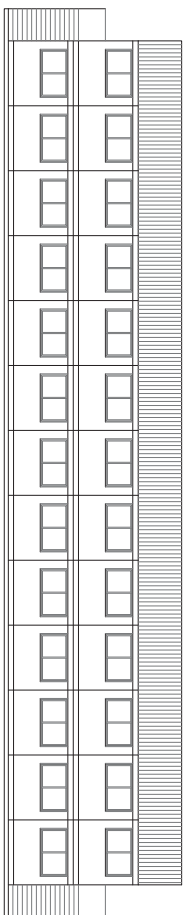


- ① Control de acceso
- ② Zona de aparcamiento vehiculos pesados
- ③ Zona taller
- ④ Módulo CECOM
- ⑤ Módulos P.C. (2 unidades)
- ⑥ Comedores (4 unidades)
- ⑦ Módulo cocina (2 unidades)
- ⑧ Grupo electrógeno
- ⑨ Grupo electrógeno auxiliar
- ⑩ Módulo duchas (2 unidades)
- ⑪ Módulo dormitorio (44 unidades)
- ⑫ Módulo W.C. (2 unidades)
- ⑬ Fosa séptica
- ⑭ Módulo seguridad
- ⑮ Puesto de socorro
- ⑯ Reserva aparcamiento ambulancias
- ⑰ Aparcamiento vehiculos ligeros

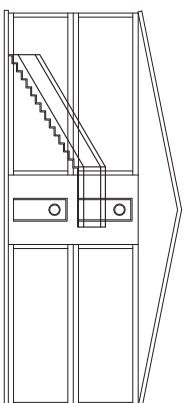
Dibujado	Luis Miguel Sancho Jusie	Ingenieros		<b>Título</b> <b>Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.</b>			
Comprobado	Myriam Cilla Hernández						
Tipo de plano	Distribución general	Fecha	26/10/2016	Nº de plano	2	Hoja	A3
		Escala	1:400				



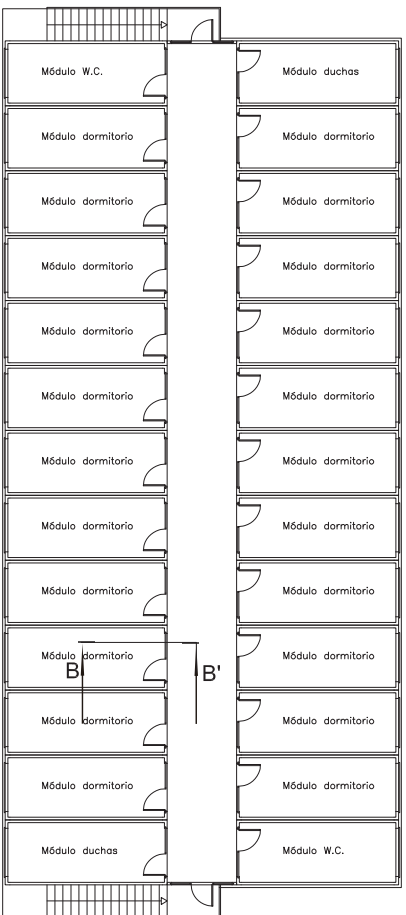




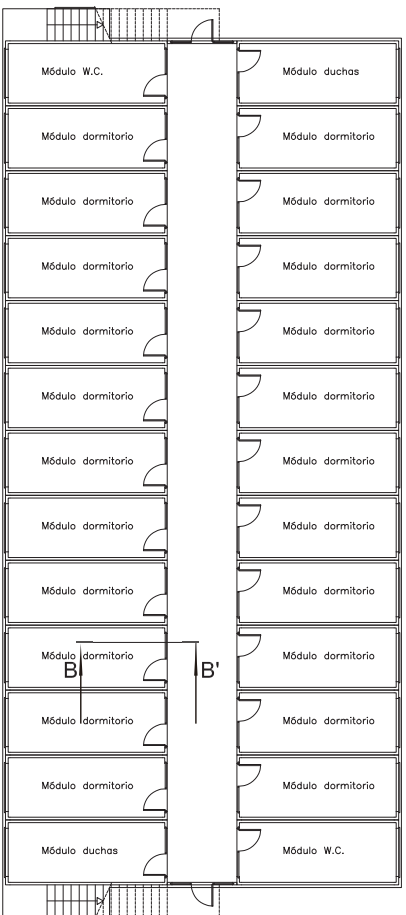
ALZADO



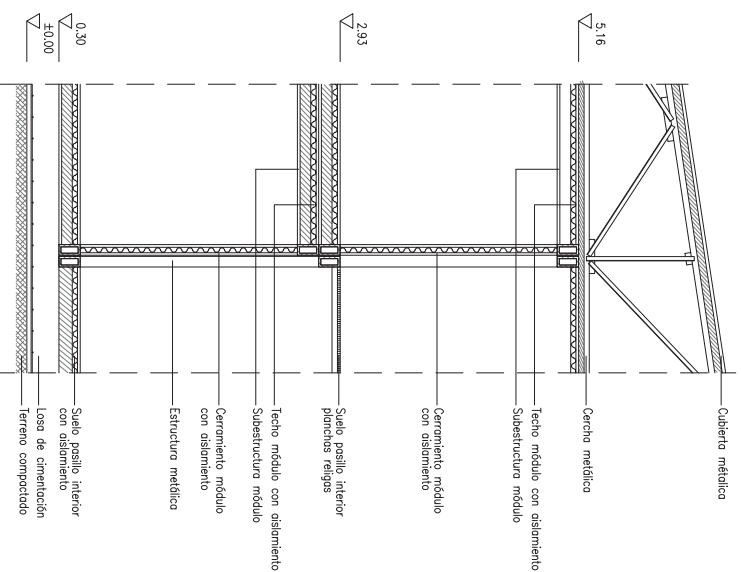
PERFIL



PLANTA PRIMERA


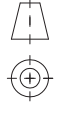


PLANTA BAJA

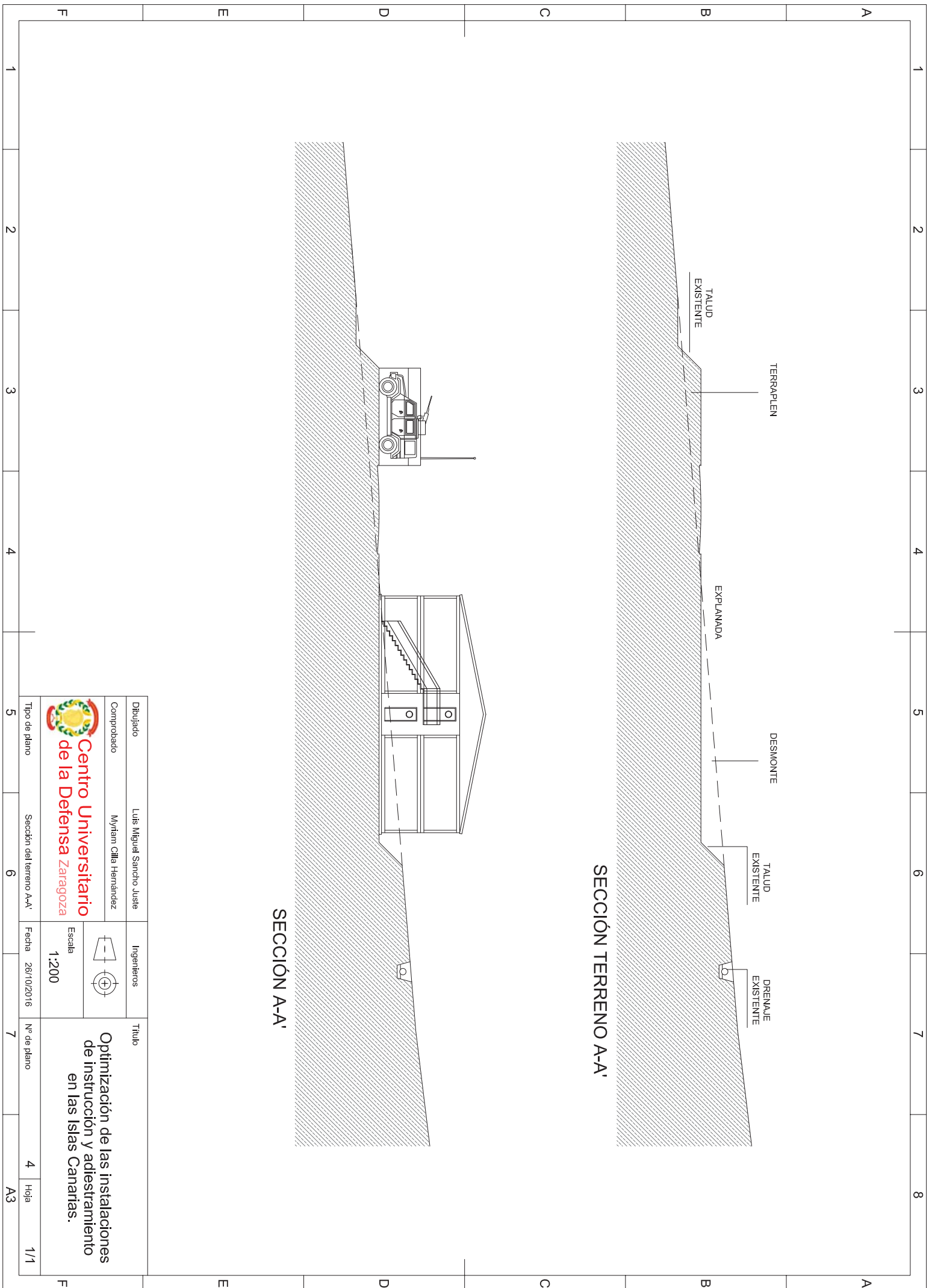


Sección B-B'

Escala 1:50


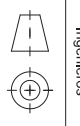
Dibujado	Luis Miguel Sancho Juste	Ingenieros	Título	
Comprobado	Myriam Cilla Hernández		Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.	
			Nº de plano	3
Tipo de plano	Zona de vida	Fecha	Hoja	1/1
		26/10/2016	A3	



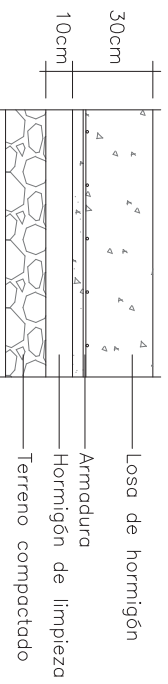
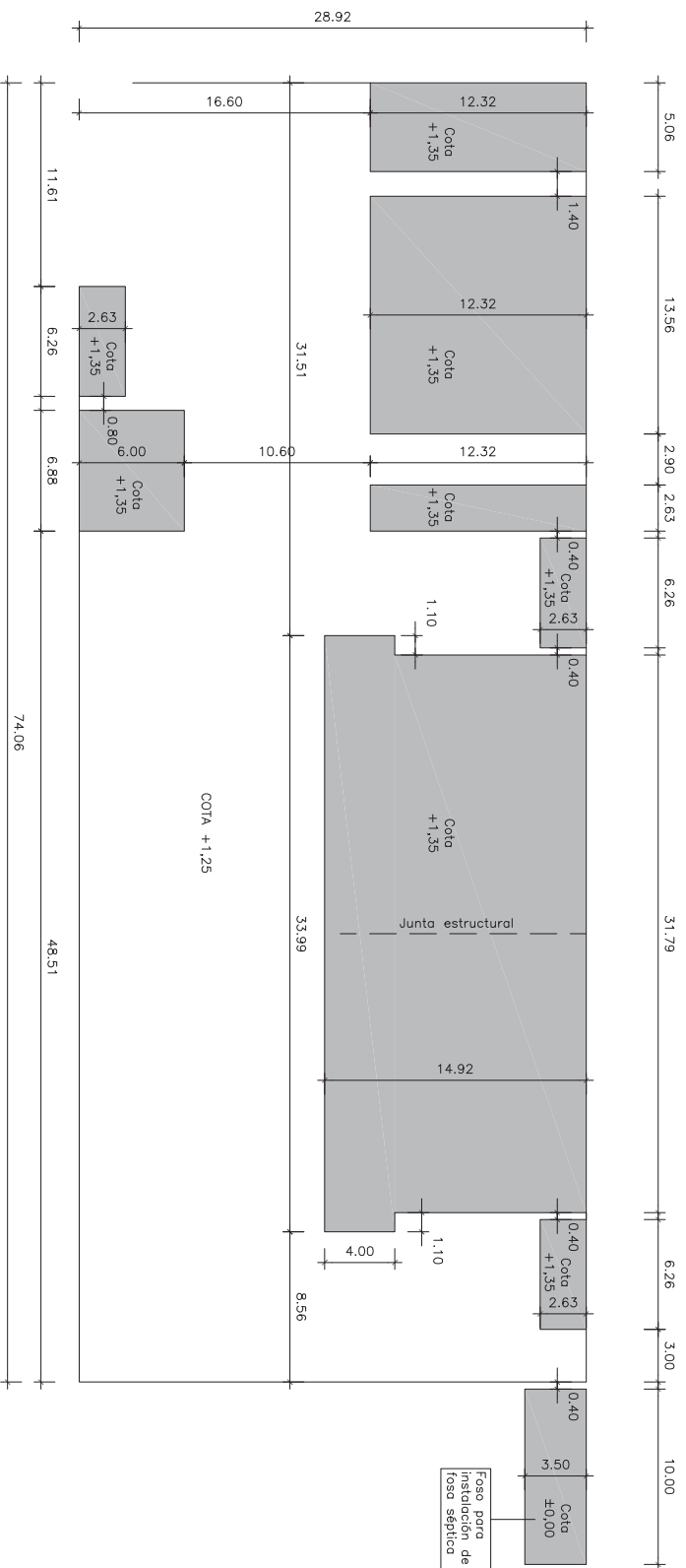


SECCIÓN TERRENO A-A'

SECCIÓN A-A'

Dibujado	Luis Miguel Sancho Jusie	Ingenieros	Titulo	
Comprobado	Myriam Cilla Hernández		Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.	
			Nº de plano	
Tipo de plano		Fecha	4	
Sección del terreno A-A'		28/10/2016	Hoja	
			A3	
			1/1	





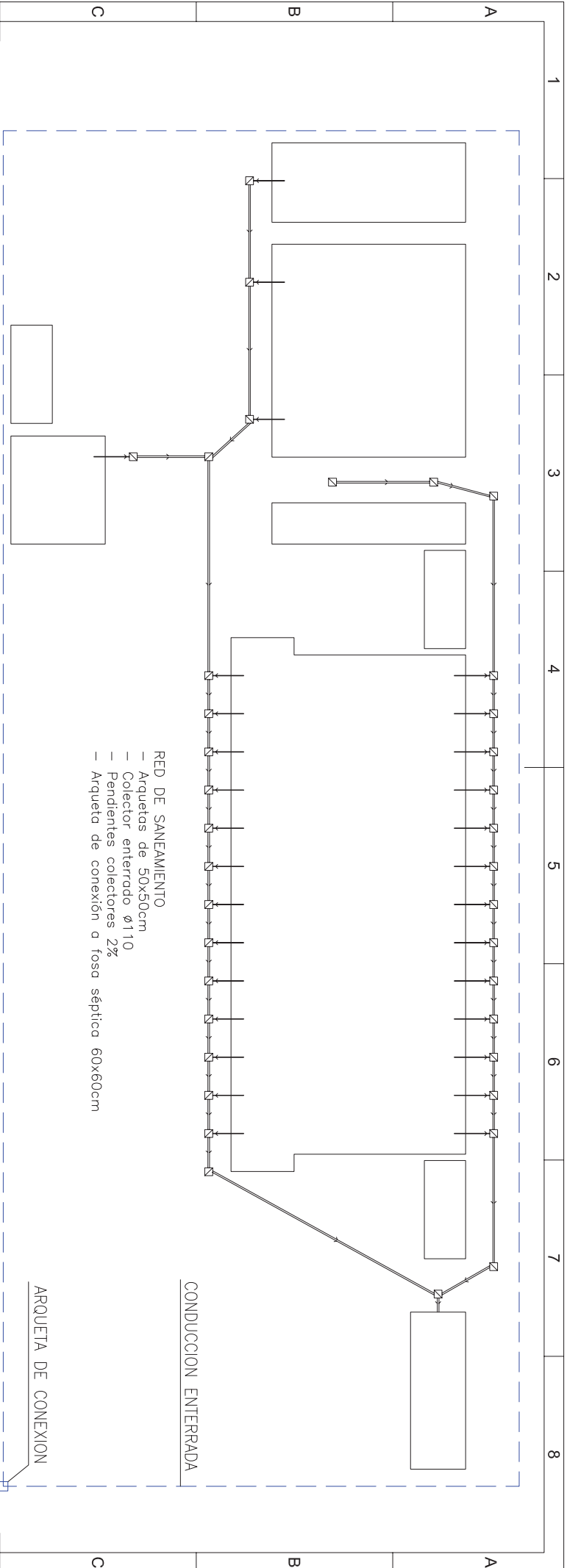
Detalle losa

1:20

Dibujado	Luis Miguel Sancho Jusie	Ingenieros
Comprobado	Myriam Cilla Hernández	
		
Tipo de plano	Orientación: Losas	Fecha 26/10/2016

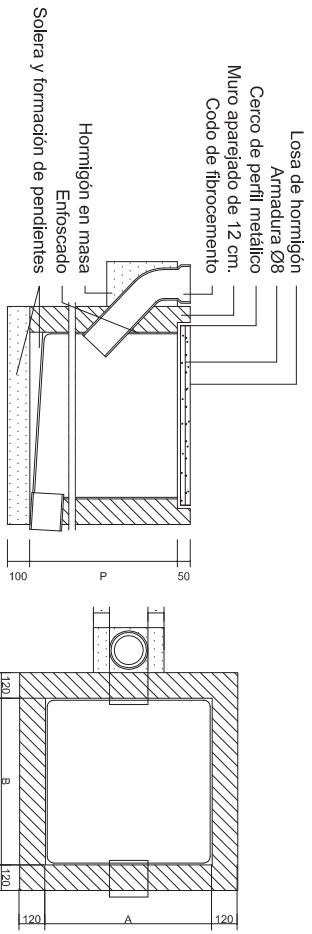
<b>Título</b> <b>Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.</b>	
Nº de plano	5
Hoja	A3
	1/1



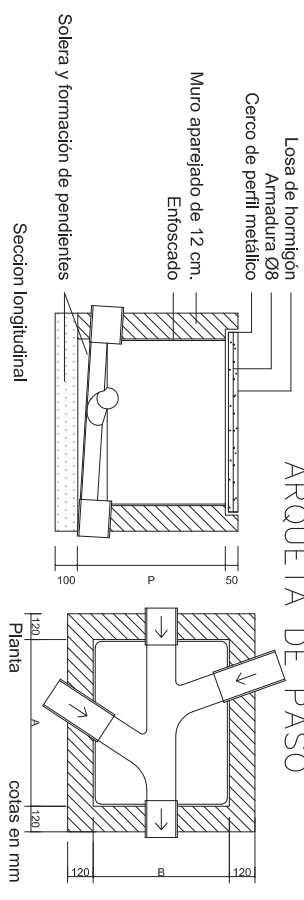


- RED DE SANEAMIENTO
- Arquetas de 50x50cm
  - Colector enterrado  $\phi 110$
  - Pendientes colectores 2%
  - Arqueta de conexión a fosa séptica 60x60cm

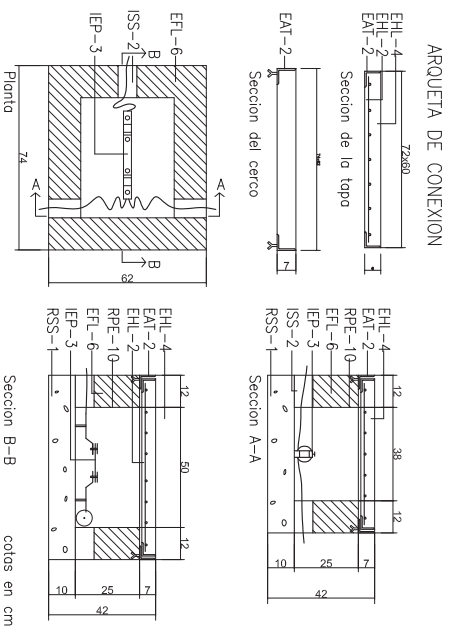
ARQUETA A PIE DE BAJANTES



ARQUETA DE PASO



ARQUETA PUESTA A TIERRA



- EAT-2 Perfil de acero laminado Muro aparejado de 12 cm de espesor
- EFL-6
- EHL-2 Parrilla  $\phi 8$  s/10
- EHL-4 Losa de hormigón
- IEP-3 Punto de puesta a tierra Se solera a un extremo el cable de conducción enterrado y al otro los cables de líneas principales de bajada a tierra
- ISS-2 Tubo ligero de fibrocemento
- RPE-10 Enfoscado con mortero 1:3
- RSS-1 Solera de hormigón en masa

CONDUCCION ENTERRADA

ARQUETA DE CONEXION

Dibujado	Luis Miguel Sancho Jusie	Ingenieros	Titulo	
Comprobado	Myriam Cilla Hernández	Escala	Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.	
Tipo de plano	Red saneamiento y puesta a tierra	Fecha	Nº de plano	Hoja
		26/10/2016	6	A3
				1/1

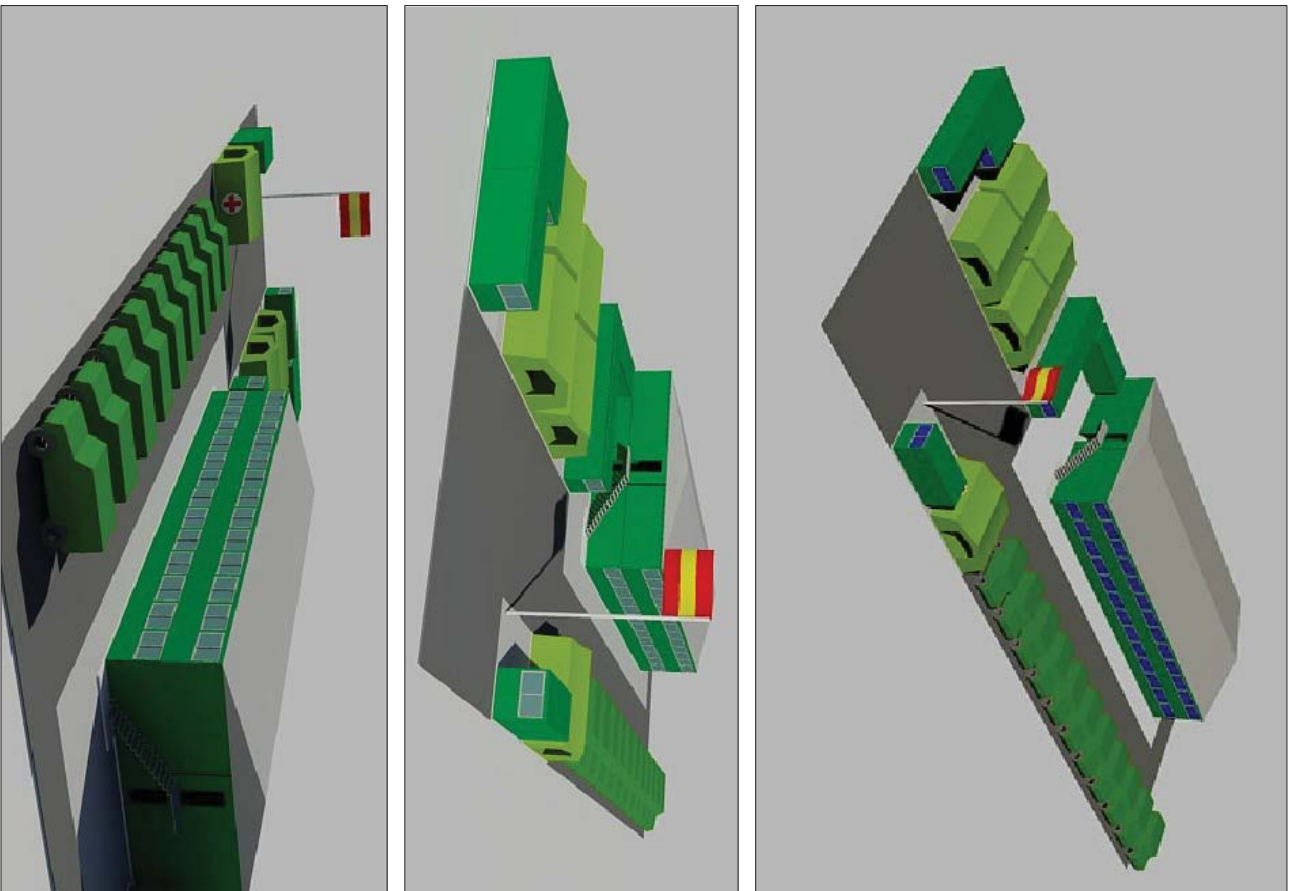


1 2 3 4 5 6 7 8

F E D C B A







Dibujado	Luis Miguel Sancho Jusie	Ingenieros	
Comprobado	Myriam Cilla Hernández		
		Escala	-


**Centro Universitario de la Defensa Zaragoza**

**Título**  
 Optimización de las instalaciones de instrucción y adiestramiento en las Islas Canarias.

Tipo de plano

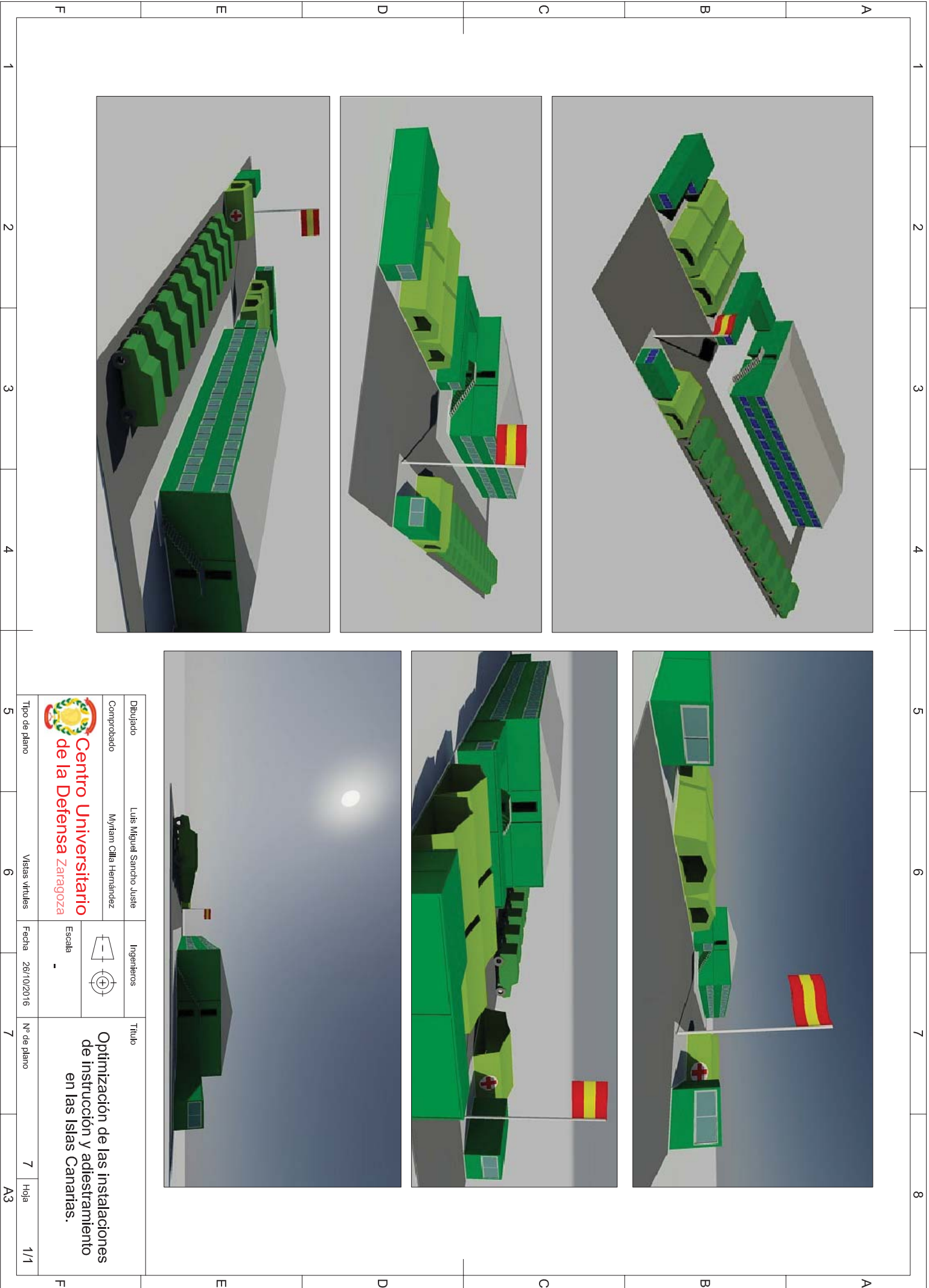
Vistas virtuales

Fecha 26/10/2016

Nº de plano

Hoja

1/1





# ANEXO I: RESULTADO PROPORCIONADO POR CYPECAD AL DIMENSIONAR LA LOSA DE HORMIGÓN

## 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2014

Número de licencia: 117481

## 2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: CimentaciónZVB

Clave: CimentaciónZVB

## 3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** A. Zonas residenciales

## 4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m Acciones características

## 5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$y_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

### 5.1.- Coeficientes parciales de seguridad (g) y coeficientes de combinación (y)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

#### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación (y)	
	(g)		Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
	Favorable	Desfavorable		
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

#### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación (y)	
	(g)		Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
	Favorable	Desfavorable		
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

#### Tensiones sobre el terreno

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación (y)	
	(g)		Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
	Favorable	Desfavorable		
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

#### Desplazamientos

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad		Coeficientes de combinación (y)	
	(g)		Principal ( $y_p$ )	Acompañamiento ( $y_a$ )
	Favorable	Desfavorable		
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## 5.2.- Combinaciones

### · Nombres de las hipótesis:

PP Peso propio

CM Cargas muertas

Qa Sobrecarga de uso

### Tensiones sobre el terreno

### Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa
1	1.000	1.000	

## 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	0.30	0.30
0	Cimentación				0.00

## 7.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (t/m <sup>3</sup> )	Tensión admisible en situaciones persistentes (kp/cm <sup>2</sup> )	Tensión admisible en situaciones accidentales (kp/cm <sup>2</sup> )
Todas	30	10000	2.00	3.00

## 8.- MATERIALES UTILIZADOS

### 8.1.- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-30;  $f_{ck} = 306 \text{ kp/cm}^2$ ;  $g_c = 1.50$

### 8.2.- Aceros por elemento y posición

#### 8.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 400 S;  $f_{yk} = 4077 \text{ kp/cm}^2$ ;  $g_s = 1.15$

#### 8.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673



## **ANEXO J: DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE LA MEMORIA CONSTRUCTIVA**

La ejecución de la obra se divide en diferentes fases. La información para la elaboración de cada una de las fases constructivas ha sido obtenida del Código Técnico de la Edificación (CTE) [24] [31], de la Comisión Permanente del Hormigón (Ministerio de Fomento) [32] y de un software informático capaz de ofrecer información acerca de la ejecución de las diferentes fases [33].

Las fases de la memoria son:

1. Replanteo: El replanteo se llevará a cabo por coordenadas polares y haciendo uso de un distanciómetro electrónico que aporta gran precisión a esta fase de la obra. El terreno quedará delimitado mediante cuerdas de atirantar, para posteriormente proceder con el acondicionamiento del terreno marcado. Este replanteo servirá para delimitar el espacio que debe quedar a la misma cota [34].
2. Acondicionamiento del terreno: Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada. Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno, la retirada de la tierra vegetal, así como, la pertinente retirada de los contenedores en desuso, allí existentes [33]. La zona, al haber sido utilizada previamente para otros usos o para el montaje de campamentos no permanentes, aparentemente se encuentra en buenas condiciones. Sin embargo, debido a que se van a instalar nuevas instalaciones, es posible que sea necesario un nuevo acondicionamiento del terreno.

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no estén contaminadas. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras [33].

Se adoptarán las medidas necesarias para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación. Según el CTE-DB-SE-C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua [31].

Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel, ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m [33].

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto. Las rocas que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse [33]. Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada [31].

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera [33].

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación [33].

Los materiales empleados en los rellenos necesarios para la completa ejecución de las obras cumplirán lo relativo a los mismos indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) vigente, especialmente en el artículo 330, artículos 510 Zahorras, y 550 Pavimentos de hormigón [29].

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta



alcanzar una densidad seca del 100 %. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie [33].

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente [33].

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar accidentes siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m. Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios. En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos [33].

3. Segundo replanteo (replanteo de cada instalación): Una vez ya se ha acondicionado el terreno, el replanteo inicial habrá desaparecido. Para proceder con la ejecución de las obras, previamente se debe realizar un nuevo replanteo que delimite el espacio que cubren las diferentes instalaciones. Este nuevo replanteo, al igual que el primero, se llevará a cabo por coordenadas polares y haciendo uso de un distanciómetro y la ubicación de las instalaciones quedará delimitada mediante cuerdas de atirantar. En este replanteo se fijarán las pendientes necesarias, tanto para la red enterrada de saneamiento, como para la cara superior de soleras y superficies asfaltadas [34].
4. Ejecución de zanjas y pozos: Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la dirección facultativa autorizará el inicio de la excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar [33].

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas. En tanto se efectúe la consolidación

definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos. Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras. Se excavará el terreno en zanjas o pozos de ancho y profundo según la documentación técnica. Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm [33].

Según el CTE-DB-SE-C, apartado 4.5.1.3, la excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto. La cota de profundidad de estas excavaciones será la prefijada en los planos, o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado [31].

Los pozos, junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que éstas, se excavarán con las siguientes prevenciones:

- Reduciendo, cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno, mediante apeos.
- Realizando los trabajos de excavación y consolidación en el menor tiempo posible.
- Dejando como máximo media cara vista de zapata, pero entibada.
- Separando los ejes de pozos abiertos consecutivos no menos de la suma de las separaciones entre tres zapatas aisladas o mayor o igual a 4 m en zapatas corridas o losas [33].

5. Instalación de la red de saneamiento: Toda instalación de la red de evacuación de aguas residuales en los edificios se rigen por CTE, incluido el tratamiento de aguas residuales previo a su vertido. Cuando exista una única red de alcantarillado público deberá disponerse un sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior. No existe red de alcantarillado público por tratarse de terreno rústico y que se disponen dos sistemas separativos de evacuación de aguas, las fecales a la fosa séptica y pluviales al barranco más próximo. [24].

Con tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos. El ensamblaje de las válvulas de desagüe y su interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, quedando prohibida la unión con enmasillado [33].

Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que estén instalados. Los sifones

individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua [33].

La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico [33].

En las bajantes mixtas la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación. El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua [33].

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas [33].

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula. Si las arquetas son fabricadas “in situ”, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas [33].

Con tuberías de materiales plásticos, el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se

realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm [33].

6. Instalación de la puesta a tierra: El soporte de la instalación de puesta a tierra de un edificio será por una parte el terreno, ya sea el lecho del fondo de las zanjas de cimentación a una profundidad no menor de 80 cm, o bien el terreno propiamente dicho donde se hincarán picas, placas, etc. El soporte para el resto de la instalación sobre nivel de rasante, líneas principales de tierra y conductores de protección, serán los paramentos verticales u horizontales totalmente acabados o a falta de revestimiento, sobre los que se colocarán los conductores en montaje superficial o empotrados, aislados con tubos de PVC rígido o flexible respectivamente. [26].

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, principalmente la situación de las líneas principales de bajada a tierra, de las instalaciones y masas metálicas. En caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa y se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación [33].

Durante la ejecución de la obra se realizará una puesta a tierra provisional que estará formada por un cable conductor que unirá las máquinas eléctricas y masas metálicas que no dispongan de doble aislamiento y un conjunto de electrodos de picas [33].

Al iniciarse las obras de cimentación del edificio se dispondrá el cable conductor en el fondo de la zanja, a una profundidad no inferior a 80 cm formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio, al que se conectarán los electrodos, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia a tierra [33].

Una serie de conducciones enterradas unirá todas las conexiones de puesta tierra situadas en el interior del edificio. Estos conductores irán conectados por ambos extremos al anillo y la separación entre dos de estos conductores no será inferior a 4 m [33].

Los conductores de protección estarán protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y esfuerzos electrodinámicos. Las conexiones serán accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas. Ningún aparato estará intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados [33].

Para la ejecución de los electrodos, en el caso de que se trate de elementos longitudinales hincados verticalmente (picas), se realizarán excavaciones para alojar las arquetas de conexión, se preparará la pica montando la punta de penetración y la cabeza protectora, se introducirá el primer tramo manteniendo verticalmente la pica con una llave, mientras se compruebe la verticalidad de la plomada. Paralelamente

se golpeará con una maza, enterrando el primer tramo de la pica, se quitará la cabeza protectora y se enroscará el segundo tramo, enroscando de nuevo la cabeza protectora y volviendo a golpear; cada vez que se introduzca un nuevo tramo se medirá la resistencia a tierra. A continuación, se deberá soldar o fijar el collar de protección y una vez acabado el pozo de inspección se realizará la conexión del conductor de tierra con la pica [33].

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se cuidará que resulten eléctricamente correctas. Las conexiones no dañarán ni a los conductores ni a los electrodos de tierra [33].

Sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, se preverá un dispositivo para medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, ser desmontable, mecánicamente seguro y asegurar la continuidad eléctrica [33].

Si los electrodos fueran elementos superficiales colocados verticalmente en el terreno, se realizará un hoyo y se colocará la placa verticalmente, con su arista superior a 50 cm como mínimo de la superficie del terreno; se recubrirá totalmente de tierra arcillosa y se regará. Se realizará el pozo de inspección y la conexión entre la placa y el conductor de tierra con soldadura aluminotérmica [33].

Se ejecutarán las arquetas registrables en cuyo interior alojarán los puntos de puesta a tierra a los que se sueldan en un extremo la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra. La puesta a tierra se ejecutará sobre apoyos de material aislante [33].

La línea principal se ejecutará empotrada o en montaje superficial, aislada con tubos de PVC, y las derivaciones de puesta a tierra con conducto empotrado aislado con PVC flexible. Sus recorridos serán lo más cortos posibles y sin cambios bruscos de dirección, y las conexiones de los conductores de tierra serán realizadas con tornillos de aprieto u otros elementos de presión, o con soldadura de alto punto de fusión [33].

7. Instalación de la fosa séptica: Excavar un foso cuyas medidas superen en más de 40 cm las dimensiones del depósito (tanto en longitud como en anchura). Cuidar que el fondo de la excavación quede correctamente nivelado y sin escalones. Construir una losa de hormigón en masa, con una resistencia de 32,5 N/mm<sup>2</sup> de consistencia blanda, un tamaño máximo del árido de 20 mm y una exposición ambiental de tipo IIb (HM/32,5/N/20/IIb), prestando especial atención en asegurar que la superficie de la losa quede perfectamente nivelada, libre de piedras, escalones o cantos vivos [35].

Mediante los medios de elevación adecuados, situar el depósito directamente sobre el planché. Llenar el depósito con agua hasta una altura de 500 mm (para evitar que

pueda flotar en el hormigón) y a continuación verter hormigón pobre, en estado muy líquido, a lo largo de los laterales del depósito. El hormigón líquido deberá formar una cuna que llegue hasta un tercio de la altura del depósito o hasta la mitad si se trata de cisternas de Ø 3500 mm o superior. Esta cuna de hormigón permite que el peso del depósito y de su contenido se reparta homogéneamente en toda la superficie de la losa de hormigón armado. No es en absoluto aconsejable el uso de arenas o gravas para formar la cuna de apoyo, puesto que estos materiales son arrastrados por la acción del agua, dejando el depósito sin su base de apoyo [35].

Rellenar el resto de la excavación con arena fina lavada, libre de gravas, piedras, cascotes o cantos vivos. No utilizar máquinas compactadoras o vibradoras para el asentamiento del material de relleno [35].

Las aguas subterráneas pueden actuar sobre el depósito enterrado, haciendo que flote cuando este se encuentra vacío. Por este motivo, cuando se detecta la presencia de nivel freático deberá rellenarse la totalidad de la excavación con hormigón pobre líquido (en lugar de arena). El rellenado de hormigón se realizará en varias etapas: en primer lugar, introducir 30-40 cm de agua en el interior de la cuba y a continuación verter con cuidado alrededor del tanque una capa de 30-40 cm de hormigón. Repetir la operación hasta cubrir completamente el depósito, siempre asegurando que el nivel exterior de hormigón no supere al nivel interior de agua, evitando así que el depósito pueda flotar [35].

Se debe dejar previstas arquetas de inspección en las bocas de acceso. El nivel de tierra de relleno por encima del depósito no sobrepasará los 0,4 m de altura [35].

Cuando pueda registrarse paso de vehículos por la superficie del depósito, deberá rellenarse la excavación con hormigón pobre en masa. Si el paso de tráfico rodado es frecuente o su peso considerable, deberá también construirse una losa de hormigón armado de un grosor mínimo de 20-25 cm, cuyas dimensiones sobrepasen en 90 cm (45 cm en cada extremo) las dimensiones de la excavación, tanto a lo largo como a lo ancho (descansando sobre terreno firme) [35].

8. Hormigonado de las losas: Las cimentaciones que se van a hacer son directas realizadas mediante losas horizontales de hormigón armado, cuyas dimensiones en planta son muy grandes comparadas con su espesor, bajo los contenedores que constituyen las diferentes instalaciones [33].

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad según el proyecto, determinándose la profundidad mínima en función la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos [33].

Se tomarán las precauciones necesarias en terrenos agresivos o con presencia de agua que pueda contener sustancias potencialmente agresivas en disolución, respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, de acuerdo con el artículo 37 de la EHE-08, indicadas en la subsección 3.3. Estructuras de hormigón. Estas medidas incluyen la adecuada elección del tipo de cemento a emplear, de la dosificación y permeabilidad del hormigón, del espesor de recubrimiento de las armaduras, etc. Las incompatibilidades en cuanto a las componentes del hormigón, cementos, agua, áridos y aditivos son las especificadas en el capítulo VI de la EHE-08 [32].

Una vez elaborado el replanteo de cada instalación y estén localizadas y trazadas las instalaciones de los servicios que van a realizarse, según el CTE-DB-SE-C, apartado 4.6.2, se realizará la confirmación de las características del terreno. El resultado de tal inspección se incorporará a la documentación final de obra. En particular se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación, la estratigrafía, el nivel freático, las condiciones hidrogeológicas, la resistencia y humedad del terreno se ajustan a lo previsto y si se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc. o corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres [31].

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función del tipo de terreno. El plano de apoyo de la losa se situará a la profundidad prevista por debajo del nivel de la rasante [33].

La excavación que se realiza para losas con cota de cimentación profunda trae aparejado un levantamiento del fondo de la excavación. Según el CTE-DB-SE-C, apartado 4.5.2.2, este se determinará siguiendo las indicaciones del en función del tipo de terreno, situación del nivel freático, etc., y se tomarán las precauciones oportunas [31].

Si las subpresiones de agua son muy fuertes puede ser necesario anclar la losa o disponer una instalación permanente de drenaje y bombeo. Si en el terreno se puede producir sifonamiento (limos, arenas finas, etc.), el agotamiento debe efectuarse desde pozos filtrantes y nunca desde sumideros, según el CTE-DB-SE-C apartados 6.3.2.2.2 y 7.4.3. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.2, el sistema de drenaje y evacuación cumplirá asimismo las exigencias de dicho apartado [24] [31].

Sobre la superficie del terreno se dispondrá una capa de hormigón de limpieza o solera de asiento de 10 cm de espesor mínimo, sobre la que se colocarán las armaduras con los correspondientes separadores de mortero. El curado del hormigón de limpieza se prolongará durante 72 horas [33].

Para la colocación de las armaduras se cumplirán las dimensiones calculadas y expuestas en la descripción de la obra (12 mm de diámetro cada 30 cm) y la

disposición de armaduras que se especifican en el artículo 59.8 de la EHE-08. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm. El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones del artículo 37.2.4 de la EHE-08. Si se ha preparado el terreno y se ha dispuesto una capa de hormigón de limpieza tal y como se ha indicado en este apartado, los recubrimientos mínimos serán los de la tabla 37.2.4 en función de la resistencia característica del hormigón, del tipo de elemento y de la clase de exposición. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de la losa, se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, según las indicaciones de los artículos 37.2.5 y 66.2 de la EHE-08. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior [32].

El hormigonado se realizará, a ser posible, sin interrupciones que puedan dar lugar a planos de debilidad. Las superficies que vayan a quedar vistas deberán quedar sin imperfecciones, de lo contrario se utilizarán materiales específicos para la reparación de defectos y limpieza de las mismas. Condicionados por el clima caluroso de la zona, el curado del hormigón lo antes posible. En casos extremos puede ser necesario proteger la cimentación del sol y limitar la acción del viento mediante pantallas, o incluso, hormigonar de noche [33].

Cuando la losa de cimentación tenga que ser sometida, durante la ejecución de la obra, a cargas no previstas en proyecto, como cargas dinámicas o cargas vibratorias, la dirección facultativa efectuará un estudio especial y se adoptarán las medidas que en su caso fuesen necesarias. Se prohíbe cualquier uso que someta a la losa a humedad habitual. Se reparará cualquier fuga observada, durante la ejecución de la obra, en las canalizaciones de suministro o evacuación de agua y se vigilará la presencia de aguas ácidas, salinas o de agresividad potencial. No se almacenarán sobre la losa materiales que puedan ser dañinos para el hormigón. Se esperará un periodo de siete días para instalar los contenedores sobre las losas, ya que es el tiempo que tarda en curar el hormigón [33].

9. Asfaltado de la calle: La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger la mezcla durante su transporte. En el caso de utilizarse extendedoras como equipos de extensión, la altura y forma de los camiones será tal que, durante el vertido en la extendidora, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto [29].

Se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada, así como de



dispositivos automáticos de nivelación. Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste. [29].

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos, en caso necesario. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un compactador vibratorio de rodillos metálicos y un compactador de neumáticos. El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a 300 N/cm y será capaz de alcanzar una masa de al menos 15 t con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas. El compactador de neumáticos será capaz de alcanzar una masa de al menos 35 t y una carga por rueda 5 t, con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a 0,8 MPa [29].

Los compactadores de rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras con las de las traseras [29].

Para la ejecución de las juntas transversales en fresco se utilizarán equipos automotrices que efectúen en cada pasada un surco recto que penetre al menos dos tercios del espesor de la capa y que al mismo tiempo introduzca en él un producto adecuado para impedir que la junta se cierre de nuevo. Este producto podrá consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, una cinta de plástico flexible, un perfil ondulado de plástico rígido u otros sistemas que además de impedir que se cierre de nuevo la junta durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos lados de la junta [29].

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el suelocemento. En el momento de iniciar la fabricación de la mezcla el material granular o las fracciones del árido estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. Para la correcta evacuación de aguas, se procederá a depositar, en un espacio entre el asfalto y el hormigón, grava que permita el correcto drenaje de los flujos de agua producidos por las precipitaciones. La carga de las tolvas se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el 50 a 100% de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones de los materiales granulares [29].

Se comenzará mezclando los materiales granulares y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquella. La cantidad de

agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la existente en el material granular, así como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante la ejecución de los trabajos. El amasado se proseguirá hasta obtener la completa homogeneización de los componentes de la mezcla, dentro de las tolerancias fijadas [29].

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. [29].

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos 15 cm de la anterior, por lo que se deberá disponer en los bordes de una contención lateral adecuada [29].

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano al equipo de extensión, los cambios de dirección de los equipos de compactación se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. En todo momento, y especialmente en tiempo seco y caluroso, o con fuerte viento, deberá mantenerse húmeda la superficie mediante un riego con agua finamente pulverizada. En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el plazo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente. Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el plazo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada. [29].

Una vez terminada la capa se procederá a la aplicación de un riego con una emulsión bituminosa. Esta operación se efectuará inmediatamente después de acabada la compactación, y en ningún caso después de transcurrir 3 horas desde la terminación, manteniéndose hasta entonces la superficie en estado húmedo [29].

Para la correcta evacuación de aguas, se procederá a depositar, en un espacio entre el asfalto y el hormigón, grava que permita el correcto drenaje de los flujos de agua producidos por las precipitaciones.

10. Recepción e instalación de contenedores: El transporte de los contenedores dormitorios se realizará con estos desmontados, y a su vez, transportados en un contenedor de 20 pies, en el que caben cuatro unidades de dormitorios contenedor. Una vez armado en destino, presentará las dimensiones exteriores de un contenedor normalizado ISO 20' de denominación 1 CC, y se atenderá a las normas ISO/UNE correspondiente a contenedores de 20 pies, 6.058 mm de largo, 2.438 mm de ancho y 2.591 mm de alto [18].

Cada contenedor estará construido de manera que podrá ser adosado lateralmente a otro contenedor cualquiera, sin límite de cantidad, también, montados en altura en número de dos unidades, pudiendo a la vez ser adosados lateralmente en ambos pisos. Incorporarán cada uno, dentro del pack, los elementos y juntas prefabricadas de exterior e interior necesarios para estanqueizar e impermeabilizar las uniones que se realicen de los contenedores adosados tanto lateral como frontalmente [18].

Todos los dormitorios sobre contenedor serán reconocidos, para comprobar si presentan alguna de las siguientes no conformidades:

- Falta algún componente.
- Falta alguna de las instalaciones/equipamiento.
- Elementos estructurales rotos, doblados o inservibles.
- Dimensiones exteriores fuera de tolerancia.
- Producción de deformaciones permanentes en el izado mediante eslingas o carretilla elevadora.
- Imposibilidad de acoplar las piezas de esquina.
- Mal funcionamiento de algún equipo/componente.
- Marcado inexistente o completamente ilegible o erróneo.
- Embalaje roto, inadecuado o inseguro.
- Faltan herramientas/repuestos.
- Evidencia de mano de obra deficiente [18].

Los contenedores tipo ducha o WC se deben cumplir los mismos requisitos y su montaje es igual, sin embargo, no pueden desmontarse para su transporte [19] [20].

Para su montaje, se debe colocar cada contenedor in situ con las bases adjuntas con al menos 6 puntos de apoyo. Las dimensiones de la base vienen determinadas por el tamaño del contenedor y el tipo de hormigón de la losa, así como su construcción viene especificado en fases anteriores. La nivelación de las bases es indispensable para conseguir un montaje sin problemas y garantizar que las instalaciones se mantienen en perfecto estado. Al instalar o distribuir los contenedores, se debe tener en cuenta la carga útil y las circunstancias regionales [36].

Los contenedores se pueden agrupar según se desee, unos al lado de otros, unos detrás de otros, o unos sobre otros; respetando siempre las indicaciones de montaje y las cargas útiles máximas. Los módulos deben colocarse exactamente uno sobre otro. El techo del módulo no es apto para almacenar mercancía sobre él. Posteriormente, se procederá a la instalación del techo a dos aguas, así como, a la de las escaleras y el suelo de religa de estructura metálica de los pasillos [36].

Tras la conexión de agua se deberá comprobar de nuevo la estanqueidad del circuito del agua y que todas las instalaciones están perfectamente acopladas y ajustadas [36].