

Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial

Memoria

Instalaciones de alumbrado exterior,
telecomunicaciones y red de energía eléctrica del
antiguo Campamento Benítez (Málaga)

Autor: Ángel Lora Cáceres

Tutor: Jorge Muñoz Estrada

Tutor Ponente: José Luis Martínez Ramos

Dep. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2015



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Industrial

**Instalaciones de alumbrado exterior,
telecomunicaciones y red de energía eléctrica del
antiguo Campamento Benítez (Málaga)**

Autor:

Ángel Lora Cáceres

Tutor:

Jorge Muñoz Estrada

Ingeniero Industrial. Técnico del Departamento de Arquitectura e Infraestructuras de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Málaga.

Tutor Ponente:

José Luis Martínez Ramos

Catedrático del Dep de Ingeniería Eléctrica. ETSI. Universidad de Sevilla

Dep. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2015

Proyecto Fin de Carrera: Instalaciones de alumbrado exterior, telecomunicaciones y red de energía eléctrica del antiguo Campamento Benítez (Málaga)

Autor: Ángel Lora Cáceres
Tutor: Jorge Muñoz Estrada
Tutor ponente: Jose Luís Martínez Ramos

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2015

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

En este punto, me gustaría dar las gracias a todas las personas que han contribuido directa o indirectamente en este trabajo.

En primer lugar expresar mi gratitud a todo el Departamento de Arquitectura e Infraestructuras de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Málaga. Especialmente quisiera dar las gracias a Jorge Muñoz y Paloma Muñoz por haber estado supervisando todo el proyecto y por haber perdido tanto tiempo conmigo.

También estoy agradecido a mi tutor ponente del proyecto José Luis Martínez.

Por último no quiero olvidarme de mi familia, especialmente a mis padres, amigos y compañeros de Escuela que gracias a ellos todo es siempre mucho más fácil.

Gracias a todos.

Resumen

Este proyecto aporta una solución ingenieril a las instalaciones de alumbrado público y telecomunicaciones del futuro parque situado en el antiguo Campamento Benítez, en la ciudad de Málaga. Las instalaciones están separadas en instalación de alumbrado del interior del parque, instalación de alumbrado de los accesos, red eléctrica para el suministro del alumbrado y del grupo de bombeo para el riego, infraestructura para la red de telecomunicaciones y diseño y conexión del centro de transformación que alimenta la red de baja tensión del parque y alrededores.

Abstract

This project provides an engineering solution to public-lighting installations and telecommunications of the future park located in the Benitez Camp, in the city of Málaga. The installation are separated in lighting installation inside the park, lighting system access, electrical grid to supply the lighting and the pumping for irrigation, infrastructure for telecommunications network design and connection of the transformer feeding the low voltage grid of the park and surroundings.

Índice

1	Objeto	9
2	Normativa aplicable	11
3	Generalidades de las instalaciones	13
3.1	<i>Alumbrado exterior</i>	13
3.2	<i>Grupo de bombeo</i>	13
3.3	<i>Instalación común de telecomunicaciones</i>	13
4	Emplazamiento	15
5	Instalaciones existentes	17
6	Descripción general de las instalaciones proyectadas	19
6.1	<i>Instalaciones de alumbrado</i>	19
6.1.1	Instalación exterior.....	19
6.1.2	Instalación interior.....	20
6.2	<i>Grupo de bombeo</i>	21
6.3	<i>Instalación de telecomunicaciones</i>	21
7	Centro de transformación	23
7.1	<i>Obra Civil</i>	23
7.1.1	Características de los Materiales.....	23
7.2	<i>Instalación Eléctrica</i>	25
7.2.1	Características de la Red de Alimentación.....	25
7.2.2	Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	25
7.2.3	Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores.....	27
7.2.4	Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	29
7.2.5	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.....	32
7.3	<i>Medida de la energía eléctrica</i>	33
7.4	<i>Unidades de protección, automatismo y control</i>	33
7.5	<i>Puesta a tierra</i>	33
7.5.1	Tierra de protección.....	33
7.5.2	Tierra de servicio.....	33
7.6	<i>Instalaciones secundarias</i>	34
7.6.1	Armario de primeros auxilios.....	34
7.6.2	Medidas de seguridad.....	34
8	Instalación de alumbrado	35
8.1	<i>Secciones tipo</i>	35
8.2	<i>Instalación proyectada</i>	36
8.2.1	Acometida.....	36
8.2.2	Centros de mando.....	37
8.2.3	Red de alimentación.....	39
8.2.4	Sección económica.....	40
8.2.5	Soportes de luminarias: Báculos.....	41
8.2.6	Soporte de luminarias: Columnas.....	43
8.2.7	Puntos de luz.....	44
8.2.8	Protección contra contactos directos e indirectos.....	48
8.2.9	Puestas a tierra.....	48

8.3	Mantenimiento de la instalación	49
8.4	Legalización	49
9	Instalación de bombeo.....	51
9.1	Configuración de la instalación	51
9.2	Derivación individual	51
9.3	Centro de mando.....	52
9.4	Bombas	54
9.4.1	Bombas gemelas	54
9.4.2	Bomba sumergible	54
10	Instalación de telecomunicaciones.....	55
10.1	Normativa vigente.....	55
10.2	Instalación proyectada.....	55
10.2.1	Instalación exterior.....	55
10.2.2	Instalación interior	56
11	Herramienta de análisis económico.....	57
11.1	Objetivo	57
11.2	Hipótesis.....	57
11.3	Entorno gráfico.....	57
11.4	Cálculos	58
11.5	Resultados.....	59
12	Referencias	61
Anexo 1.	Cálculos eléctricos	63
1.	Objeto.....	65
2.	Criterios electrotécnicos a cumplir	65
3.	Intensidad máxima-admisible	65
4.	Alumbrado exterior.....	66
5.	Bombeo.....	72
6.	Centro de Transformación	73
Anexo 2.	Sección económica de los conductores	87
1.	Objeto.....	89
2.	Normativa	89
3.	Fórmulas	89
4.	Resultados.....	90
5.	Cálculo de costes	91
Anexo 3.	Cálculos luminotécnicos	93
1.	Factor de mantenimiento	95
2.	Cálculos luminotécnicos.....	95
3.	Resultados del Software	95
Anexo 4.	Eficiencia energética.....	131
1.	Cálculos	133
2.	Resplandor luminoso nocturno	135
3.	Componentes de las instalaciones	136
Anexo 5.	Gestión de residuos.....	137
1.	Introducción.....	139
2.	Identificación de los RCD generados en la obra	139
3.	Estimación de la cantidad generada de RCD y residuos peligrosos.....	141
4.	Medidas de prevención, reutilización, segregación y valoración o eliminación en la obra	143
5.	Especificaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares	145

6.	<i>Destino previsto para los residuos no reutilizables “In situ”</i>	145
7.	<i>Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y gestión de los RCD</i>	146
8.	<i>Valoración del coste previsto de la gestión de los RCD</i>	146
9.	<i>Conclusión</i>	147
Anexo 6. Estudio básico de Seguridad y Salud		149
1.	<i>Memoria</i>	151
2.	<i>Datos del proyecto</i>	152
3.	<i>Datos de la obra</i>	152
4.	<i>Descripción general de la instalación proyectada</i>	153
5.	<i>Instalación de alumbrado</i>	156
6.	<i>Interferencias y servicios afectados</i>	160
7.	<i>Prevención de riesgos de daños a terceros</i>	162
8.	<i>Determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos y descripción de las obras</i> 164	
9.	<i>Tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse</i>	164
10.	<i>Mano de obra prevista</i>	166
11.	<i>Equipos técnicos y medios auxiliares</i>	166
12.	<i>Localización e identificación de zonas en la que se realizan trabajos incluidos en el Anexo II del R.D.</i> 1627/1997.....	167
13.	<i>Servicios sanitarios y comunes en función del número de trabajadores</i>	168
14.	<i>Locales para primeros auxilios</i>	168
15.	<i>Servicios higiénicos</i>	169
16.	<i>Comedor</i>	170
17.	<i>Detección y lucha contra incendios</i>	170
18.	<i>Plan de emergencias y autoprotección</i>	170
19.	<i>Emergencias de tipo específico</i>	174
20.	<i>Lista de contactos</i>	175
21.	<i>Difusión y adiestramiento</i>	175
22.	<i>Señalización</i>	175
23.	<i>Actualización del plan</i>	175
24.	<i>Análisis general de riesgos laborales en las diferentes fases de la obra</i>	176
25.	<i>Medidas preventivas generales en los trabajos de maquinaria de obra civil</i>	189
26.	<i>Riesgos y medidas preventivas a la exposición de las condiciones ambientales en las obras de construcción</i>	192
27.	<i>Equipos técnicos y medios auxiliares</i>	195

Índice de Tablas

Tabla 1: Dimensiones características del Centro de Transformación	25
Tabla 2: Niveles de aislamiento de las celdas CGM	27
Tabla 3. Secciones tipo (unidades en m)	36
Tabla 4. Características de los conductores de las acometidas	37
Tabla 5. Características de los centros de mando de las instalaciones de alumbrado público	39
Tabla 6. Secciones de los conductores para cada circuito	40
Tabla 7. Secciones económicas para cada circuito	41
Tabla 8. Características de los báculos	42
Tabla 9. Báculos planteados para cada tipo de luminaria	43
Tabla 10. Características de las columnas	43
Tabla 11. Columnas planteadas para cada tipo de luminaria	44
Tabla 12. Luminarias seleccionadas para el proyecto	45
Tabla 13. Lámparas elegidas para los puntos de luz	46
Tabla 14. Sección de la derivación individual del grupo de bombeo	52
Tabla 15. Características del centro de mando de la instalación de bombeo	53
Tabla 16: Potencia instalada de cada tipo de luminaria	67
Tabla 17: Potencia instalada en cada uno de los circuitos	67
Tabla 18: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 1	68
Tabla 19: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 2	68
Tabla 20: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 3	69
Tabla 21: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 4	69
Tabla 22: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 5	70
Tabla 23: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 6	70
Tabla 24: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 7	71
Tabla 25: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 8	71
Tabla 26: Potencia instalada en el grupo de bombeo	73
Tabla 27: Cálculo de sección del conductor para la derivación individual del bombeo	73
Tabla 28: Previsión de cargas para las viviendas	74
Tabla 29: Previsión de cargas para edificios destinados a usos industriales y oficinas	74
Tabla 30: Límites de intensidad para sección económica	91
Tabla 31: Eficiencia energética de ST1	133
Tabla 32: Eficiencia energética de ST2	133
Tabla 33: Eficiencia energética de ST3	133
Tabla 34: Eficiencia energética de ST4	134

Tabla 35: Eficiencia energética de ST5	134
Tabla 36: Eficiencia energética de ST6	134
Tabla 37: Eficiencia energética de ST7	135
Tabla 38: Eficiencia energética de ST8	135
Tabla 39: Identificación de pétreos y tierras de excavación	139
Tabla 40: Identificación de residuos inertes	140
Tabla 41: Identificación de residuos potencialmente peligrosos y otros	140
Tabla 42: Identificación de residuos peligrosos en demoliciones	141
Tabla 43: Estimación de RCD no pétreos generados	141
Tabla 44: Estimación de tierras y pétreos de excavación en obra nueva	142
Tabla 45: Estimación de residuos inertes no pétreos en obra nueva	142
Tabla 46: Estimación de residuos pétreos en obra nueva	142
Tabla 47: Estimación de residuos potencialmente peligrosos en obra nueva	143
Tabla 48: Operaciones de reutilización de residuos	144
Tabla 49: Cantidad de residuo a partir de la cual hay que segregar "in situ"	144
Tabla 50: Destino previsto para los residuos no reutilizables "in situ"	146
Tabla 51: Estimación del coste de la gestión de los RCD	146
Tabla 52: Medidas preventivas en función del riesgo laboral	173

Índice de Figuras

Figura 1. Emplazamiento del Campamento Benítez.	15
Figura 2. Instalación de alumbrado del vial suroeste (MA-21).	17
Figura 3. Instalación de alumbrado en la rotonda norte	18
Figura 4. Sección tipo Ac(2)+Cal(7)+Ac(2)	35
Figura 5: Equipo de drivers para luminaria LED	48
Figura 6: Entorno gráfico de la herramienta de análisis económico	58
Figura 7: Datos de salida de la Herramienta de análisis económico	59

1 OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto describir y justificar en su totalidad las instalaciones de alumbrado, de telecomunicaciones así como la red de energía eléctrica en el sector de actuación del proyecto.

2 **NORMATIVA APLICABLE**

La normativa aplicable al presente proyecto es la siguiente:

- Ley 7/1985, de 2 de Abril, de Bases del Régimen Local.
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 1630/1992, de 29 de Diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.
- Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
- Resolución de 5 de Mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas de Seguridad de la empresa Distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribuidora, SLU, en el ámbito de la comunidad autónoma de Andalucía.
- Recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).
- Norma UNE-EN 40: Columnas y báculos de alumbrado.
- Instrucciones Técnicas Municipales para la Instalación de Alumbrado Público en la Ciudad de Málaga
- Documento CEI: Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología led de alumbrado exterior (Mayo 2011)
- Normativa vigente de seguridad y salud en el trabajo: Ley 31/2006, Ley 21/2006, Ley 54/2003, Ley 50/1198, Ley 42/1997, Ley 31/1995, RD 614/2001
- Plan General de Ordenación Urbanística de Málaga

De todas las normas anteriores, en cada caso tendrá valor la más restrictiva.

3 GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES

3.1 Alumbrado exterior

La instalación de alumbrado exterior tiene la función principal de permitir la seguridad vial, de los peatones y de las propiedades en situaciones de visibilidad reducida (típicamente en horario nocturno). Como función secundaria, la instalación de alumbrado exterior debe contribuir a realzar el aspecto estético de calles, plazas, edificios, monumentos, etc.

La instalación de alumbrado exterior debe desarrollar su misión en un marco general de protección al medio ambiente, desarrollando un uso eficiente y racional de la energía que consume dicha instalación y la reducción del resplandor luminoso nocturno, disminuyendo en lo máximo posible el flujo hemisférico superior (FHS).

3.2 Grupo de bombeo

La instalación de bombeo se emplea de manera íntegra para suministrar presión a la red de riego del parque.

Esta instalación debe de gestionar de una forma eficiente el consumo de energía mediante el uso de motores de alta eficiencia. Además, en caso de ser posible, se reducirá dicho consumo reduciendo la cantidad de caudal que se impulsa pudiendo ésta llegar a ser nula (en casos de épocas muy lluviosas).

3.3 Instalación común de telecomunicaciones

Esta instalación tiene por objeto diseñar la infraestructura que, en un futuro, contendrá los conductores empleados para la conexión de telecomunicaciones que dará cobertura de red al edificio integrado en el interior del Campamento Benítez.

La instalación se diseñará siguiendo las directrices de la ITC 1644 de 2011, aunque no es de obligatorio al no cumplir ninguno de los puntos descritos en el punto tercero del (BOE 5834, 2011).

4 EMPLAZAMIENTO

El sector de actuación del presente proyecto se corresponde, como se observa en la figura 1, con el antiguo Campamento Benítez, situado en la frontera entre la localidad de Málaga y el municipio de Torremolinos junto a la carretera MA-21 (Antigua N-340).



Figura 1. Emplazamiento del Campamento Benítez.
Fuente: www.google.es/maps

5 INSTALACIONES EXISTENTES

Las instalaciones interiores al Campamento Benítez se desarrollan en el marco de un proyecto de urbanización sobre un sector de actuación carente de infraestructuras urbanas. Por tanto, no hay instalaciones existentes de ningún tipo. Por el contrario, las instalaciones de alumbrado perteneciente a la zona de los accesos, a fecha de redacción de proyecto, en el emplazamiento descrito serán descritas en este apartado.

Al suroeste del Campamento Benítez por su parte exterior se encuentra una arqueta de la red de distribución de la compañía distribuidora. Esta arqueta constituye el punto inicial de la instalación de alumbrado de los viales exteriores.

La carretera MA-21 (antigua N-340) dispone actualmente de una instalación de alumbrado que se encuentra completamente amortizada. Las redes de conductores existentes son subterráneas bajo tubo y su estado global se considera deficiente como se puede observar en la figura 2.



Figura 2. Instalación de alumbrado del vial suroeste (MA-21).
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, al norte del Campamento Benítez, y presentada en la figura 3, se encuentra una rotonda de acceso a Parque Comercial con instalación de iluminación.



Figura 3. Instalación de alumbrado en la rotonda norte
Fuente: Jorge Muñoz Estrada

6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS

En este apartado se pretende dar una visión general de las instalaciones que conforman este proyecto.

La tensión de suministro para estas instalaciones es de 230 V entre fase y neutro y de 400 V entre fases, de acuerdo al esquema de instalación trifásica con neutro en baja tensión. La frecuencia es 50 Hz.

6.1 Instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado que se plantea en el presente documento persiguen el criterio general de eficiencia en los aspectos técnico, económico y medioambiental. Se trata de unas instalaciones de tipo principalmente funcional, con la que se pretende iluminar viales y zonas peatonales.

6.1.1 Instalación exterior

En el proyecto se plantea el desmontaje de quince báculos y luminarias de la carretera MA-21 (antigua N-340).

La instalación proyectada se compone de:

- Acometida
- Centro de mando
- Red de alimentación
- Soportes de luminarias
- Puntos de luz
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Puesta a tierra

La acometida al cuadro de mando se desarrolla desde arqueta existente propiedad de la compañía distribuidora situada al suroeste del Campamento Benítez. La acometida consiste en una canalización bajo doble tubo de PE Ø160 mm con conductor Al RV 0,6/1 kV 3x1x150 mm² + 1x95 mm².

Se instalan un centro de mando en la conexión entre la carretera MA-21 y el vial de nueva creación. El centro de mando tiene 2 circuitos de salida mediante los cuales se alimentan las luminarias que se suministran a través de dicho centro de mando. La instalación proyectada presenta característica de instalación con alumbrado reducido mediante reductor-estabilizador de tensión en centro de mando.

La red de alimentación a los puntos de luz es subterránea (simple o doble según el tramo) bajo tubo de PE corrugado de 90 mm y con protección de hormigón en cruces de calzada. Incluye arquetas de 50x50 cm. Los conductores son de cobre 0,6/1 kV con secciones 16 mm² y 25 mm² para fases y neutro y 16 mm² para conductor de tierra.

En la carretera MA-21 los soportes de luminarias que se instalan son báculo tipo AM de 12 m de altura y 2 m de vuelo, con cimentación de 60x60x130 cm y luminarias modelo Iridium SGS254 con lámparas

VSAP 400 W y equipos de simple nivel. En dicha carretera se instalan 18 luminarias.

Por su parte, en el nuevo vial los soportes de luminarias que se instalan son columna tipo AM de 9 m de altura, con cimentación de 50x50x110 cm y luminarias modelo Iridium SGS254 con lámparas VSAP 250 W y equipos de simple nivel. Se plantean 21 luminarias de este tipo en el vial nuevo.

De acuerdo a la relación de luminarias instaladas, la potencia total instalada prevista en el centro de mando es de 12.450 W.

La instalación de puesta a tierra se lleva a cabo mediante conductor aislado de 16 mm² de sección mínima por el interior de las canalizaciones y picas de tierra según la ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

6.1.2 Instalación interior

La instalación interior es de nueva construcción en su totalidad por lo que carece de sentido plantear el desmontaje de cualquier punto de luz.

La instalación proyectada, al igual que en el caso de los viales exteriores, se compone de:

- Acometida
- Centro de mando
- Red de alimentación
- Soportes de luminarias
- Puntos de luz
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Puesta a tierra

La acometida al cuadro de mando se desarrolla desde arqueta existente propiedad de la compañía distribuidora situada al suroeste del Campamento Benítez. La acometida consiste en una canalización bajo doble tubo de PE Ø160 mm con conductor AI RV 0,6/1 kV 3x1x150 mm² + 1x95 mm².

Se puede observar que hasta este punto, ninguna de las dos instalaciones presenta diferencias constructivas. A partir de aquí, y debido a las características de las luminarias que conforman la instalación, ambas son completamente distintas.

El centro de mando instalado en este caso está situado al este del parque, en una zona accesible por caminos para facilitar la llegada de maquinaria. Posee 6 circuitos de salida mediante los cuales se alimentan las luminarias. La instalación proyectada, en este caso, no presenta característica de instalación con alumbrado reducido.

La red de alimentación a los puntos de luz es subterránea (simple o doble según el tramo) bajo tubo de PE corrugado de 90 mm y con protección de hormigón en cruces de calzada. Incluye arquetas de 50x50 cm. Los conductores son de cobre 0,6/1 kV con una única sección para todos los circuitos de 6mm² para fases y neutro y 16 mm² para conductor de tierra.

Los soportes de las luminarias que se instalan son columna tipo AM con alturas de 5 y 9 m. Las cimentaciones correspondientes a estas columnas son de dimensiones 40x40x80 cm y de 50x50x110 cm respectivamente y luminarias Milewide2 BPP435 (54 luminarias) y Micenas Gen2 LED BDP791 (30 luminarias) para las columnas de 5 m y Speedstar BGP323 (30 luminarias) para las de 9.

De acuerdo a la relación de luminarias instaladas, la potencia total instalada prevista en el centro de mando es de 7.290 W.

La instalación de puesta a tierra, una vez más, se lleva a cabo mediante conductor aislado de 16 mm² de sección mínima por el interior de las canalizaciones y picas de tierra según la ITC-BT-09 del Reglamento

Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

6.2 Grupo de bombeo

El grupo de bombeo empleado en el parque alimenta la red de riego del mismo. Para este se alimentará dicha red con un grupo de bombeo formado por dos bombas gemelas de 5,5 CV cada una que presurizan la red desde la salida del aljibe. Para el envío del agua hasta el aljibe desde el pozo de sondeo se emplea una bomba sumergible de 15 CV.

Las bombas vienen alimentadas desde la caja de protección general, de la cual sale una derivación hasta la caseta en la que se encuentra situado el grupo.

La instalación proyectada se compone de:

- Derivación individual desde CGP hasta caseta
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Disyuntores magnetotérmicos para cada una de las bombas
- Hidroniveles para depósitos
- Arrancador progresivo para bomba esclava y para bomba sumergible
- Variador de frecuencia para bomba principal
- Puesta a tierra

La derivación subterránea se desarrolla desde la caja general de protección situada al suroeste del Campamento Benítez hasta la caseta donde se sitúan los motores que accionan las bombas. La derivación consiste en una canalización bajo doble tubo de PE corrugado de 180 mm y con protección de hormigón en cruces de calzada. Incluye arquetas de 50x50 cm. Los conductores son de cobre 0,6/1 kV con secciones 150 mm² y 70 mm² para fases y neutro y 16 mm² para conductor de tierra.

El grupo de bombeo que se instala precisa de una potencia total de 21,9 kW teniendo en cuenta los consumos de los grupos auxiliares.

La instalación de puesta a tierra del neutro se lleva a cabo en cabecera de línea y con pica en la mitad de la longitud de la instalación y otra en el punto de consumo según la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

6.3 Instalación de telecomunicaciones

La instalación común de telecomunicaciones (ICT) se compone de la infraestructura necesaria para dar cobertura al edificio que, en un futuro, contendrá el Campamento Benítez.

Esta infraestructura parte desde un punto de conexión al operador situado en la esquina noroeste del Campamento. Desde allí, y empleando como referencia la ITC correspondiente, se abre una canalización que incluye un conjunto de cuatro tubos de PE Ø110 mm más un tritubo de PE Ø40 mm y arquetas tipo M de Telefónica cada, como máximo, 50m. La conexión con la red interna se realiza a través del muro empleando un registro de enlace.

A partir de ahí la infraestructura es privada. La canalización se realiza, a partir de este punto, con dos tubos de PE Ø63 mm colocando arquetas tipo T-1 (40x40x70) cada 50 m máximo. El cableado de las canalizaciones se llevará a cabo por el operador correspondiente.

7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Este punto tiene como objetivo definir el centro de transformación que alimenta la demanda de baja tensión de la zona.

En cada apartado se definen tanto las apartamentas eléctricas así como la ingeniería civil necesaria para llevar a cabo la construcción y puesta en funcionamiento de dicho centro.

7.1 Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la apartamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

7.1.1 Características de los Materiales

Edificio de Transformación: PFU-5/30

7.1.1.1 Descripción

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

7.1.1.2 Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a

las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

7.1.1.3 Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

7.1.1.4 Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

7.1.1.5 Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

7.1.1.6 Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

7.1.1.7 Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

7.1.1.8 Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

7.1.1.9 Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

7.1.1.10 Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

7.1.1.11 Características Detalladas

Las características constructivas y número de elementos del centro de transformación son los siguientes.

- Nº de transformadores: 2
- Nº reserva de celdas: 1
- Tipo de ventilación: Doble
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta

En la tabla siguiente se detallan las dimensiones del centro de transformación.

Tabla 1: Dimensiones características del Centro de Transformación
Fuente: AmiKit

Dimensión	Exterior	Interior	Excavación
Longitud (mm)	6.080	5.900	6.880
Fondo (mm)	2.380	2.200	3.180
Altura (mm)	3.240	2.550	-
Altura vista (mm)	2.780	-	-
Peso (kg)	17.460	-	-
Profundidad (mm)	-	-	560

Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

7.2 Instalación Eléctrica

7.2.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 600 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 13,9 kA eficaces.

7.2.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: CGM.3 Modulares

Las celdas del sistema CGM.3 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZÁBAL, denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son:

Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mecanismo de maniobra, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a la acometida de cables de Media Tensión y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del circuito de tierras y de las pantallas de los cables.

Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM.3 tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda S).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

Mecanismo de Maniobra

Los mecanismos de maniobra son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Fusibles (Celda CGM.3-P)

En las celdas CGM.3-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusible de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se produce por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusible se eleva debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal: 36 kV

Los niveles de aislamiento de este tipo de celdas son los siguientes.

Tabla 2: Niveles de aislamiento de las celdas CGM
Fuente: AmiKit

	Frecuencia industrial (1min)	Impulso tipo rayo
A tierra y entre fases	70 kV	170 kV
A la distancia de seccionamiento	80 kV	195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

7.2.3 Características Descriptivas de la Aparata MT y Transformadores

7.2.3.1 Protección Transformador 1: CGM.3-2LP

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

Las celdas compactas del sistema CGM.3 son equipos compactos para MT, integrados y totalmente compatibles con las variantes modulares del sistema.

La celda CGM.3-2LP está constituida por 3 funciones: 2 de línea o interruptor en carga y 1 de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida ekorVPIS, así como alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida ekorVPIS.

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 70 kV
- Nivel de aislamiento a tierra entre fases (cresta) en impulso tipo rayo: 170 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte (Corriente principalmente activa): 400 A

Características físicas:

- Ancho: 1.316 mm
- Fondo: 1.027 mm
- Alto: 1.745 mm
- Peso: 421 kg

Otras características constructivas

- Mando interruptor 1: Manual tipo B
- Mando interruptor 2: Manual tipo B
- Mando posición con fusibles: Manual de Acumulación tipo BR-A
- Intensidad fusibles: 3 x 40 A

7.2.3.2 Protección Transformador 2: CGM.3-P

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGM.3-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Características eléctricas:

- Tensión asignada: 36 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3 x 40 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 70 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en impulso tipo rayo: 170 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

- Capacidad de corte (Corriente principalmente activa): 400 A

Características físicas:

- Ancho: 480 mm
- Fondo: 1.010 mm
- Alto: 1.745 mm
- Peso: 211 kg

Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: Manual por Acumulación tipo BR-A
- Combinación interruptor-fusibles: Combinados

7.2.3.3 Transformador 1: Transformador aceite 36 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 - 25 kV y tensión secundaria 230 V y 420 V en vacío (B1 y B2).

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/- 5%, + 10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4.5%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

7.2.3.4 Transformador 2: Transformador aceite 36 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 - 25 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 2,5%, +/- 5%, + 10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4.5%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Sin protección propia

7.2.4 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

7.2.4.1 Cuadros BT - B1 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión UNESA

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), tipo UNESA AC-4, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZÁBAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador.

El acceso a este compartimento es por medio de una puerta abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 10 kV
- Nivel de aislamiento entre fases en frecuencia industrial (1 min): 2,5 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en impulso tipo rayo: 20 kV

Características constructivas:

- Anchura: 580 mm
- Altura: 1.690 mm
- Fondo: 290 mm

Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

7.2.4.2 Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más

adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 10 kV
- Nivel de aislamiento entre fases en frecuencia industrial (1 min): 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta (1 s): 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1360 mm
- Fondo: 350 mm

Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

7.2.4.3 Cuadros BT - B2 Transformador 2: CBTO

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobrada fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V

- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1.600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 10 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre fases en frecuencia industrial (1 min): 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta (1 s): 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

Características constructivas:

- Anchura: 1.000 mm
- Altura: 1.360 mm
- Fondo: 350 mm

Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 4 salidas (4 x 400 A)

7.2.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

7.2.5.1 Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 18/30 kV*

- Cables MT 18/30 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

Puentes MT Transformador 2: *Cables MT 18/30 kV*

- Cables MT 18/30 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 36 kV del tipo enchufable acodada y modelo M400LR.

7.2.5.2 Interconexiones de BT:

Puentes BT - B1 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material AI (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: *Puentes transformador-cuadro*

- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material AI (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 4xfase + 2xneutro.

7.2.5.3 Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador*

- Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de Transformador 2: *Protección física transformador*

- Protección metálica para defensa del transformador.

7.2.5.4 Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

7.3 Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

7.4 Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

7.5 Puesta a tierra

7.5.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

7.5.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del

sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

7.6 Instalaciones secundarias

7.6.1 Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

7.6.2 Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

8 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

En este apartado se describirá de una manera detallada cuales son los pasos de a seguir para diseñar una red de alumbrado, además, de los componentes que conforman la instalación de alumbrado, desde la acometida hasta las puestas a tierra.

8.1 Secciones tipo

Una sección tipo está compuesta por cada uno de los elementos que componen un corte transversal de un vial. En la figura 4 se muestra una sección tipo muy común compuesta por 2 m de acera, una calzada de 7 m de ancho con dos carriles de circulación y otra acera de 2 m de ancho.

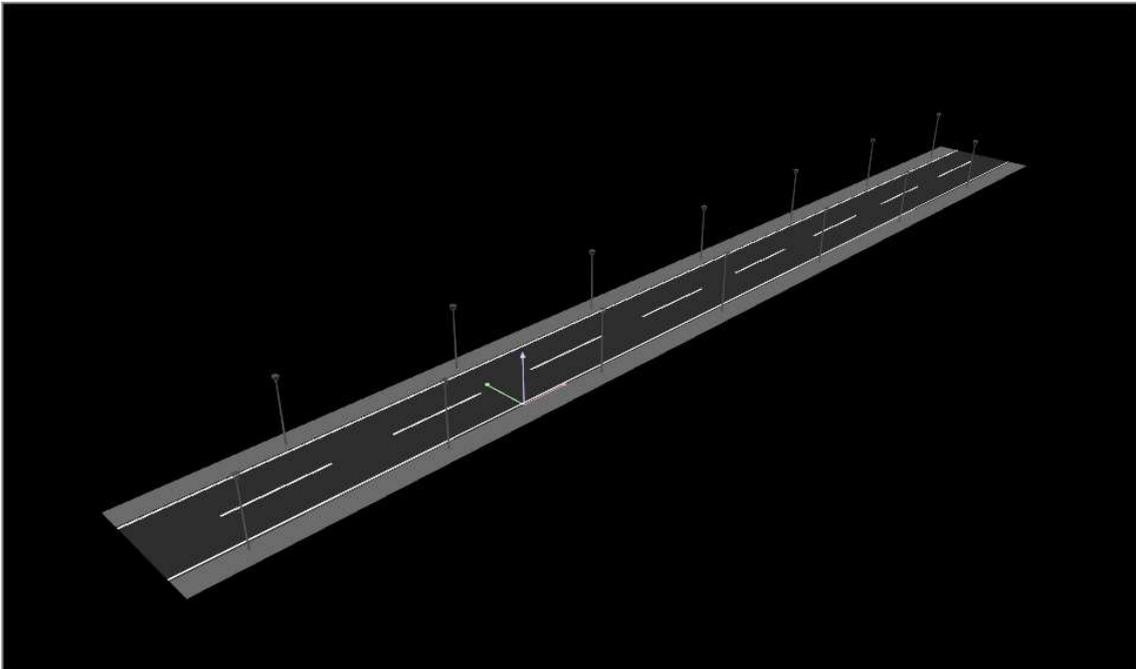


Figura 4. Sección tipo Ac(2)+Cal(7)+Ac(2)
Fuente: Dialux

Para este proyecto las secciones tipo que se plantean son las siguientes:

- Carretera MA-21 con tres carriles: ST1
- Carretera MA-21 con tres carriles: ST2
- Vial exterior de nueva creación con un carril: ST3
- Vial exterior de nueva creación con dos carriles: ST4
- Rotonda: ST5
- Vial interior de Aparcamiento: ST6

- Paseos interiores de 6 m de ancho: ST7
- Paseos interiores de 3 m de ancho: ST8

Tabla 3. Secciones tipo (unidades en m)
Fuente: Elaboración propia

	Acera	Carril-bici	Acera	Calzada	Acera
ST1	1	2,5	1,5	9	-
ST2	1	2,5	1,5	12	-
ST3	3	6,5	2	3,5	1,5
ST4	3	6,5	2	7	1,5
	Diámetro exterior			Diámetro interior	
ST5	40			24	
	Acera	Aparcamiento	Calzada		
ST6	1	2,5	7		
ST7	6	-	-		
ST8	3	-	-		

8.2 Instalación proyectada

8.2.1 Acometida

A efectos de la instalación de alumbrado exterior, la acometida es aquella parte de la instalación de la red de distribución en baja tensión que alimenta los centros de mando. La acometida se hará de acuerdo con las normas particulares de la compañía distribuidora.

En su condición de red trifásica de cuatro conductores (tres fases y neutro), la tensión de servicio de la instalación de alumbrado exterior es 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases, siendo la compañía distribuidora Endesa Distribución, SLU. La frecuencia empleada en la red es de 50 Hz.

La acometida que se proyecta a los centros de mando de la instalación es de tipo subterránea en derivación. Los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-07 para redes subterráneas de distribución de energía eléctrica en baja tensión.

Las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de la caja general de protección del cuadro de mando.

Las acometidas se protegerán mecánicamente mediante tubo de polietileno de diámetro nominal (diámetro exterior mínimo) de 160 mm, según las Normas UNE EN 50086-2-4 y UNE EN 50086-2-4/A1, dejándose otro de reserva de igual diámetro. El punto de unión de la acometida con la red de distribución no estará a menos de 0,6 m de profundidad, tomada esta medida desde la parte superior de los cables en los que se realiza la conexión. Las derivaciones para acometida se realizarán siempre en arquetas.

Los conductores o cables que se empleen en la acometida a los centros de mando serán aislados de aluminio. Las secciones de los conductores de la acometida se calculan de acuerdo a la máxima carga prevista, la tensión de suministro, las intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor, las condiciones de su instalación y la caída de tensión máxima admisible. La sección de los conductores será uniforme y se elegirá de entre las normalizadas por la compañía distribuidora en sus normas particulares.

Los conductores de la acometida dispondrán de aislamiento RV 0,6/1 kV.

De acuerdo a las normas de la compañía distribuidora, la caída de tensión en las redes de baja tensión se limita al 5,5%.

La sección de los conductores de acometida a los centros de mando proyectados es la siguiente:

Tabla 4. Características de los conductores de las acometidas
Fuente: Elaboración propia

Centro de Mando	Tipo de cable para acometida	Sección acometida (mm ²)
CM1	RV 0,6/1 kV	150
CM2	RV 0,6/1 kV	150

Los puntos de conexión de la acometida con la red de distribución proyectados se presentan en los planos de planta general.

8.2.2 Centros de mando

El centro de mando es la parte de la instalación de alumbrado exterior en la que se alojan los elementos de protección y control de la instalación, salvo aquellos elementos de protección que protegen de forma individual cada uno de los puntos de luz (de obligatoria disposición según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

El centro de mando se deberá ubicar, siempre que sea posible, en la posición más centrada de la instalación a fin de que la sección de conductores resultante de los cálculos sea mínima. La potencia admisible por centro de mando no será superior a 15 kW para posibilitar la contratación del suministro eléctrico en la tarifa adecuada sin recargo por energía reactiva.

Los centros de mando se componen de cinco partes principales:

- Envoltente exterior
- Módulo de acometida y medición
- Módulo de mando y protección
- Módulo de control y comunicaciones (en su caso)
- Módulo de ahorro energético (en su caso)

Para facilitar la instalación y la gestión de los centros de mando ambos serán del mismo tipo y contendrán los mismos elementos (excepto por la ausencia de equipo reductor-estabilizador para el cuadro que controla las luminarias LED).

Armario de chapa galvanizada: La envoltente exterior consistirá en un armario de chapa de acero galvanizado reforzado con pletinas metálicas; tendrá ventilación por convección mediante rejillas colocadas en la parte inferior y superior. El módulo de acometida y medición tendrá puerta independiente del resto, con cerradura normalizada del tipo compañía distribuidora. Al resto de módulos se accederá mediante puerta con cerradura normalizada tipo Ayuntamiento de Málaga. La envoltente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102. Los grados de protección exigidos se podrán obtener mediante envoltentes múltiples, proporcionando el grado de protección requerido el conjunto de las envoltentes totalmente montadas. El armario se asentará en base de cimentación según plano de detalles.

El módulo de acometida y medición incluirá la caja general de protección y el equipo de medida.

El módulo de mando y protección contendrá todas los dispositivos que posibiliten el control y la protección de los elementos de la instalación: magnetotérmicos, diferenciales, contactores, selectores, etc.

El módulo de control y comunicaciones estará constituido en su caso por los terminales necesarios

para desarrollar la gestión centralizada (telegestión) del cuadro de mando.

El módulo de ahorro energético, en su caso, incluirá el estabilizador y/o el reductor de tensión.

Los centros de mando con gestión centralizada son aquellos centros de mando con módulo de control y comunicaciones. En este tipo de centros de mando, la operación de los distintos elementos puede realizarse vía GSM, GPRS, módem, etc.

El centro de mando situado en el interior del parque no posee doble nivel debido al tipo de luminaria que controla (tipo LED). Los centros de mando sin instalación de alumbrado reducido son aquellos centros de mando sin módulo de ahorro energético ni instalación de hilo de mando. Estos centros sólo permiten un único nivel de iluminación en la instalación de alumbrado exterior.

Por el contrario, el centro situado en el exterior del Campamento, y por tener colgado de él lámparas de descarga de vapor de sodio, posee sistema reductor-estabilizador. Dichos centros son aquellos en los cuales se desarrolla la instalación de alumbrado reducido mediante la disposición de un reductor de tensión en el centro de mando y además se controla el valor eficaz de la tensión de suministro a las luminarias. Los reductores de tensión permiten reducir a un 60% la potencia de las lámparas mediante la reducción de la tensión de salida del circuito que alimenta las luminarias a 180 V. Se acciona por medio de un programador. La mayor importancia de este sistema consiste en conservar el mismo factor de uniformidad tanto en el alumbrado permanente como reducido. Por su parte, el estabilizador de tensión permite que la tensión de suministro a las luminarias no se vea afectada por las variaciones de la tensión de suministro de la red de distribución.

Los elementos principales existentes en el interior de los centros de mando proyectados para la protección y el control de la instalación son:

- Caja general de protección homologada (típicamente 63 A).
- Contador de doble tarifa homologado con maxímetro incorporado.
- Reductor-estabilizador de tensiones.
- Descargador de sobretensiones.
- Interruptor magnetotérmico general omnipolar (típicamente 4x40 A)
- Programador para telegestión, con módem GPRS, transformadores de intensidad, medidor de corrientes de fuga y diferenciales de reconexión automática; el conjunto estará protegido con caja de doble aislamiento IP-55.
- Contactor C-1 conectado al programador para alumbrado permanente.
- Contactor C-2 conectado al programador para el hilo de mando del alumbrado reducido.
- Conmutador de funcionamiento automático (programador) manual.
- Interruptor diferencial omnipolar de 300 mA de sensibilidad por cada circuito de salida (típicamente 4x40 A).
- Interruptor magnetotérmico omnipolar para cada circuito de salida (típicamente 4x25 A), protegiendo el tramo de menor sección del circuito en cuestión (típicamente 6 mm²).
- Conductores de conexionado RZ1-K 0,6/1 kV y 16 mm² de sección.
- Puesta a tierra reglamentaria.

Todos los circuitos estarán debidamente señalizados en el regletero de bornas.

Cada línea de alimentación a los puntos de luz estará protegida individualmente con corte omnipolar contra sobreintensidades y corrientes de defecto a tierra. La intensidad de defecto de los interruptores diferenciales será de 300 mA, con una resistencia de puesta a tierra inferior a 30 ohmios. Las partes metálicas

del cuadro irán conectadas a tierra.

Para los interruptores diferenciales se cumplirá la siguiente condición: $RA \times I_a \leq U$, donde RA es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas, I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección (cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada) y U es la tensión de contacto límite convencional (24 V).

La instalación de alumbrado exterior que se describe en este proyecto incluye un total de 2 centros de mando.

Las características de cada uno de los centros de mando proyectados son:

Tabla 5. Características de los centros de mando de las instalaciones de alumbrado público
Fuente: Elaboración propia

Centro de mando	Tipo	Potencia (W)
CM1	Con gestión centralizada	12.450
	Con reductor-estabilizador de tensión	
CM2	Con gestión centralizada	7.290

La ubicación de los centros de mando proyectados se presenta en el plano de planta general.

La potencia de los reductores de tensión proyectados será de 20 kVA.

8.2.3 Red de alimentación

La red de alimentación a los puntos de luz será subterránea.

Los conductores irán en instalación bajo tubo, instalándose únicamente un circuito por tubo. El conductor neutro será propio de cada circuito de alumbrado. La máxima caída de tensión permitida será del 3%.

Los conductores serán unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV (tipo RV-K, cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor cobre de clase 5, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo), según UNE 21123.

Los tubos estarán fabricados en polietileno de alta densidad, libre de halógenos y serán del tipo de doble pared siendo corrugada y color rojo la parte exterior y lisa translúcida la parte interior, con diámetro 90 mm. Las calidades mínimas serán resistencia a la compresión 450N (250N en caso de ir hormigonados), resistencia al impacto normal y de acuerdo a la UNE-EN 50086-2-4. Los tubos irán enterrados en aceras en zanjas de 0,60 m de profundidad. En calzadas, dicha profundidad será de 1 m, con recubrimiento de hormigón y tubo de reserva. Se colocará en todo caso una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado, a una distancia mínima de 0,10 m del nivel del suelo.

Los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo, de forma que se garantice la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7.

Las bifurcaciones de los circuitos y los cruces de calzada se realizarán en arquetas registrables, garantizándose en todo momento la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7. Las arquetas se construirán en fábrica de ladrillo de medio pie, enfoscada interiormente y con fondo terrizo para permitir la evacuación de aguas pluviales. Sus

dimensiones serán 50x50 cm, con una profundidad de 60 cm en general y de 1 m para las arquetas de cruce de calzada. El marco y la tapa serán de fundición dúctil de 50x50 cm, sin rebabas ni coqueras, con la leyenda de ALUMBRADO PÚBLICO, AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA. Se sellará la entrada y salida de conductores a la caja estanca situada en el interior de la arqueta, situándola a una profundidad que se minimice el riesgo de inundación de la caja.

Las acometidas a los puntos de luz se realizarán desde una arqueta a pie de luminaria de la canalización subterránea hasta la caja de derivación estanca existente en la parte inferior del báculo o columna. Dicha acometida a punto de luz constará de un único conductor de fase, el conductor neutro y el conductor de protección. Se repartirá la carga entre las tres fases con objeto de evitar desequilibrios. Los conductores de acometida a punto de luz realizarán un recorrido de ida y vuelta desde la canalización hasta la caja de derivación estanca instalada en la parte inferior del báculo o columna, sin corte de conductores. La sección de los conductores de fase y neutro de la acometida será la misma que la del circuito de alumbrado correspondiente, ya que de hecho las acometidas a punto de luz constituyen parte intrínseca del circuito de alumbrado. El tubo de la acometida desde la arqueta hasta el báculo o columna tendrá un diámetro de 63 mm.

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha tenido en cuenta el factor de 1,8 para la potencia aparente mínima de la instalación (en VA) que indica la ITC-BT-44 cuando las lámparas son de descarga. Para las lámparas de tipo LED no se indicada nada en la normativa vigente por lo que se ha supuesto que la caída de tensión es provocada por la potencia aparente ya que al ser esta mayor que la potencia activa nos proporciona un coeficiente de seguridad del orden de un 11% (ver Anexo nº 1. Cálculos eléctricos).

Las secciones de los conductores (igual para fase y neutro, mínima de 6 mm²) de los circuitos proyectados son las siguientes:

Tabla 6. Secciones de los conductores para cada circuito
Fuente: Elaboración propia

Centro de mando	Circuito	Sección (mm ²)
CM1	C1	25
	C2	16
	C3	6
	C4	6
CM2	C5	6
	C6	6
	C7	6
	C8	6

8.2.4 Sección económica

La sección económica para una determinada carga es la que tiene en cuenta, no solo los costes de inversión como en el caso de la sección técnica, sino también los costes de consumo de energía debido a las pérdidas a lo largo de la vida útil de la instalación.

En este apartado se pretende calcular una sección para cada uno de los circuitos que minimice dichos costes totales.

Para el cálculo de esta sección se tienen que tener en cuenta tanto factores técnicos (potencia de la carga, longitud de los conductores...), como factores económicos (tasa de descuento del dinero, precio de la energía eléctrica...) además, es necesario realizar una actualización monetaria al valor presente debido a que la inversión se hace, en este tipo de instalaciones, previstas para una vida útil de 25 años.

Las hipótesis de partida para esta instalación son las siguientes.

El valor de la depreciación del dinero (parámetro i) se tomará con un valor igual al 2,5% tomada como referencia de la norma UNE-21144.

El aumento de carga se toma idénticamente nulo debido al tipo de circuito que se tiene, al igual que ocurre con el precio de la energía, el cual se mantiene constante a lo largo de la vida útil gracias a acuerdos empresa/consumidor.

El valor de la energía eléctrica a los niveles de tensión del consumidor son del orden de los 6 céntimos de euro por kW/h consumido. Por otro lado, evaluar el coste de las pérdidas es complicado por lo que se toman valores de referencia de la norma UNE-21144.

Es necesario indicar que el análisis de la sección económica no es excesivamente sensible a las variaciones en parámetros económicos por lo que, y haciendo siempre un análisis discreto con las secciones normalizadas de los conductores, las variaciones en los resultados tienen tolerancias que para el caso tratado están dentro de los valores permitidos.

Por último, al ser un circuito trifásico el número de conductores será 3 (con un solo circuito) y las horas de funcionamiento se considerarán, en primera aproximación, la mitad de las horas del año (aunque las horas reales sean algo menos).

Las secciones obtenidas en cada uno de los circuitos así como la diferencia de coste con respecto a la sección técnica son:

Tabla 7. Secciones económicas para cada circuito
Fuente: Elaboración propia

Centro de mando	Circuito	Sección (mm ²)	Diferencia de coste (€)
CM1	C1	16	220,49 €
	C2	10	75,06 €
	C3	6	0 €
	C4	6	0 €
CM2	C5	6	0 €
	C6	6	0 €
	C7	6	0 €
	C8	6	0 €
Total			295,55 €

Por tanto, de la tabla 6 se deduce que, aun estando seleccionando la sección del conductor mediante un método puramente técnico, para este caso el modelo empleado indica que también se está seleccionando el conductor más económico en cada uno de los circuitos pertenecientes al centro de mando 2 debido esto principalmente a la baja potencia que soportan cada uno de estos circuitos.

Sin embargo, para el centro de mando 1, al tener una potencia baja y una longitud elevada el problema predominante en el conductor es la caída de tensión que esta carga provoca, por eso la sección técnica es mayor que la sección económica.

8.2.5 Soportes de luminarias: Báculos

Las bases de cimentación de báculos serán de hormigón HM-20 con sus correspondientes pernos de anclajes que irán fijados con tuercas a las placas de asiento. En función de la altura de la columna o báculo, las dimensiones de la cimentación serán:

Tabla 8. Características de los báculos
Fuente: Elaboración propia

Altura (m)	Dimensiones (mm)		Pernos de anclaje (mm)	Placa de anclaje (mm)	Distancia entre pernos (mm)
	Ancho	Fondo			
12	1200	800	Ø22x700	400x400x10	285

Los báculos serán resistentes a las acciones de la intemperie, de forma que no se permita la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y sus cimentaciones se dimensionan de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes tendrán una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada a como mínimo a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20324 (EN 60529) e IK10 según UNE 50102 La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm² y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo, de igual tipo que el circuito correspondiente. No existirán empalmes en el interior de los soportes. En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice. La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no se ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz (fusible de 10 A).

Como se indica en la Guía Técnica de Aplicación del RBT02 referida a la ITC-BT-09, la norma UNE-EN 40-5:2003 es aplicable a columnas de alumbrado de acero que no sobrepasen 20 m de altura para luminarias montadas en la parte superior, y a báculos de alumbrado de acero que no superen los 18 m de altura para luminarias con entrada lateral. Se considera que los soportes de acero (columnas y báculos) de alturas superiores a las señaladas anteriormente, continúan sometidos a los requisitos establecidos en el Real Decreto 2642/85, Real Decreto 401/89 y Orden Ministerial de 16/5/89. Por consiguiente, para todo columna o báculo instalado con estas características se debe aportar su homologación o certificado de continuidad.

La disposición de los báculos en la acera seguirá lo dispuesto en la “Guía sobre Criterios de Accesibilidad en la Vía Pública” del Ayuntamiento de Málaga.

Los báculos serán modelo AM-10, con fuste troncocónico liso de sección circular de chapa de acero galvanizado y pintado. Estará construida en acero al carbono S-235-JR, conforme a la norma UNE-EN-40.5. Para evitar la corrosión de los soportes en toda su superficie, dispondrá de protección contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión según la norma UNE-EN-ISO 1461:1999. Su puerta será modelo AM-10. Dispondrá de placa base plana de sección cuadrada con cuatro taladros. Incluirá aro de refuerzo y cartelas (nervios en la base del báculo). Su diámetro en la parte superior será de 60 mm. El espesor del báculo será de 4 mm. Su altura será de 12 metros. El vuelo será de 2 metros. Los báculos llevarán el marcado CE y llevarán la correspondiente toma de tierra.

Los báculos que se plantean para las luminarias del proyecto son los siguientes:

Tabla 9. Báculos planteados para cada tipo de luminaria
Fuente: Elaboración propia

Tipo de luminaria	Soporte	Altura (m)	Vuelo (m)
Iridium SGS254 o equivalente	Báculo	12	2

8.2.6 Soporte de luminarias: Columnas

Las bases de cimentación de las columnas serán de hormigón HM-20 con sus correspondientes pernos de anclajes que irán fijados con tuercas a las placas de asiento. En función de la altura de la columna o báculo, las dimensiones de la cimentación serán:

Tabla 10. Características de las columnas
Fuente: Elaboración propia

Altura (m)	Dimensiones (mm)		Pernos de anclaje (mm)	Placa de anclaje (mm)	Distancia entre pernos (mm)
	Ancho	Fondo			
9	1000	600	Ø20x600	400x400x8	285
5	500	800	Ø16x400	300x300x6	215

Las columnas serán resistentes a las acciones de la intemperie, de forma que no se permita la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y sus cimentaciones se dimensionan de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes tendrán una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra; la parte inferior de dicha abertura estará situada a como mínimo a 0,30 m de la rasante, y estará dotada de puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20324 (EN 60529) e IK10 según UNE 50102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica.

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm² y de tensión asignada 0,6/1kV, como mínimo, de igual tipo que el circuito correspondiente. No existirán empalmes en el interior de los soportes. En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice. La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no se ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz (fusible de 10 A).

La disposición de las columnas en la acera seguirá lo dispuesto en la “Guía sobre Criterios de Accesibilidad en la Vía Pública” del Ayuntamiento de Málaga.

Las columnas serán modelo AM-10, con fuste troncocónico liso de sección circular de chapa de acero galvanizado y pintado. Estará construida en acero al carbono S-235-JR, conforme a la norma UNE-EN-40.5. Para evitar la corrosión de los soportes en toda su superficie, dispondrá de protección contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión según la norma UNE-EN-ISO 1461:1999. Su puerta será modelo AM-10. Dispondrá de placa base plana de sección cuadrada con cuatro taladros. Incluirá aro de refuerzo y cartelas (nervios en la base de la columna). Su diámetro en la parte superior será de 60 mm. El espesor de la columna será de 3 mm. Su altura variará entre los 5 y los 9 m. Las columnas llevarán el marcado

CE y llevarán la correspondiente toma de tierra.

Los soportes que se plantean para las luminarias del proyecto son los siguientes:

Tabla 11. Columnas planteadas para cada tipo de luminaria
Fuente: Elaboración propia

Tipo de luminaria	Soporte	Altura (m)
Iridium SGS254 o equivalente	Columna	9
Speedstar BGP323 o equivalente	Columna	9
Milewide2 BPP435 o equivalente	Columna	5
Micenas gen2 led BDP791 o equivalente	Columna	5

8.2.7 Puntos de luz

Se denomina punto de luz al conjunto luminaria-lámpara-equipo auxiliar. Luminaria y equipos auxiliares serán del mismo fabricante para asegurar la compatibilidad entre ambos sistemas, asumiendo éste la responsabilidad del cumplimiento de la norma de luminarias.

Cada punto de luz tendrá corregido el factor de potencia hasta un valor igual o superior a 0,90.

De igual forma, cada punto de luz deberá ir protegido contra sobreintensidades. Dicha protección se llevará a cabo mediante fusibles. Dichos fusibles serán de 10 A de intensidad nominal, los cuales cumplen los criterios siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

Siendo I_b la intensidad de una sola luminaria (comprendida entre los 1,93 A y los 0,10 A para las luminarias del presente proyecto), I_n la intensidad nominal del fusible (10 A), I_z la intensidad máxima admisible por el conductor (34 A para un conductor de 10 mm² según UNE 20460-5-523:2004) e I_f la intensidad transitoria máxima (menor del 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente) que puede soportar durante un período de tiempo determinado (que para este tiene un valor de 1,9 veces I_n).

8.2.7.1 Luminarias

La luminaria ordinaria es el conjunto óptico, mecánico y eléctrico equipado para recibir una o varias lámparas. Incluye cuerpo o carcasa, portalámparas y bloque óptico. Deberá permitir la instalación de la/s lámparas y los equipos auxiliares.

Por otro lado el concepto de luminaria LED varía un poco con respecto a la definición de luminaria ordinaria ya que en ésta se incluyen, si fuesen necesarios, no solo la óptica correcta sino también las lámparas así como todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación, la protección de las fuentes de luz y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación, así como los elementos que permitan su fijación a soportes, de forma que todo el conjunto cumpla con las especificaciones marcadas en la normativa vigente.

Las luminarias proyectadas cumplen todas las reglamentaciones referidas a la limitación del flujo hemisférico superior.

En el presente proyecto se han elegido las luminarias presentadas en la tabla 11 del presente documento.

Tabla 12. Luminarias seleccionadas para el proyecto
Fuente: Elaboración propia

Luminaria	Tipo
Iridium SGS254 o equivalente	Ordinaria
Speedstar BGP323 o equivalente	LED
Milewide2 BPP435 o equivalente	LED
Micenas gen2 led BDP791 o equivalente	LED

- Las luminarias que contienen lámparas de descarga poseen las siguientes características básicas:
- Aislamiento clase II
- Grados de protección: IP66, IK08
- Dispone de configuración abierta (IP66, con código TP en la SGS254)
- La carcasa es de poliéster reforzado con fibra de vidrio e IMC
- El reflector es de aluminio anodizado
- El cierre es de vidrio lenticular (GB)
- Admite lámparas de entre 70 y 600 W en VSAP y 70 y 250 W en HM
- El reflector es de tipo T-POT (TP, CP)
- La instalación dispone de pieza de fijación integrada con posibilidad de entrada lateral (34-60 mm) o poste (60-76 mm)
- Permite mantenimiento sin herramientas.
- DLOR/ULOR/TLOR: 0,87 / 0,00 / 0,87

Por otro lado, las luminarias tipo LED son algo distintas de las anteriores, presentando las siguientes características:

- Módulo de aluminio anodizado extruido
- Tapas finales de policarbonato
- Lentes y ópticas de PMMA
- Tornillos de acero inoxidable
- Equipo integrado
- Soporte universal orientable desde -15° hasta 45°

8.2.7.2 Lámparas

Las lámparas más apropiadas para resolver la instalación de alumbrado exterior son las de vapor de sodio de alta presión (VSAP) de alta eficiencia para los viales exteriores siguiendo así la estética del vial. Las características más importantes de este tipo de lámparas son un elevado valor de eficacia (superior a 100 lm/W), una elevada vida media y posibilidad de reducción de flujo mediante equipo reductor-estabilizador en cabecera.

Por otro lado, para resolver la instalación de alumbrado correspondiente al interior del Campamento se ha decidido emplear lámparas LED. Poseen también una buena eficiencia y, en teoría, una vida útil muy elevada.

Las lámparas elegidas para los puntos de luz del proyecto son las descritas en la tabla 12:

Tabla 13. Lámparas elegidas para los puntos de luz
Fuente: Elaboración propia

Tipo de luminaria	Tipo de lámpara	Potencia lámpara	Flujo luminoso
SGS254 o equivalente	VSAP	400	55.000
SGS254 o equivalente	VSAP	250	32.000
BGP323 o equivalente	LED	180	22.300
BPP435 o equivalente	LED	20,5	2.500
BDP791 o equivalente	LED	26,1	2.499

Para tomar la decisión del tipo de luminaria óptima se han estudiado las instalaciones por separado.

En la instalación de los viales exteriores, al ser un plan especial de rehabilitación de la carretera MA-20 (Antigua N-340) se han seleccionado lámparas de vapor de sodio de alta presión por los dos motivos siguientes:

- En primer lugar para homogeneizar el tipo de iluminación del anteriormente mencionado vial ya que los tramos colindantes al mismo, y que no se incluyen en el plan especial, tienen lámparas de este tipo.
- El segundo motivo, y no por ello menos importante, se debe a que, al tener restringido el presupuesto que se puede emplear en el alumbrado, se deben de reutilizar todos los elementos que estén en buen estado, entre ellos las cimentaciones. Dichas cimentaciones estarán por tanto colocadas con la misma interdistancia que la instalación antigua la cual presenta problemas en caso de querer poner lámparas LED debido a la falta de uniformidad de la misma.
- Por otro lado, en el alumbrado del interior del parque se ha optado por colocar luminarias del tipo LED por diversos motivos.
- El primero de ellos se debe a la elevada vida útil de una lámpara tipo LED, llegando a estar funcional hasta 50.000 horas.
- El segundo se debe a la permisibilidad de la lámpara de hacer bajar sus niveles de iluminación (y de consumo por tanto) hasta límites mínimos (del orden de un 20% de lo que da a máxima carga) pudiéndose así crear alumbrados inteligentes que reduzca al mínimo el consumo y la contaminación en los horarios en los que el parque está cerrado (o se están realizando espectáculos en el interior del mismo que requieran esa reducción de los niveles).

Existen tres ligeros inconvenientes en este tipo de lámparas:

- El primero se debe a que el personal que trata con este tipo de iluminarias (mantenedores e instaladores) necesitan de una formación más específica.
- El segundo es su alto coste (para un alumbrado clase ME4b la instalación de cada punto de luz LED puede costar del orden de unos 510 € frente a los 280 € de una VSAP).
- Y por último y menos importante radica en la temperatura del color de las mismas que, a pesar de tener una amplia gama, se escogen lámparas del orden de los 4.000 K (para mejorar el rendimiento de estas) cuando el óptimo para el ojo humano es del orden de los 2.500 K. No obstante es un mal menor que lo único que genera son ambientes más claros.

8.2.7.3 Equipos auxiliares

Las lámparas de descarga tienen la particularidad de que la relación entre la intensidad que pasa por ellas y la tensión aplicada no son proporcionales, es decir, que la relación tensión-corriente no es lineal sino

negativa; dicho de otra forma, la tensión del arco depende poco de la corriente que la atraviesa. Dependiendo de la tensión aplicada, si se produce el arranque, puede ocurrir que la intensidad de la corriente se eleve enormemente hasta provocar la destrucción de la lámpara o que la corriente fluctúe de forma desproporcionada con pequeñas variaciones de tensión. Por estas razones, es indispensable utilizar algún dispositivo estabilizador de la corriente si se pretende conseguir un funcionamiento correcto (denominado equipo auxiliar o reactancia).

Dada la gran variedad de lámparas existentes muy diferentes en tipo, tamaño, color, etc., se requieren reactancias adecuadas a cada una, que les suministre los parámetros precisos en cada caso y en cada momento, es decir, satisfaga las necesidades de arranque y posteriormente las de operación normal. De forma general las funciones que cumple la reactancia son:

- Proporcionar la corriente de arranque o de precalentamiento de cátodos para conseguir en éstos la emisión inicial de electrones.
- Suministrar la tensión de salida en vacío suficiente para hacer saltar al arco en el interior de la lámpara.
- Limitar la corriente en la lámpara a los valores adecuados para un correcto funcionamiento.
- Controlar las variaciones de la corriente en la lámpara, frente a variaciones de la tensión de alimentación.

Existen dos grupos bien diferenciados de reactancias para lámparas de descarga, en función de la tecnología:

- a. Electromagnéticas: Se trata de impedancias inductivas, capacitivas o resistivas, solas o en combinación. Las reactancias más utilizadas son las de tipo inductivo, utilizándose también la combinación de reactancia inductiva-capacitiva. Debido a las diferentes características eléctricas de las lámparas y las condiciones de instalación, es necesaria una reactancia específica para cada tipo de lámpara.

Dentro de las reactancias electromagnéticas, se pueden diferenciar entre reactancias de doble nivel y de simple nivel:

- ✓ Las reactancias de simple nivel no permiten reducción del nivel de iluminación punto a punto y sí mediante instalación de equipo reductor (o reductor-estabilizador) en cabecera.
 - ✓ Las reactancias de doble nivel son reactancias que permiten reducir el nivel de iluminación, con un ahorro energético considerable. Los equipos de doble nivel de potencia basan su funcionamiento en un aumento de la impedancia nominal de la reactancia con lo que se consigue una reducción de potencia. Para ello se utilizan reactancias especiales con dos tomas, que permiten conmutar entre la impedancia nominal y una impedancia mayor. La conmutación entre el nivel máximo y el reducido se realiza mediante un relé que incorporan estos equipos. El uso de reactancias de doble nivel de potencia se recomienda especialmente en instalaciones de alumbrado exterior, en las que a determinadas horas (comúnmente horas de poco tráfico) se puede reducir el nivel de iluminación manteniendo una uniformidad mínima prudencial. Dentro de las reactancias de doble nivel se diferencian las reactancias con línea de mando (en los que el cambio de nivel de potencia se realiza con una señal eléctrica enviada desde el centro de mando a través de una línea de mando de Cu de 2,5 mm² de sección) y las reactancias sin línea de mando o temporizadas, que incorporan un circuito temporizador que transcurrido el tiempo programado cambia automáticamente al modo de potencia reducida.
- b. Electrónicas: Se trata de sistemas electrónicos sustitutivos de la instalación convencional compuesta por reactancia, arrancador y condensador de corrección del factor de potencia.

En el presente proyecto, los equipos auxiliares que se proyectan tienen las siguientes características:

- Reactancias electromagnéticas de simple nivel (lámparas de descarga)

Por el contrario, las luminarias LED precisan de drivers que transformen la corriente alterna de la red en corriente continua y disminuya el voltaje hasta los niveles recomendados por el fabricante. Los drivers vienen integrados en el conjunto de la luminaria para asegurar la compatibilidad del equipo y su aspecto es similar al presentado en la figura siguiente.



Figura 5: Equipo de drivers para luminaria LED
Fuente: www.ledigroup.com

8.2.8 Protección contra contactos directos e indirectos

Las luminarias serán de Clase II, evitando así que aparezcan tensiones de defecto que sean peligrosas en caso de contacto, además, a pesar de tener un coste mayor que las de Clase I se abaratan los precios y los mantenimientos evitando tener que poner tomas de tierra en cada luminaria.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Las partes metálicas de los quioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra.

8.2.9 Puestas a tierra

La puesta a tierra de la instalación tiene la función de proteger a las personas contra los choques eléctricos y la protección de los equipamientos contra las sobretensiones. La red de conductores de equipotencialidad y la puesta a tierra deben presentar una débil impedancia para derivar apropiadamente las corrientes de defecto. La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.). Se deberá comprobar y medir la puesta a tierra en la época más seca que comprenda el periodo de garantía de instalación.

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea, según se muestra en planos.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V (tipo H07V-R según UNE 21031-3), con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas. Irán por el interior de las canalizaciones de los cables de

alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección de 16 mm² de cobre.

Las luminarias deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

8.3 Mantenimiento de la instalación

El mantenimiento de la instalación se hará de acuerdo al Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, cumpliéndose lo establecido en el cálculo del factor de mantenimiento.

8.4 Legalización

Los proyectos o memorias técnicas de diseño necesarios para la autorización de la puesta en marcha de la instalación de alumbrado por parte de la administración competente serán confeccionados por el adjudicatario de la obra o empresa instaladora.

9 INSTALACIÓN DE BOMBEO

En este epígrafe se caracteriza el diseño de la derivación individual que proporcionará alimentación al grupo de bombeo que alimenta la red de riego del parque.

9.1 Configuración de la instalación

La instalación de bombeo toma el agua de un pozo de sondeo realizado en el entorno del parque. Desde dicho pozo, una bomba sumergible de 15 CV situado en el mismo impulsa el agua hacia un aljibe que almacena el agua. Para impulsar el caudal de agua necesario para abastecer de riego las zonas verdes se emplean dos bombas gemelas de 5,5 CV cada una de ellas.

Los motores que accionan las bombas poseen variadores de frecuencia (Para la bomba principal) y arrancadores progresivos (Tanto para la para la bomba sumergible como para la secundaria de las dos bombas gemelas) con el fin de poder regular los caudales de abastecimiento.

Los niveles de agua en cada uno de los dos depósitos (el aljibe y el pozo de sondeo) se controlan mediante dos hidroniveles situados en la caja general de protección.

9.2 Derivación individual

La instalación que se presenta a continuación tiene el carácter de derivación individual (según REBT) y por tanto la caída máxima de tensión permitida es de un 1,5%.

Además, por ser tres motores los que accionan las bombas el diseño de conductores se hará para una potencia total igual a la suma de potencias de todos los motores mayorando en un 25% la potencia del mayor de ellos.

La derivación será trifásica de cuatro conductores (tres fases y neutro), la tensión de servicio de la instalación es 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases, siendo la compañía distribuidora Endesa Distribución, SLU. La frecuencia empleada en la red es de 50 Hz.

La instalación que se proyecta es de tipo subterránea. Los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-07 para redes subterráneas de distribución de energía eléctrica en baja tensión.

La derivación se realizará siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de la caja general de protección del cuadro de mando.

La derivación se protegerá mecánicamente mediante tubo de polietileno de diámetro nominal (diámetro exterior mínimo) de 180 mm, según las Normas UNE EN 50086-2-4 y UNE EN 50086-2-4/A1.

Los conductores o cables que se empleen en la acometida a los centros de mando serán aislados de aluminio. Las secciones de los conductores de la acometida se calculan de acuerdo a la máxima carga prevista, la tensión de suministro, las intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor, las condiciones de su instalación y la caída de tensión máxima admisible. La sección de los conductores será uniforme y se elegirá de entre las normalizadas por la compañía distribuidora en sus normas particulares.

La sección, por tanto, de la derivación individual es la presentada en la tabla 14.

Tabla 14. Sección de la derivación individual del grupo de bombeo
Fuente: Elaboración propia

Derivación individual	tipo de conductor	sección derivación individual (mm²)
Red de bombeo	RV 0,6/1 KV	150

Los conductores será unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV (tipo RV-K, cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor cobre de clase 5, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo), según UNE 21123.

Los tubos estarán fabricados en polietileno de alta densidad, libre de halógenos y serán del tipo de doble pared siendo corrugada y color rojo la parte exterior y lisa translúcida la parte interior, con diámetro 180 mm. Las calidades mínimas serán resistencia a la compresión 450N (250N en caso de ir hormigonados), resistencia al impacto normal y de acuerdo a la UNE-EN 50086-2-4. Los tubos irán enterrados en aceras en zanjas de 0,60 m. de profundidad. En calzadas, dicha profundidad será de 1 m, con recubrimiento de hormigón y tubo de reserva. Se colocará en todo caso una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables, a una distancia mínima de 0,10 m del nivel del suelo.

Las bifurcaciones de los circuitos y los cruces de calzada se realizarán en arquetas registrables, garantizándose en todo momento la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7.

9.3 Centro de mando

El centro de mando es la parte de la instalación de bombeo en la que se alojan los elementos de protección y control de la instalación.

El centro de mando se compone de cuatro partes principales:

- Envoltente exterior
- Módulo de acometida y medición
- Módulo de mando y protección
- Módulo de control y comunicaciones

Armario de chapa galvanizada: La envoltente exterior consistirá en un armario de chapa de acero galvanizado reforzado con pletinas metálicas; tendrá ventilación por convección mediante rejillas colocadas en la parte inferior y superior. El módulo de acometida y medición tendrá puerta independiente del resto, con cerradura normalizada del tipo compañía distribuidora. Al resto de módulos se accederá mediante puerta con cerradura normalizada tipo Ayuntamiento de Málaga. La envoltente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102. Los grados de protección exigidos se podrán obtener mediante envoltentes múltiples, proporcionando el grado de protección requerido el conjunto de las envoltentes totalmente montadas. El armario se asentará en base de cimentación según plano de detalles (Plano nº 4).

El módulo de acometida y medición incluirá la caja general de protección y el equipo de medida.

El módulo de mando y protección contendrá todas los dispositivos que posibiliten el control y la protección de los elementos de la instalación: magnetotérmicos, diferenciales, contactores, disyuntores, etc.

El módulo de control y comunicaciones estará constituido en su caso por los terminales necesarios

para desarrollar la gestión centralizada (telegestión) del cuadro de mando.

Los centros de mando con gestión centralizada son aquellos centros de mando con módulo de control y comunicaciones. En este tipo de centros de mando, la operación de los distintos elementos puede realizarse vía GSM, GPRS, módem, etc.

Los elementos principales existentes en el interior de los centros de mando proyectados para la protección y el control de la instalación son:

- Caja general de protección homologada (típicamente 63 A).
- Contador de doble tarifa homologado con maxímetro incorporado.
- Descargador de sobretensiones.
- Interruptor magnetotérmico general omnipolar (4x50 A)
- Programador para telegestión, con módem GPRS, transformadores de intensidad, medidor de corrientes de fuga y diferenciales de reconexión automática; el conjunto estará protegido con caja de doble aislamiento IP-55.
- Contactor C-1 conectado al programador para alumbrado permanente.
- Conmutador de funcionamiento automático (programador) manual.
- Interruptor diferencial omnipolar de 300 mA de sensibilidad por cada circuito de salida (4x50 A).
- Conductores de conexionado RZ1-K 0,6/1 kV y 16 mm² de sección.
- Puesta a tierra reglamentaria.
- Hidroniveles para cada uno de los depósitos
- Arrancadores progresivos (Para la bomba esclava y la bomba sumergible)
- Variador de frecuencia (Para la bomba principal)

Todos los circuitos estarán debidamente señalizados en el regletero de bornas.

La línea de alimentación a las bombas estará protegida con corte omnipolar contra sobreintensidades y corrientes de defecto a tierra. La intensidad de defecto de los interruptores diferenciales será de 300 mA, con una resistencia de puesta a tierra inferior a 30 Ω. Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

Para los interruptores diferenciales se cumplirá la siguiente condición: $RA \times I_a \leq U$, donde RA es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas, I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección (cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada) y U es la tensión de contacto límite convencional (24 V).

La instalación de bombeo que se describe en este proyecto incluye un 1 centro de mando con las siguientes características:

Tabla 15. Características del centro de mando de la instalación de bombeo

Fuente: Elaboración propia

Centro de mando	Tipo	Potencia (kW)
CM1	Con gestión centralizada	21,9

La ubicación de los centros de mando proyectados se presenta en el plano de planta general (Plano nº 01).

9.4 Bombas

Las bombas gemelas son bombas del tipo electrobombas centrífugas multicelulares verticales, aptas para trasegar líquidos sin partículas sólidas en aplicaciones industriales y domésticas. Equipos de presión sistemas de riego, abastecimientos, etc.

La bomba sumergible se usa para bombear agua limpia, con un contenido de arena no superior a 100 g/m³. Por su elevado rendimiento y su fiabilidad es adecuada para ser utilizada en el sector civil, agrícola e industrial para la distribución de agua, riego, aumento de presión. Los motores deberán protegerse con un guardamotor adecuado.

9.4.1 Bombas gemelas

Características de construcción

- Rodetes, difusores, camisa exterior, cuerpo, eje, protector y disco de cierre mecánico: En acero Inox AISI 304
- Soporte motor bomba: En hierro G25
- Base y acoplamiento: En aluminio
- Cierre mecánico: En carburo de tungsteno/grafito

Motor eléctrico

Asíncrono con ventilación externa, apto para servicio continuo con aislamiento clase F, protección IP-55 según EN60034-1 Clase IE2. A 2.850 rpm. Tensión 400/700 V. Los motores deberán protegerse con un guardamotor adecuado.

9.4.2 Bomba sumergible

Características de construcción

- Cuerpo de impulsión: En acero Inox AISI 304 para 6SR36 y 44. Hierro niquelado para el resto
- Camisa, eje, cuerpo difusor y válvula retención: En acero Inox AISI 304
- Rodetes: En tecnopolímero reforzado con fibra de vidrio y recubierto de goma
- Difusor: En tecnopolímero reforzado con fibra de vidrio
- Bujes: Parte fija en tecnopolímero especial y anillo en rotación con eje en acero Inox AISI 316, con óxido de cromo resistente a la arena
- Soporte motor: En hierro niquelado dimensiones NEMA
- Acoplamiento: En acero Inox AISI 420
- Tornillería, filtro y protector cable: En acero Inox AISI304
- Motor: Franklin de 4 y 6" baño de agua IP68, normas NEMA.
- Conexiones: 3"

10 INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIONES

Esta última instalación del parque tiene como objetivo el poder suministrar a una futura edificación colocada en el interior del parque la infraestructura necesaria para conectarse a una red de telecomunicaciones.

Los conductores propios de esta red serán montados por el operador con el que se realice la contratación.

10.1 Normativa vigente

La normativa que rige este tipo de instalaciones son el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y la ITC/1644/2011, de 10 de junio.

En el artículo 3 del capítulo I del Real Decreto anteriormente mencionado se citan las características principales para que dicha normativa sea de obligado cumplimiento.

Las características de estos locales son:

- A todos los edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, y sean o no de nueva construcción, que estén acogidos, o deban acogerse, al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre Propiedad Horizontal.
- A los edificios que, en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año, salvo los que alberguen una sola vivienda.

Por tanto, al no cumplir el Campamento Benítez ninguno de estos criterios estamos exentos de cumplir la normativa aunque, no obstante, se empleará como guía para el diseño de dicha instalación.

10.2 Instalación proyectada

La instalación proyectada se compone de dos partes bien diferenciadas. La primera es la canalización perteneciente al operador de telefonía, exterior al Campamento Benítez. La segunda es la instalación privada, situada en este caso en el interior del Campamento.

10.2.1 Instalación exterior

Los operadores han reducido el diámetro de los tubos y han aumentado el número de los mismos en las normativas para mejorar la gestión de los nuevos conductores de fibra óptica.

Siguiendo estas indicaciones se montará un tritubo de PE Ø40 mm más cuatro tubos de PE Ø110 mm para llevar la conexión desde el punto de enganche proporcionado por el operador, situado al noroeste del Campamento, hasta la posición prevista del registro de enlace, situado al lado de la entrada oeste.

Esta distribución de tubos se emplea para que el operador de telefonía correspondiente conecte la tecnología basada en fibra óptica por el tritubo ya que requiere de menos espacio y así se despejen los conductos de 110 para los conductores convencionales.

Siguiendo esta norma se pondrán arquetas, denominadas M de Telefónica, cada como máximo 50 m

garantizándose en todo momento la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7. Las arquetas se construirán en fábrica de ladrillo de medio pie enfoscada interiormente y con fondo de terrizo para permitir la evacuación de aguas. Estas arquetas tienen una dimensión de 40x40 cm en planta y 70 cm de profundidad. El marco y la tapa serán de fundición dúctil de 40x40 cm.

10.2.2 Instalación interior

La instalación interior comienza a partir del denominado registro de enlace. Este registro es un armario situado en el muro del Campamento donde se realizan las conexiones entre la red pública y la red privada.

La instalación privada se realizará, siguiendo las indicaciones de la normativa, mediante tubos de PE Ø63 mm. Se montará máximo un circuito por tubo dejando uno de reserva, por lo que en este caso hay que poner dos tubos.

Los cruces de las calzadas se harán perpendicularmente empleando arquetas en los mismos y, como máximo, cada 50 m de canalización.

Las arquetas empleadas son las denominadas T-P, con geometría y características similares a las de las arquetas T-1, es decir, poseen grado de protección IPX7 hechas en fábrica de ladrillo de medio pie enfoscada interiormente y con fondo de terrizo para permitir la evacuación de aguas. Estas arquetas tienen una dimensión de 40x40 cm en planta y 70 cm de profundidad. El marco y la tapa serán de fundición dúctil de 40x40 cm.

En el edificio se dejará preparado el punto de conexión para conectarse a los cables cuando se realice el contrato con el operador.

11 HERRAMIENTA DE ANÁLISIS ECONÓMICO

Por último, en este apartado de la memoria se pretende explicar el funcionamiento de la herramienta desarrollada para, en caso de ser necesario, realizar una primera inspección a dos instalaciones de alumbrado y comparar datos económicos de las mismas.

11.1 Objetivo

La herramienta surge a consecuencia de la necesidad de los técnicos municipales de la Gerencia de urbanismo de Málaga de conocer, de forma rápida y sencilla, una comparación de costes entre las distintas configuraciones obtenidas a través de los cálculos luminotécnicos para el alumbrado de una sección tipo.

La herramienta genera de forma automática una comparativa entre dos instalaciones, calculando tanto su coste de inversión así como el coste asociado al consumo y el coste de mantenimiento a lo largo de la vida útil de esta instalación.

11.2 Hipótesis

Las hipótesis empleadas son las siguientes:

- 25 años de vida útil de la instalación
- 1.000 m de longitud de la instalación
- El cálculo del conductor se hace siguiendo una envolvente de máximos sobre la longitud real del conductor en la instalación proyectada

11.3 Entorno gráfico

La herramienta se desarrolla en una hoja de cálculo (Excel).

Los datos de entrada de la herramienta son los proporcionados por el estudio luminotécnico, ya que la parte eléctrica se calcula, como se ha dicho antes, mediante una aproximación.

Por tanto es necesario proporcionarle al programa las interdistancias, la altura de los puntos de luz así como la potencia, la longitud del conductor y por último buscar en la base de datos (empleando los despleables como los que se muestran en la figura 6) los elementos que componen la luminaria.

141			Cálculo económico		
Long. Conductor			Longitud de cálculo 1000m		
Interdistancia	40	40			
Altura del punto (m)	5	9			
P1/P2	169	95			
S1/S2	6	6			
Lámparas	Lámp. sodio A.P. 150 w		Cantidad	Precio/ud.	Precio
Descarga	Lámp. sodio A.P. 150 w		26	12.93	336.18 €
Columnas	Lámp. sodio A.P. 250 w		26	351.01	9 126.26 €
Cimentación	Lámp. sodio A.P. 400 w		26	293.94	7 642.44 €
	Lámpara sodio A. P. 1000W		26	65.17	1 694.42 €
Equipos	Lámp. sodio A.P. plus 50 w		26	28.45	739.70 €
	Lámp. sodio A.P. plus 70 w		26	0	- €
Brazos	Lámp. sodio A.P. plus 100 w		26	0	- €
	Lámp. sodio A.P. plus 150 w		26	4.62	120.12 €
Conductor	Cond.term.1kv de 1x6 mm2, en Cu		4000	0.95	3 800.00 €
Picas	Toma de tierra 2 m. cond.35 mm2, en Cu		7	20.77	145.39 €
Arquetas	Arq. alumbrado 50x50x70 cm de ladrillo, tapa fund.		26	73.85	1 920.10 €
Canalización	Canaliz. simple PE corr. Ø90 mm en terrizo i/ exc., cama y rell.		1000	9.42	9 420.00 €
Pintura	Pintura de columna		26	4.62	120.12 €

Figura 6: Entorno gráfico de la herramienta de análisis económico
Fuente: Elaboración propia

11.4 Cálculos

Los cálculos se realizan de la siguiente forma:

Se calcula la sección del conductor mediante la envolvente de máximos ($P \cdot N$) y acudiendo a la longitud real (l) del mismo mediante la siguiente fórmula:

$$s[\text{mm}^2] \geq \frac{1.8 * P \left[\frac{W}{ud} \right] * N[ud] * l[m]}{56 * 400 * 12}$$

Escogiéndose la primera sección normalizada que cumpla la condición. Es necesario emplear la longitud real del conductor ya que si se calcula sobre los 1.000 m de instalación y al emplear la técnica de la envolvente de máximos podría dar secciones mucho mayores de las realmente necesarias para cumplir con el reglamento en esta instalación.

Lo siguiente es calcular el número de puntos de luz dividiendo la interdistancia entre los 1.000 m de longitud de la instalación redondeado el entero superior y calculando el número de picas como 1/5 de los puntos de luz más dos y, una vez más, redondeado al entero superior.

Una vez obtenido todo esto se calcula el coste de inversión sin más que sumar los valores de cada una de las partes que componen la instalación de alumbrado. El coste de mantenimiento se obtiene del valor medio calculado a partir de los valores de mantenimientos acordados en el concurso de mantenimiento 2013-2014. Por último el coste del consumo se calcula a un precio de la energía eléctrica de 0,15 €/kWh y suponiendo que las luminarias funcionan un 50% de las horas del año mediante la siguiente expresión:

$$\text{consumo}[\text{€}] = 0.15 \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] * \left(8760 \left[\frac{\text{h}}{\text{año}} \right] * 25 [\text{años}] * 50\% \right) * (N[ud] * \left(\frac{P \left[\frac{W}{ud} \right]}{1000 \left[\frac{W}{kW} \right]} \right))$$

Siendo N el número de puntos de luz de la instalación. Los miembros de la ecuación anterior son los asociados con el coste de la energía eléctrica, el número de horas de funcionamiento en los 25 años de vida

útil y la potencia total instalada respectivamente.

No se ha realizado la actualización del valor del dinero (VAN) porque la función de la hoja es comparar costes entre dos instalaciones y por tanto no es necesario tener en cuenta esta depreciación a lo largo de la vida de la instalación. Si se quisiera conocer el valor real de la instalación si sería necesario realizar esta actualización así como tener en cuenta la longitud real de la misma en los cálculos.

11.5 Resultados

Los resultados son devueltos en una tabla resumen en los que se presentan los costes absolutos de cada una de las instalaciones proyectadas así como la diferencia entre ambas y el porcentaje de la diferencia con respecto al máximo de ellos. En la figura 7 se puede ver la tabla de salida de datos de la hoja.

	Instalación 1	Instalación 2	Diferencia	
COSTE DE ENERGÍA (€)	72 171.45 €	40 569.75 €	31 601.70 €	43.79%
INVERSIÓN INICIAL (€)	34 944.61 €	55 741.75 €	20 797.14 €	37.31%
COSTE TOTAL (€)	107 116.06 €	96 311.50 €	10 804.56 €	10.09%

Figura 7: Datos de salida de la Herramienta de análisis económico
Fuente: Elaboración propia

12 REFERENCIAS

- Aenor. (2004). UNE 20460-5-523. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de los materiales eléctricos. Sección 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- Almécija Casanova, A. B. (2014). *Guía jurídica básica para luchar contra la contaminación lumínica*.
- Ayuntamiento de Málaga. (2008). Instrucciones técnicas municipales para la instalación de alumbrado público de la ciudad de Málaga. Málaga.
- Casado Casado, L. (2007). El papel de los municipios en la prevención, ordenación y control de la contaminación lumínica. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica (REALA)*.
- Endesa distribución. (2005). Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad.
- Endesa distribución. (2006). Norma SND014 (2ª edición).
- González Ríos, I. (2008). La contaminación lumínica: implicaciones urbanísticas, demaniales y eficiencia energética. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica (REALA)*.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2002). ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. (2002). ITC-BT-07. Redes Subterráneas para distribución en baja tensión.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2002). Guía-BT-09. Guía técnica de aplicación en instalaciones de alumbrado exterior.
- Telefónica. (2013). *Normativa técnica de compartición de infraestructuras para marco*.

ANEXO 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1. Objeto

El presente apartado de cálculos eléctricos tiene por objeto demostrar el cumplimiento de los criterios establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) actualmente vigente referidos a máxima intensidad admisible y máxima caída de tensión admisible en los circuitos de alimentación de energía eléctrica a la instalación.

Por otra parte pretende justificarse el Centro de Transformación de media a baja tensión que alimenta tanto el parque como la zona residencial y comercial más próxima a éste.

2. Criterios electrotécnicos a cumplir

Los criterios electrotécnicos a cumplir están indicados en la ITC-BT-09 del REBT, y son aquellos referidos a intensidad máxima admisible y máxima caída de tensión admisible. Por las características de la instalación de alumbrado exterior (largas distancias y pequeñas cargas puntuales), el criterio determinante para el cálculo de la sección de los circuitos suele ser el de caída de tensión máxima admisible.

También tendremos en cuenta la ITC-BT-15 para el cálculo de la sección del conductor que alimenta el grupo de presión de la red de riego del campamento, la cual se trata con carácter de derivación individual.

3. Intensidad máxima-admisible

3.1. Acometida

Como se expresa en la memoria, el tipo de conductor de la acometida es RV 0,6/1 kV 4x1x50 Al. La ITC-BT-07 del REBT establece que, para este tipo de conductor, con instalación terna de unipolares y aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible es 180 A. Esta intensidad máxima admisible debe minorarse por un factor de corrección 0,8 por ser cables enterrados en zanja en el interior de tubos. Por tanto, la intensidad máxima en la acometida es $180 \times 0,8 = 144$ A. Para distribución trifásica con tensión de fase 400 V, la máxima potencia aparente permitida por este conductor es 99,77 kVA.

3.2. Alumbrado exterior

El REBT vigente en la actualidad, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09 referida a instalaciones de alumbrado exterior, establece que la mínima sección de los conductores en las redes de alumbrado exterior subterráneas será de 6 mm^2 . Según la ITC-BT-07 del REBT, para conductores de cobre de 6 mm^2 la intensidad máxima admisible en el menor de los casos es 63 A.

Este valor de intensidad máxima admisible debe ser minorado por un factor de corrección de 0,8 por las circunstancias térmicas inherentes a una instalación subterránea bajo tubo, por lo que la intensidad máxima admisible a considerar para conductores de cobre de 6 mm^2 debe ser $63 \text{ A} \times 0,8 = 50,4$ A. Este valor de intensidad máxima admisible es normalmente mucho mayor que los valores de intensidad que se manejan en los circuitos de las instalaciones de alumbrado exterior.

De acuerdo a la ITC-BT-09, en el dimensionamiento de las instalaciones debe tenerse en cuenta que la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

3.3. Derivación individual de la bomba

El REBT vigente en la actualidad, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-15 referida a derivaciones individuales, establece las características mínimas que deben de cumplir los conductores para este tipo de ramificaciones.

Se establece que la sección mínima de conductor es de 6 mm², por lo que la intensidad máxima admisible es exactamente igual que para el caso anterior ya que esta instalación también es del tipo subterránea.

4. Alumbrado exterior

4.1. Caída de tensión máxima admisible

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente en la actualidad establece en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09, referida a instalaciones de alumbrado exterior, que la máxima caída de tensión entre el origen de la instalación (Centro de mando) y cualquier otro punto de la instalación será menor o igual al 3%.

El Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente establece que las tensiones nominales en las distribuciones de corriente alterna serán, para redes trifásicas de cuatro conductores, de 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases.

Por tanto, la máxima caída de tensión en la instalación debe ser el 3% de 400 V, es decir, 12 V.

4.2. Fórmulas empleadas

Las fórmulas empleadas para los cálculos son:

$$e = \left[\frac{1}{c * V} \right] * \sum_{tramo} (1.8 * P * \frac{L}{S})$$
$$I = \frac{1.8 * P}{\sqrt{3} * 400} \text{ si lámpara de descarga}$$

$$e = \left[\frac{1}{c * V} \right] * \sum_{tramo} (\frac{P}{0.9} * \frac{L}{S})$$
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * 400} \text{ si lámpara tipo LED}$$

Donde:

- e = Caída de tensión en tanto por uno.
- c = Conductividad del material (cobre 56, aluminio 35).
- V = Tensión compuesta en voltios (400 V).
- P = Potencia instalada suministrada desde el tramo (W).
- L = Longitud del tramo (m).

- S = Sección del tramo considerado (mm²).
- I = Intensidad que circula por el tramo (A).

De forma práctica, y para realizar los cálculos, se implementará la fórmula de la caída de tensión en una hoja de Excel para cada uno de los tramos (entendiéndose por tramo la zona del conductor donde la carga permanece constante) y finalmente obteniéndose la caída de tensión total por adición de la caída generada en cada uno de los tramos.

Para saber la sección que se debe de emplear solo basta con probar cual de las secciones es la primera en cumplir con los criterios anteriormente mencionados.

4.3. Potencia instalada

Tabla 16: Potencia instalada de cada tipo de luminaria
Fuente: Elaboración propia

Luminaria	Existente/Proyectada	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia (W)
IRIDIUM SGS254 o equivalente	Proyectada	18	400	7.200
IRIDIUM SGS254 o equivalente	Proyectada	21	250	5.250
Speedstar BGP323 o equivalente	Proyectada	30	180	5.400
milewide2 BPP435 o equivalente	Proyectada	54	20,5	1.107
micenas gen2 led BDP791 o equivalente	Proyectada	30	26,1	783

4.4. Potencia instalada por circuitos

Tabla 17: Potencia instalada en cada uno de los circuitos
Fuente: Elaboración propia

Centro de mando	Circuitos	Luminarias	Potencia (W)
Cm1	C1	18	7.200
	C2	21	5.250
	C3	15	2.700
	C4	15	2.700
Cm2	C5	19	389,5
	C6	24	553,6
	C7	22	451
	C8	19	495,9

4.5. Cálculos de sección de los circuitos

Tabla 18: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 1

Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	0	18	20.5	25	7200	0.47	18.71
0	0	16	44	25	6400	0.91	
0	0	15	44	25	6000	0.85	
0	0	14	44	25	5600	0.79	
0	0	13	44	25	5200	0.74	
0	0	12	46.5	25	4800	0.72	
0	0	11	49	25	4400	0.69	
0	0	10	49	25	4000	0.63	
0	0	9	49	25	3600	0.57	
0	0	8	43.5	25	3200	0.45	
0	0	7	44	25	2800	0.40	
0	0	6	44	25	2400	0.34	
0	0	5	44	25	2000	0.28	
0	0	4	46.5	25	1600	0.24	
0	0	2	49	25	800	0.13	
0	0	1	49	25	400	0.06	
Circuito	C1	Total	710.00		Total	8.26	

Tabla 19: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 2

Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	0	21	20.5	16	5250	0.54	13.64
0	0	20	41	16	5000	1.03	
0	0	19	41	16	4750	0.98	
0	0	18	41	16	4500	0.93	
0	0	17	41	16	4250	0.88	
0	0	16	41	16	4000	0.82	
0	0	15	41	16	3750	0.77	
0	0	14	41	16	3500	0.72	
0	0	13	32	16	3250	0.52	
0	0	12	32	16	3000	0.48	
0	0	11	35	16	2750	0.48	
0	0	10	35	16	2500	0.44	
0	0	9	35	16	2250	0.40	
0	0	4	40	16	1000	0.20	
0	0	2	40	16	500	0.10	
0	0	1	40	16	250	0.05	
Circuito	C2	Total	596.50		Total	9.34	

Tabla 20: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 3
Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)	
0	0	15	4.6	6	2700	0.10	4.33	
0	0	14	39	6	2520	1.32		
0	0	13	39	6	2340	1.22		
0	0	12	39	6	2160	1.13		
0	0	11	39	6	1980	1.03		
0	0	10	39	6	1800	0.94		
0	0	9	39	6	1620	0.85		
0	0	8	39	6	1440	0.75		
0	0	7	39	6	1260	0.66		
0	0	6	39	6	1080	0.56		
0	0	5	39	6	900	0.47		
0	0	4	39	6	720	0.38		
0	0	3	39	6	540	0.28		
0	0	2	39	6	360	0.19		
0	0	1	39	6	180	0.09		
Tramo	C3	Total	550.60		Total	9.97		

Tabla 21: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 4
Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)	
0	0	15	37.4	6	2700	0.83	4.33	
0	0	14	37.49	6	2520	1.27		
0	0	13	37.49	6	2340	1.17		
0	0	12	37.49	6	2160	1.08		
0	0	10	37.49	6	1800	0.90		
0	0	9	37.49	6	1620	0.81		
0	0	8	37.49	6	1440	0.72		
0	0	7	37.49	6	1260	0.63		
0	0	6	37.49	6	1080	0.54		
0	0	5	37.49	6	900	0.45		
0	0	4	37.49	6	720	0.36		
0	0	3	37.49	6	540	0.27		
0	0	2	37.49	6	360	0.18		
0	0	1	37.49	6	180	0.09		
Tramo	C4	Total	524.77		Total	9.33		

Tabla 22: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 5

Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	0	19	56.18	6	389.5	0.18	0.62
0	0	18	23.54	6	369	0.12	
0	0	17	23.54	6	348.5	0.11	
0	0	16	23.54	6	328	0.10	
0	0	15	23.54	6	307.5	0.10	
0	0	14	23.54	6	287	0.09	
0	0	13	23.54	6	266.5	0.08	
0	0	12	23.54	6	246	0.08	
0	0	11	23.54	6	225.5	0.07	
0	0	10	23.54	6	205	0.06	
0	0	9	23.54	6	184.5	0.06	
0	0	8	23.54	6	164	0.05	
0	0	7	23.54	6	143.5	0.05	
0	0	6	23.54	6	123	0.04	
0	0	5	23.54	6	102.5	0.03	
0	0	4	23.54	6	82	0.03	
0	0	3	23.54	6	61.5	0.02	
0	0	2	23.54	6	41	0.01	
0	0	1	23.54	6	20.5	0.01	
Tramo	C5	Total	479.90		Total	1.29	

Tabla 23: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 6

Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	11	13	41.3	6	553.6	0.19	0.89
0	11	12	22.47	6	533.1	0.16	
0	11	11	22.47	6	512.6	0.15	
0	11	10	22.47	6	492.1	0.15	
0	11	9	22.47	6	471.6	0.14	
0	11	8	22.47	6	451.1	0.14	
0	11	7	22.47	6	430.6	0.13	
0	11	6	22.47	6	410.1	0.12	
0	11	5	22.47	6	389.6	0.12	
0	11	4	22.47	6	369.1	0.11	
0	11	3	22.47	6	348.6	0.10	
0	11	2	22.47	6	328.1	0.10	
0	11	1	22.47	6	307.6	0.09	
0	11	0	40.76	6	287.1	0.16	
0	10	0	15.98	6	261	0.06	
0	9	0	15.98	6	234.9	0.05	
0	8	0	15.98	6	208.8	0.04	
0	7	0	15.98	6	182.7	0.04	
0	6	0	15.98	6	156.6	0.03	
0	5	0	15.98	6	130.5	0.03	
0	4	0	15.98	6	104.4	0.02	
0	3	0	15.98	6	78.3	0.02	
0	2	0	15.98	6	52.2	0.01	
0	1	0	15.98	6	26.1	0.01	
Tramo	C6	Total	511.50		Total	2.17	

Tabla 24: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 7
Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	0	22	310.91	6	451	1.16	0.72
0	0	21	23.12	6	430.5	0.13	
0	0	20	23.12	6	410	0.13	
0	0	19	23.12	6	389.5	0.12	
0	0	18	23.12	6	369	0.11	
0	0	17	23.12	6	348.5	0.11	
0	0	16	23.12	6	328	0.10	
0	0	15	23.12	6	307.5	0.10	
0	0	14	23.12	6	287	0.09	
0	0	13	23.12	6	266.5	0.08	
0	0	12	23.12	6	246	0.08	
0	0	11	23.12	6	225.5	0.07	
0	0	10	23.12	6	205	0.06	
0	0	9	23.12	6	184.5	0.06	
0	0	8	23.12	6	164	0.05	
0	0	7	23.12	6	143.5	0.04	
0	0	6	23.12	6	123	0.04	
0	0	5	23.12	6	102.5	0.03	
0	0	4	23.12	6	82	0.03	
0	0	3	23.12	6	61.5	0.02	
0	0	2	23.12	6	41	0.01	
0	0	1	23.12	6	20.5	0.01	
Tramo	C7	Total	796.43		Total	2.63	

Tabla 25: Cálculo de la sección del conductor para el circuito 8
Fuente: ¿?

Lámpara tipo III	Lámpara tipo II	Lámpara tipo I	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
0	0	19	206.68	6	495.9	0.85	0.80
0	0	18	35.95	6	469.8	0.23	
0	0	17	35.95	6	443.7	0.21	
0	0	16	35.95	6	417.6	0.20	
0	0	15	35.95	6	391.5	0.19	
0	0	14	35.95	6	365.4	0.18	
0	0	13	35.95	6	339.3	0.16	
0	0	12	35.95	6	313.2	0.15	
0	0	11	35.95	6	287.1	0.14	
0	0	10	35.95	6	261	0.13	
0	0	9	35.95	6	234.9	0.11	
0	0	8	35.95	6	208.8	0.10	
0	0	7	35.95	6	182.7	0.09	
0	0	6	35.95	6	156.6	0.08	
0	0	5	35.95	6	130.5	0.06	
0	0	4	35.95	6	104.4	0.05	
0	0	3	35.95	6	78.3	0.04	
0	0	2	35.95	6	52.2	0.03	
0	0	1	35.95	6	26.1	0.01	
Tramo	C8	Total	853.78		Total	3.00	

En las tablas anteriores se observa lo siguiente:

- ✓ La intensidad que recorre los circuitos de alumbrado es, en todo caso, inferior a la intensidad máxima admisible de los cables.
- ✓ La caída de tensión en todos los puntos de todos los circuitos de alumbrado es, en todo caso, inferior al 3%.
- ✓ Por tanto, se extrae la conclusión de que la instalación eléctrica proyectada cumple con todas las disposiciones reglamentarias que le afectan.

5. Bombeo

5.1. Caída de tensión máxima admisible

El reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente en la actualidad establece en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-15, referida a derivaciones individuales, que la caída máxima de tensión sufrida en el conductor será menor o igual al 1,5%, además, en la ITC-BT-47, referente a motores, se establece que para este tipo de carga (un solo motor) los conductores deben de estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad que consume el motor a plena carga.

El Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente establece que las tensiones nominales en las distribuciones de corriente alterna serán, para redes trifásicas de cuatro conductores, de 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases.

Por tanto, la máxima caída de tensión en la instalación debe ser el 1,5% de 400 V, es decir, 6 V.

5.2. Fórmulas empleadas

Las fórmulas empleadas, al igual que en el caso anterior son:

$$e = \left[\frac{1}{c * V} \right] * \sum_{tramo} (1,25 * P * \frac{L}{S})$$
$$I = \frac{1,25 * P}{\sqrt{3} * 400}$$

Donde:

- e = Caída de tensión en tanto por uno.
- c = Conductividad del material (cobre 56, aluminio 35).
- V = Tensión compuesta en voltios (400 V).
- P = Potencia instalada suministrada desde el tramo (W).
- L = Longitud del tramo (m).
- S = Sección del tramo considerado (mm²).
- I = Intensidad que circula por el tramo (A).

La aplicación práctica para este caso es similar a la anterior, teniendo en cuenta que debido a la geometría de ésta solo existe un tramo en la instalación.

5.3. Potencia instalada

Tabla 26: Potencia instalada en el grupo de bombeo
Fuente: ¿?

Bomba	Existente/Proyectada	Unidades	Potencia unitaria (W)
	Proyectada	1	5.148,49

5.4. Cálculos de sección de los circuitos

Tabla 27: Cálculo de sección del conductor para la derivación individual del bombeo
Fuente: ¿?

Bombeo	Longitud tramo (m)	Sección tramo (mm ²)	Potencia (W)	Caída de tensión tramo (V)	Intensidad máxima (A)
1	604.41	35	5148.49	4.96	9.29
Total	604.41		Total	4.96	
Tramo Bombeo					

En la tabla anterior se observa lo siguiente:

- ✓ La intensidad que recorre la derivación individual es inferior a la máxima admisible para el conductor de 35 mm² presente en este circuito.
- ✓ La caída de tensión es 1,24%, es decir, es inferior al 1,5% que se admite como máximo para este tipo de montaje.

Por tanto, se extrae la conclusión de que la instalación eléctrica proyectada cumple con todas las disposiciones en las que la misma se ve afectada.

6. Centro de Transformación

6.1. Previsión de cargas

Según la guía técnica de aplicación para instalaciones de enlace (Guía-BT-10) las previsiones de carga se harán según los siguientes criterios.

Para viviendas con grado de electrificación se tomarán no menos de 5750 W a 230 V y no menos de 9200 W para viviendas con un grado de electrificación alto. El coeficiente de simultaneidad es variable en función del número de viviendas acogándose, para el caso que nos concierne, la siguiente expresión:

$$15,3 + (n - 21) * 0,5 = \text{coef. de simultaneidad}$$

Donde n = número de viviendas total.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático, según se indica en la ITC-BT-25.

Por tanto la carga del centro de transformación debida a viviendas es la presentada en la siguiente tabla.

Tabla 28: Previsión de cargas para las viviendas
Fuente: ¿?

Grado de electrificación	Número de viviendas	Carga (kW)
Bajo	35	201,25
Elevado	55	506
Coef. de simultaneidad		49,8
Carga prevista (kW)		391,35

La carga producida por ascensores, montacargas y sistemas de elevación es idénticamente nula debido a que toda la obra civil de la zona está proyectada para una sola planta a nivel del suelo.

Por último, la carga debida a locales se calculará considerando 100 W/m² por planta edificada, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad de 1.

La tabla 27 muestra la carga prevista para el centro de transformación debida a edificios destinados a industrias y oficinas.

Tabla 29: Previsión de cargas para edificios destinados a usos industriales y oficinas
Fuente: ¿?

Local	Superficie (m ²)	Carga (kW)
1	1.700	170
2	4.200	420
Carga prevista (kW)		590

La carga total para el centro de transformación es de 1.090,35 kVA tomando un factor de potencia igual a 0,9.

6.2. Descripción de la instalación

6.2.1. Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} * U_p}$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_p: tensión primaria [kV]
- I_p: intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 25 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA.

$$I_p = 14,5 \text{ A}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA.

$$I_p = 14,5 \text{ A}$$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

$$I_{\text{tot}} = 29,1 \text{ A}$$

6.2.2. Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} * U_s}$$

donde:

- P: potencia del transformador [kVA]
- U_s : tensión en el secundario [kV]
- I_s : intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, y las tensiones secundarias de 230 V y 420 V en vacío respectivamente.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 866 \text{ A}$$

La intensidad en las salidas de 230 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 1.581,4 \text{ A}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 866 \text{ A}$$

6.2.3. Cortocircuitos

6.2.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

6.2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p}$$

donde:

- S_{cc} : potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p : tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} : corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es

la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{CC} * U_s}$$

donde:

- P: potencia de transformador [kVA]
- E_{CC} : tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U_s : tensión en el secundario [V]
- I_{CCS} : corriente de cortocircuito [kA]

6.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 600 MVA y la tensión de servicio 25 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{CCP} = 13,9 \text{ kA}$$

6.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4,5%, y la tensión secundaria es de 230 V y 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{CCS} = 21,7 \text{ kA}$$

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 230 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{CCS} = 39,5 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4,5%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{CCS} = 21,7 \text{ kA}$$

6.2.4. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZÁBAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

6.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

6.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 34,6 \text{ kA}$$

6.2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 13,9 \text{ kA.}$$

6.2.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

6.2.5.1. Transformador 1

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

6.2.5.2. Transformador 2

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

La protección del centro se realiza en BT, siendo los fusibles de BT los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo, si es posible, una protección térmica del transformador.

Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

6.2.6. Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

6.2.6.1. Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 14,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

6.2.6.2. Transformador 2

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 14,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

6.2.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1.600 kVA

6.2.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

6.2.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

6.2.9.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

6.2.9.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{dmaxcal} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

donde:

- U_n : Tensión de servicio [kV]
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n : Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{dmaxcal}$: Intensidad máxima calculada [A]

La I_{dmax} en este caso será:

$$I_{dmaxcal} = 300,7 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{dmax} = 300 \text{ A}$$

6.2.9.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

6.2.9.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

Tensión de servicio: $U_r = 25 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 48 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 0 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 300 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Características del terreno:

Resistencia de tierra $R_0 = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$

Resistencia del hormigón $R'_0 = 3.000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d * R_t \leq V_{bt}$$

donde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A]

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

- U_n : tensión de servicio [V]
- R_n : resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- X_n : reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- I_d : intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 92,37 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 108,26 \text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_t \leq \frac{R_t}{R_0}$$

donde:

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- K_r : coeficiente del electrodo

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,7217$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7,0x2,5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 m

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_t * R_0$$

donde:

- K_r : coeficiente del electrodo
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

Y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 238,18 \text{ A}$$

6.2.9.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t * I'_d$$

donde:

- R'_t : resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_d : tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 3.001,08 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c * R_0 * I'_d$$

donde:

- K_c : coeficiente

- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_c : tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 1.461,24 \text{ V}$$

6.2.9.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p * R_0 * I'_d$$

donde:

- K_p : coeficiente
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d : intensidad de defecto [A]
- V'_p : tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

$$V'_p = 664,52 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

6.2.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 1 \text{ seg}$
- $K = 78,5$
- $n = 0,78$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \left(\frac{10 * K}{t^n} \right) * \left(1 + \frac{6 * R_0}{1000} \right)$$

donde:

- K : coeficiente
- T : tiempo total de duración de la falta [s]
- n : coeficiente
- R_0 : resistividad del terreno en [Ohm·m]
- V_p : tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1.491,5 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \left(\frac{10 * K}{t^n} \right) * \left(1 + \frac{3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right)$$

donde:

- K: coeficiente
- T: tiempo total de duración de la falta [s]
- n: coeficiente
- R₀: resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'₀: resistividad del hormigón en [Ohm·m]
- V_{p(acc)}: tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 8.203,25 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 664,52 \text{ V} < V_p = 1.491,5 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 1.461,24 \text{ V} < V_{p(acc)} = 8.203,25 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 3001,08 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 238,18 \text{ A} < I_{dm} = 300 \text{ A}$$

6.2.9.8. Determinación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 * I'_d}{2000 * \pi}$$

donde:

- R₀: resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d: intensidad de defecto [A]
- D: distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 5,69 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 2
- Longitud entre picas: 2 m
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{\text{tserv}} = K_r \cdot R_0 = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de, como mínimo, grado de protección 7 contra daños mecánicos.

6.2.9.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_r " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

ANEXO 2. SECCIÓN ECONÓMICA DE LOS CONDUCTORES

1. Objeto

Se entiende por sección económica aquella que, dada una carga y una geometría característica para una instalación, minimiza el coste total del conductor a lo largo de la vida útil del mismo.

El objetivo de este apartado es, por tanto, calcular y obtener las secciones económicas de cada uno de los circuitos así como los costes asociados a los mismos.

2. Normativa

La normativa aplicable es la referente a la norma UNE 21144-3-2 de Diciembre del año 2000. En ella se indican dos formas de realizar la optimización de los costes.

En la primera de ella se emplea un método de cálculo continuo, en el que se encuentra la sección óptima para la carga y luego se comprueban las secciones superior e inferior de las normalizadas. El otro método, sin embargo, coge todas las secciones normalizadas y encuentra los límites de carga para los que dicha sección es la más económica.

En el caso que nos lleva se realizará el segundo método debido a la facilidad de implementación del mismo en una hoja de cálculo.

3. Fórmulas

Las fórmulas empleadas incluyen dos tipos de parámetros, los técnicos y los asociados a la economía. Para los primeros de ellos se obtendrán de catálogos de fabricantes y de tablas presentes en la propia norma, sin embargo, para los parámetros económicos se estimarán en base a datos históricos.

Por tanto la formulación empleada en este tipo de diseño es:

$$I_{min} = \sqrt{(CI - CI_1)/(F * l * (R_1 - R))}$$

$$I_{max} = \sqrt{(CI_2 - CI)/(F * l * (R - R_2))}$$

Siendo:

- I_{min} = Intensidad más baja para la cual, dicha sección, es la más económica
- I_{max} = Intensidad máxima para la cual la sección es la económica
- CI = El coste de inversión del conductor donde se realiza el cálculo
- CI_1 = El coste de inversión del conductor de sección inmediatamente inferior
- CI_2 = El coste de inversión del conductor de sección inmediatamente superior
- l = Longitud del conductor
- R = resistencia por unidad de longitud del conductor donde se realiza el cálculo en Ω/m
- R_1 = Resistencia del conductor de sección inmediatamente inferior
- R_2 = Resistencia del conductor de sección inmediatamente superior

F es un parámetro económico que tiene en cuenta tanto los aumentos de carga, el aumento del precio de la energía eléctrica y la pérdida de valor del dinero a lo largo de la vida útil de la instalación. Las ecuaciones usadas para calcular esto son:

$$r = \frac{(1 + a)^2 * (1 + b)}{1 + i}$$

$$Q = \frac{1 - r^N}{1 - r}$$

$$F = N_p * N_c * (T * P + D) * \frac{Q}{1 + i}$$

Donde:

- a = Aumento de carga anual previsto en tanto por uno
- b = Aumento del coste de la energía eléctrica previsto en tanto por uno
- i = La tasa de depreciación sin incluir el valor de la inflación en tanto por uno
- N = Número de años a los que se prevé la instalación
- N_p = Número de conductores de fase por circuito
- N_c = Número de circuitos
- T = Es el número de horas de funcionamiento a la corriente máxima que produciría las mismas pérdidas que la corriente variable real que se produce en la instalación
- P = Coste de un vatio-hora
- D = Coste anual para cubrir las pérdidas

Con todos estos valores se obtienen los límites inferior y superior para la intensidad máxima que circula por la instalación, que en el caso de las instalaciones presentes en el proyecto se pueden aproximar como la evolución real de la intensidad en la instalación a lo largo de la vida útil debido a las pocas fluctuaciones de carga que existen.

Para extrapolar los valores de intensidad a potencia en una instalación de alumbrado se emplea la siguiente ecuación:

$$P = \sqrt{3} * I * 400 * \cos(\varphi)$$

Con $\cos(\phi)$ igual a 0,9 para las luminarias y 0,8 para la derivación individual que alimenta el grupo de bombeo.

4. Resultados

Aplicando toda la formulación presentada en el apartado anterior se obtienen los resultados presentados en la tabla 23:

Tabla 30: Límites de intensidad para sección económica
Fuente: ¿?

Sección	Resistividad	Inversión	I _{min}	I _{max}
mm ²	Ω/km	€/m	A	A
6	2.868	0.95 €	≥	7.53
10	2.202	1.57 €	7.53	9.27
16	1.691	2.29 €	9.27	13.47
25	1.298	3.46 €	13.47	23.82
50	0.939	6.80 €	23.82	25.92
70	0.694	9.50 €	25.92	28.11
95	0.481	12.26 €	28.11	39.42
120	0.348	15.65 €	39.42	49.12
150	0.277	18.46 €	49.12	74.19
185	0.202	25.23 €	74.19	103.78
240	0.181	28.94 €	103.78	≤

Estos límites no se ven influenciados por la longitud de conductor que forma parte de la instalación.

5. Cálculo de costes

El cálculo de costes se subdivide en dos partes. La primera de ella asociada a los costes de inversión inicial y la segunda la correspondiente a los costes de operación a lo largo de la vida de la instalación.

$$C_I = Inv * l$$

$$C_{Op} = I^2 * R * l * F$$

Siendo:

- Inv = Coste por unidad de longitud del conductor, es decir, los valores correspondientes a la tercera columna de la tabla 23
- l = Longitud del conductor de fase
- R = Resistencia del cable por unidad de longitud o los valores correspondientes a la segunda columna de la tabla 23
- I = Corresponde con la intensidad máxima que recorre la instalación, pero en el caso de las instalaciones de alumbrado es la intensidad real que recorre la instalación

ANEXO 3. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

1. Factor de mantenimiento

De acuerdo al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, el factor de mantenimiento f_m es el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL), de su supervivencia (FSL) y de depreciación de la luminaria (FDLU).

Para una lámpara VSAP de 150 W, con período de funcionamiento de 12.000 horas, los valores de FDFL y FSL son los siguientes:

$$\text{FDFL} = 0,90 \quad \text{FSL} = 0,89$$

Para una lámpara VSAP de 150 W, con grado de contaminación alto e intervalo de limpieza cada 3 años y grado de protección de sistema óptico IP 6X, el valor de FDLU es:

$$\text{FDLU} = 0,83$$

Por tanto, el factor de mantenimiento máximo a considerar en el proyecto es $f_m = 0,90 \times 0,89 \times 0,83 = 0,66483$. En el presente proyecto se considera un factor de mantenimiento de 0,66 en todos los circuitos con vapor de sodio.

Sin embargo, dicho reglamento no proporciona valores para FDFL, FSL y FDLU para luminarias LED. Para rellenar este vacío normativo el Comité Español de Iluminación publicó el documento "Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior". En dicho documento se establece que "el factor de mantenimiento global por estos conceptos no podrá ser inferior a 0,7 ni superior a 0,85". En los estudios luminotécnicos que acompañan este anejo se emplea un valor de factor de mantenimiento de 0,8.

2. Cálculos luminotécnicos

Para el diseño de una instalación de alumbrado se precisa de un software que realice los cálculos. Para el caso que nos concierne se empleará el software DIALux.

Dicho programa requiere como variables de entrada la geometría de la sección tipo (la cual se introduce mediante un asistente que posee para ello), la altura de cada punto de luz así como la posición relativa entre ellos (Interdistancia y disposición).

Todos estos parámetros podrían fijarse de forma arbitraria e ir ajustándolos de forma iterativa mediante la ayuda del software adecuado, no obstante, y para acelerar el proceso de convergencia se utilizan los condicionados técnicos de la empresa. En estos condicionados se fija la altura del punto de luz a una cota igual al ancho de la sección tipo que se esté diseñando, pudiéndose ésta modificar en caso de ser necesario.

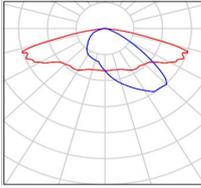
Los cálculos presentados a continuación cumplen con los requisitos mínimos exigidos por norma en la zona más desfavorable (el de mayor nivel de exigencia en los niveles de luminancia e uniformidad) y, siempre que se pueda, se tratará de cumplir en el resto de los componentes de la sección tipo (No pudiéndose cumplir en todas las ocasiones).

3. Resultados del Software

Los informes de salida de dicho programa se presentan a continuación.



ST I / Lista de luminarias

10 Pieza	<p>PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP400W TP P3X N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 50285 lm Flujo luminoso (Lámparas): 56500 lm Potencia de las luminarias: 433.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 35 72 96 100 89 Lámpara: 1 x SON-TPP400W (Factor de corrección 1.000).</p>		
----------	--	--	---

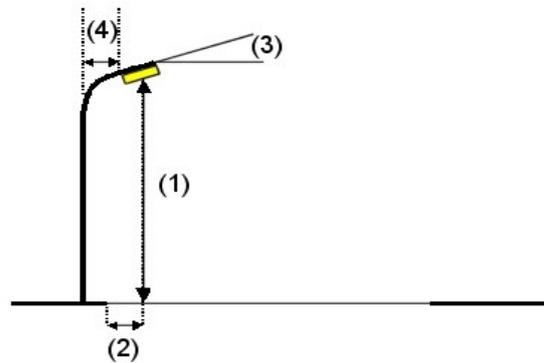
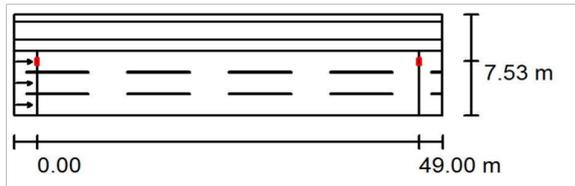
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Acera este	(Anchura: 1.000 m)
Carril-bici	(Anchura: 2.500 m)
Acera intermedia	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 9.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 3, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

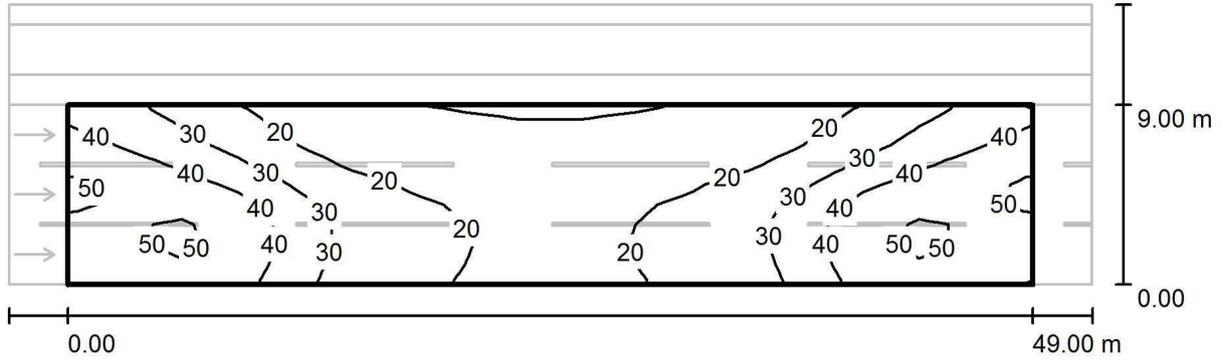
Factor mantenimiento: 0.66

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP400W TP P3X	
Flujo luminoso (Luminaria):	50285 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	56500 lm	con 70°: 400 cd/klm
Potencia de las luminarias:	433.0 W	con 80°: 109 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 2.01 cd/klm
Distancia entre mástiles:	49.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	12.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.
Altura del punto de luz:	11.682 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Saliente sobre la calzada (2):	1.500 m	
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

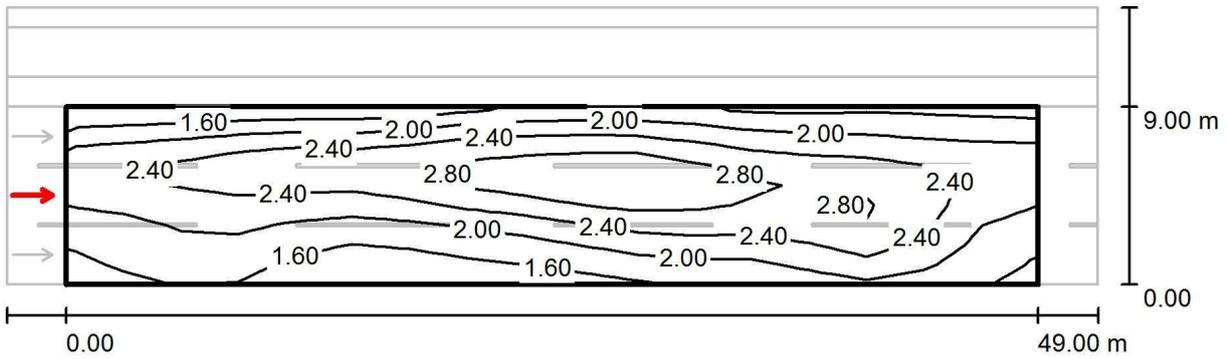


Valores en Lux, Escala 1: 394

Trama: 17 x 9 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
29	9.47	54	0.325	0.177

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1: 394

Trama: 17 x 9 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	2.18	0.60	0.70	12
Valores de consigna según clase ME2:	≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



ST II / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP400W CP P3X

N° de artículo:

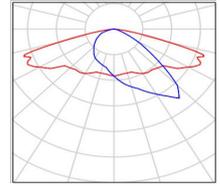
Flujo luminoso (Luminaria): 51415 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 56500 lm

Potencia de las luminarias: 433.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 37 74 97 100 91 Lámpara: 1 x SON-TPP400W (Factor de corrección 1.000).



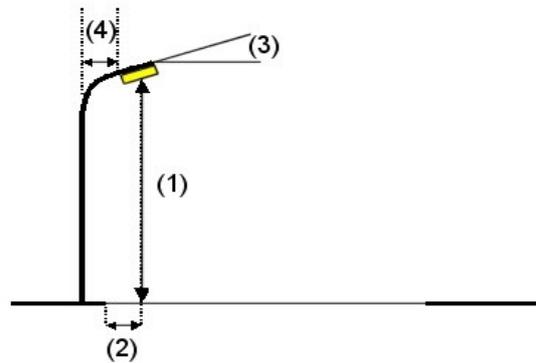
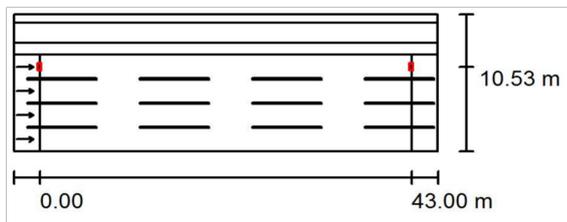
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Acera Este	(Anchura: 1.000 m)
Carril-bici	(Anchura: 2.500 m)
Acera intermedia	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 12.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 4, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

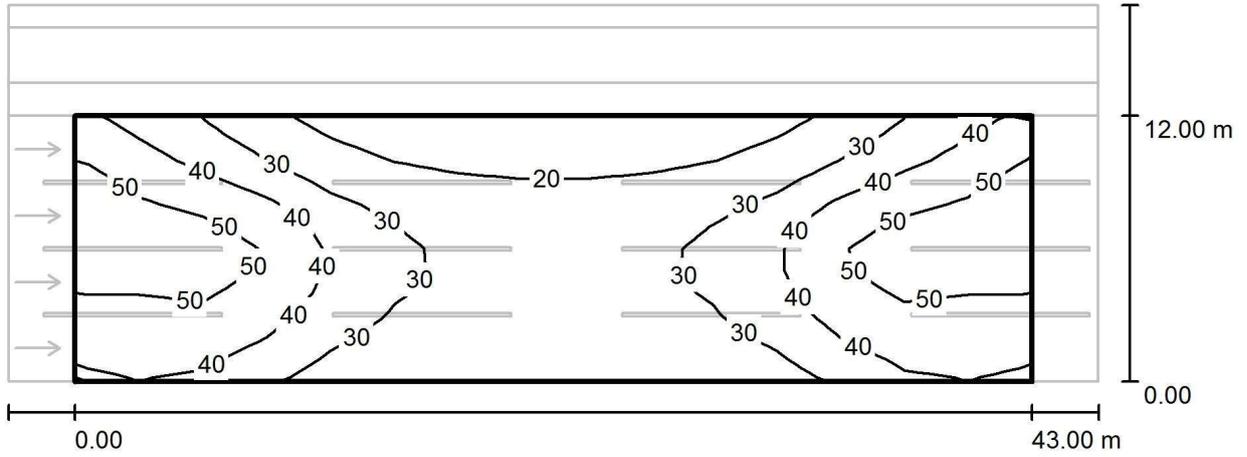
Factor mantenimiento: 0.66

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP400W CP P3X	
Flujo luminoso (Luminaria):	51415 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	56500 lm	con 70°: 409 cd/klm
Potencia de las luminarias:	433.0 W	con 80°: 85 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 1.65 cd/klm
Distancia entre mástiles:	43.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	12.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Altura del punto de luz:	11.682 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Saliente sobre la calzada (2):	1.500 m	
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

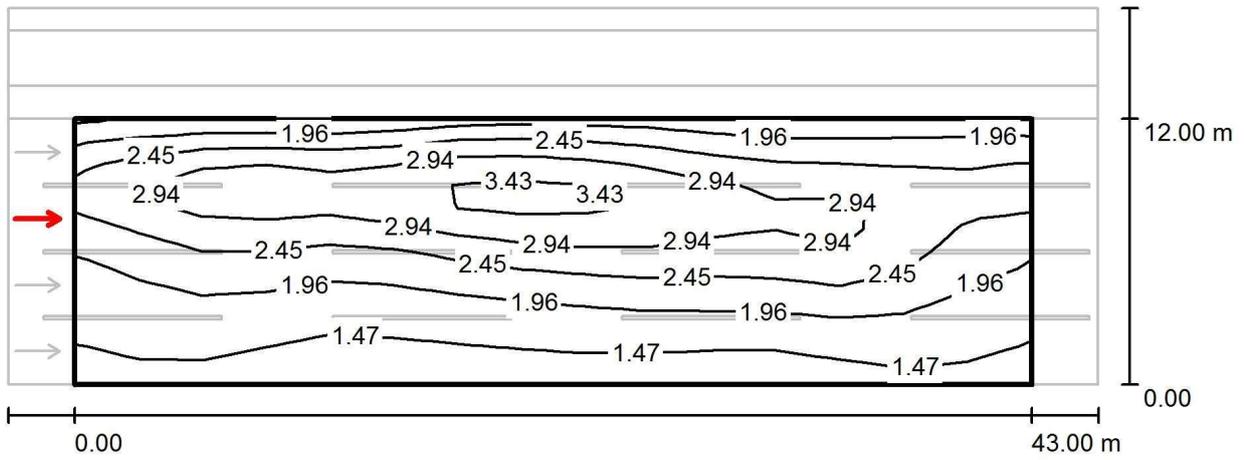


Valores en Lux, Escala 1: 351

Trama: 15 x 12 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
35	14	56	0.394	0.242

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 3 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1: 351

Trama: 15 x 12 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 7.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L _m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	2.26	0.53	0.70	13
Valores de consigna según clase ME2:	≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✗



ST III / Lista de luminarias

10 Pieza PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP250W TP P2

Nº de artículo:

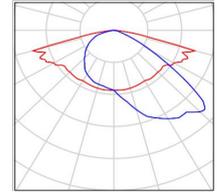
Flujo luminoso (Luminaria): 29216 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 33200 lm

Potencia de las luminarias: 276.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 33 70 95 100 88 Lámpara: 1 x SON-TPP250W (Factor de corrección 1.000).



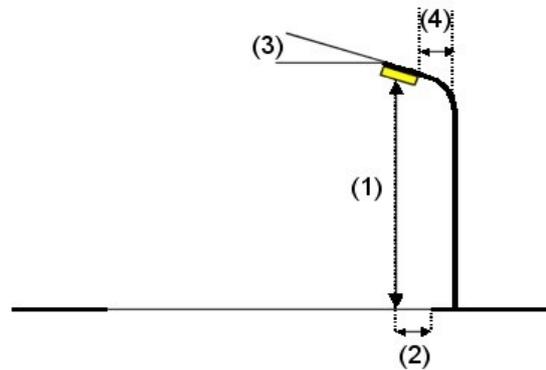
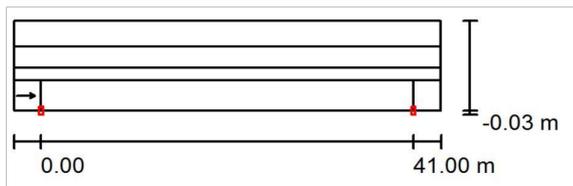
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Acera Sur	(Anchura: 3.000 m)
Carril-bici	(Anchura: 2.500 m)
Acera intermedia	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 3.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

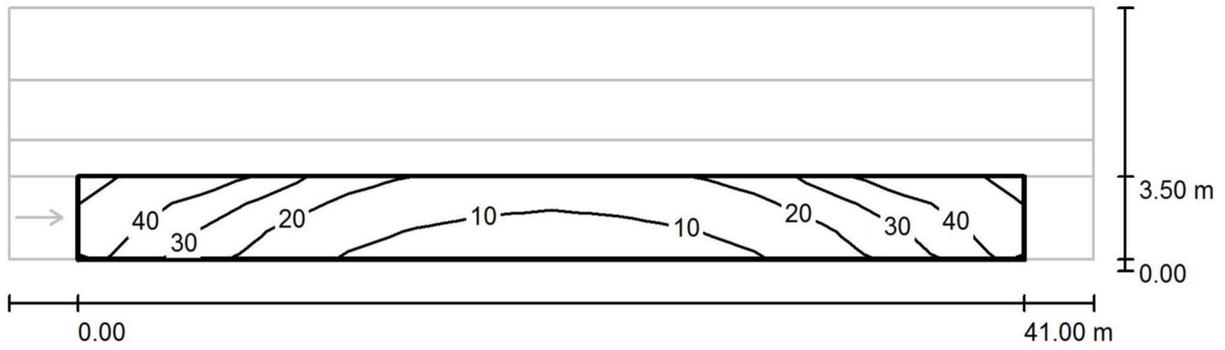
Factor mantenimiento: 0.66

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP250W TP P2		
Flujo luminoso (Luminaria):	29216 lm		Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	33200 lm	con 70°:	465 cd/klm
Potencia de las luminarias:	276.0 W	con 80°:	168 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°:	2.01 cd/klm
Distancia entre mástiles:	41.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	
Altura de montaje (1):	9.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.	
Altura del punto de luz:	8.682 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.	
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m		
Inclinación del brazo (3):	5.0 °		
Longitud del brazo (4):	0.000 m		

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

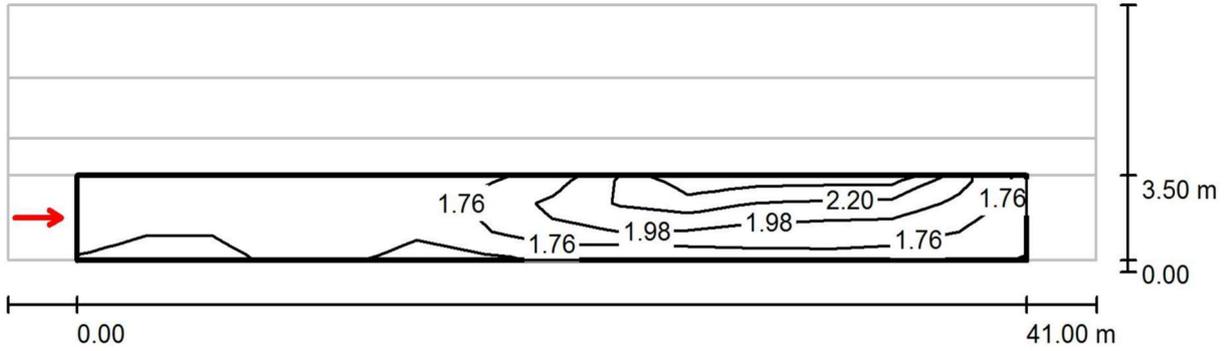


Valores en Lux, Escala 1: 337

Trama: 14 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
23	6.16	48	0.272	0.130

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 337

Trama: 14 x 3 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.82	0.78	0.70	13
Valores de consigna según clase ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



ST IV / Lista de luminarias

10 Pieza PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP250W TP P2

N° de artículo:

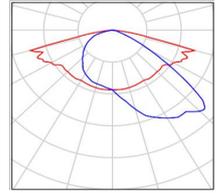
Flujo luminoso (Luminaria): 29216 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 33200 lm

Potencia de las luminarias: 276.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 33 70 95 100 88 Lámpara: 1 x SON-TPP250W (Factor de corrección 1.000).



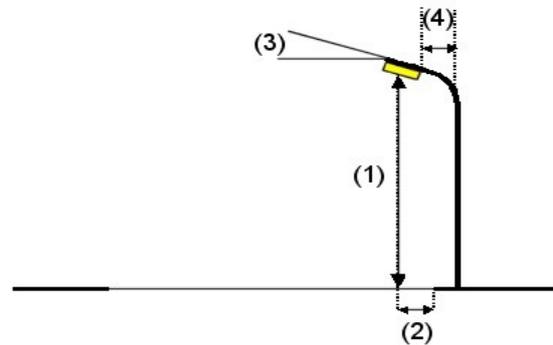
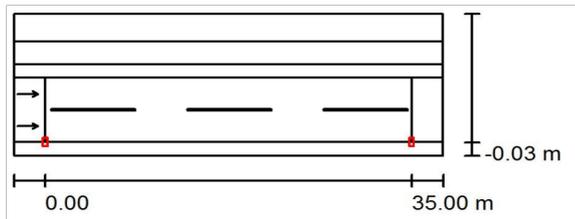
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Acera Sur	(Anchura: 3.000 m)
Carril-bici	(Anchura: 2.500 m)
Acera intermedia	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Acera Norte	(Anchura: 1.500 m)

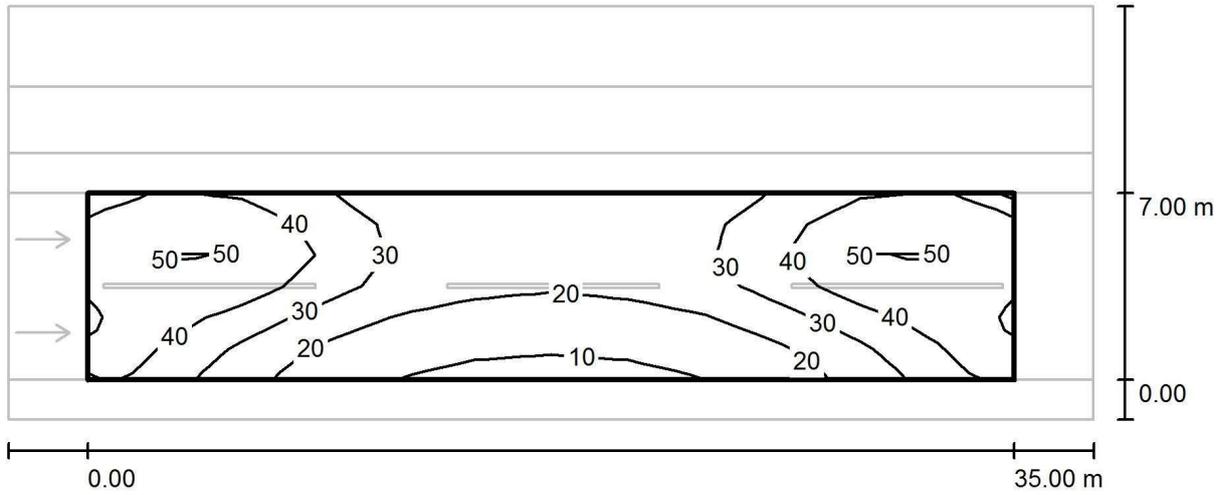
Factor mantenimiento: 0.66

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS SGS254 GB 1xSON-TPP250W TP P2	
Flujo luminoso (Luminaria):	29216 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	33200 lm	con 70°: 465 cd/klm
Potencia de las luminarias:	276.0 W	con 80°: 168 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 2.01 cd/klm
		Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	35.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.
Altura de montaje (1):	9.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Altura del punto de luz:	8.682 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

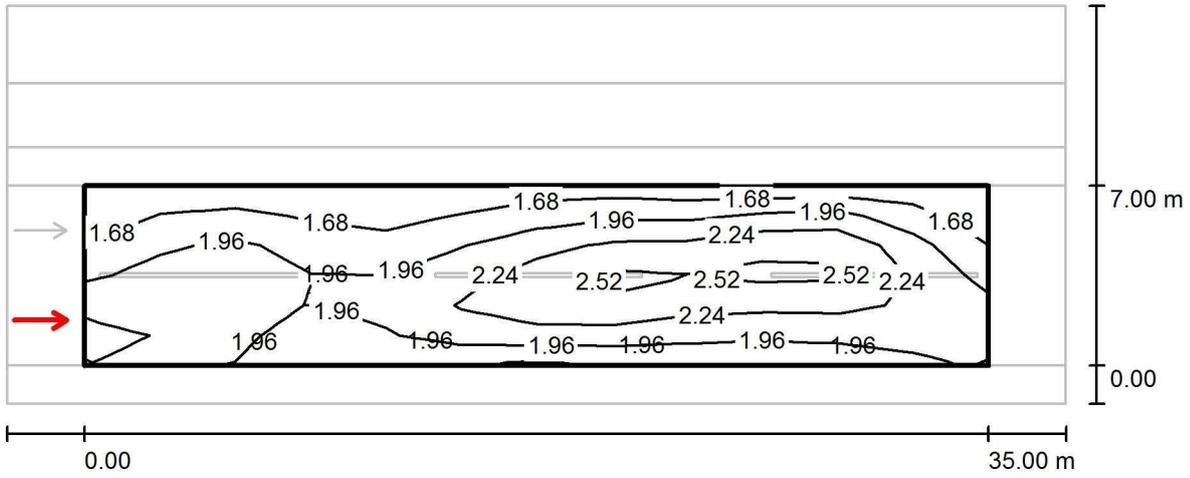


Valores en Lux, Escala 1: 294

Trama: 12 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	8.62	52	0.273	0.165

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	2.03	0.69	0.77	13
Valores de consigna según clase ME2:	≥ 1.50	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✗



ST V / Lista de luminarias

4 Pieza

PHILIPS SGS254 GB 1xSON-PP250W TP P3X

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 26435 lm

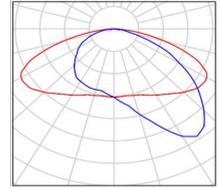
Flujo luminoso (Lámparas): 31100 lm

Potencia de las luminarias: 276.0 W

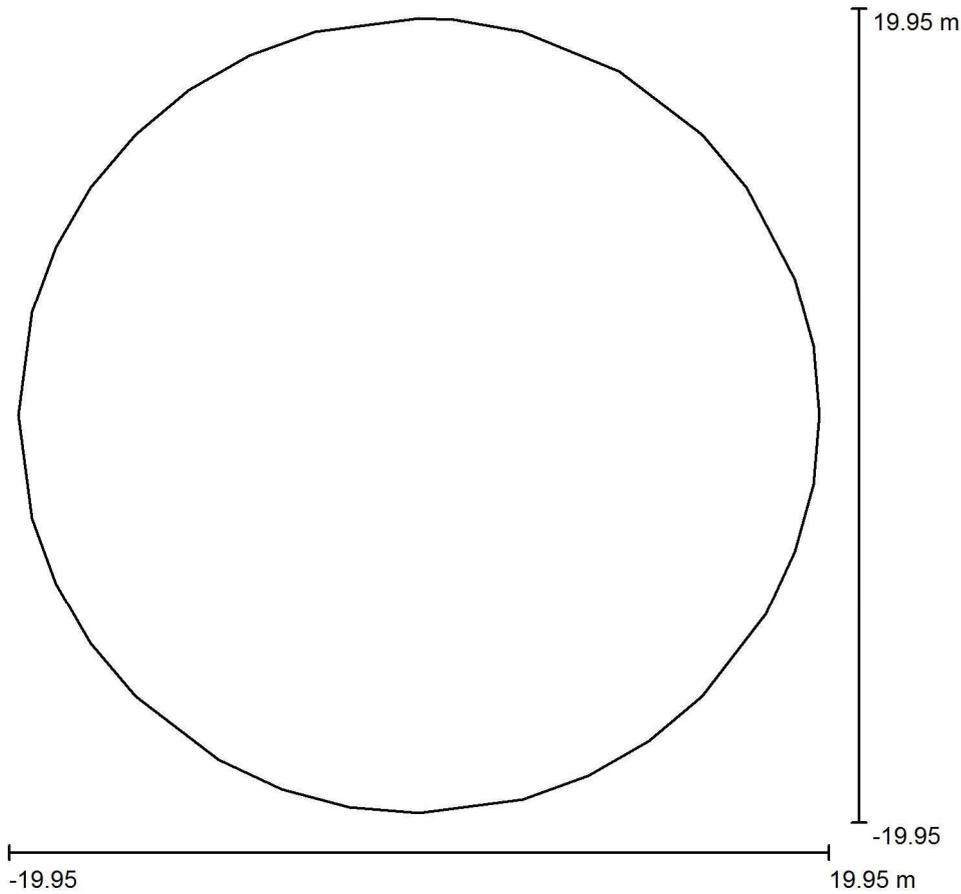
Clasificación luminarias según CIE:
100

Código CIE Flux: 35 72 95 100 85

Lámpara: 1 x SON-PP250W (Factor de corrección 1.000).



Escena exterior 3 / Datos de planificación



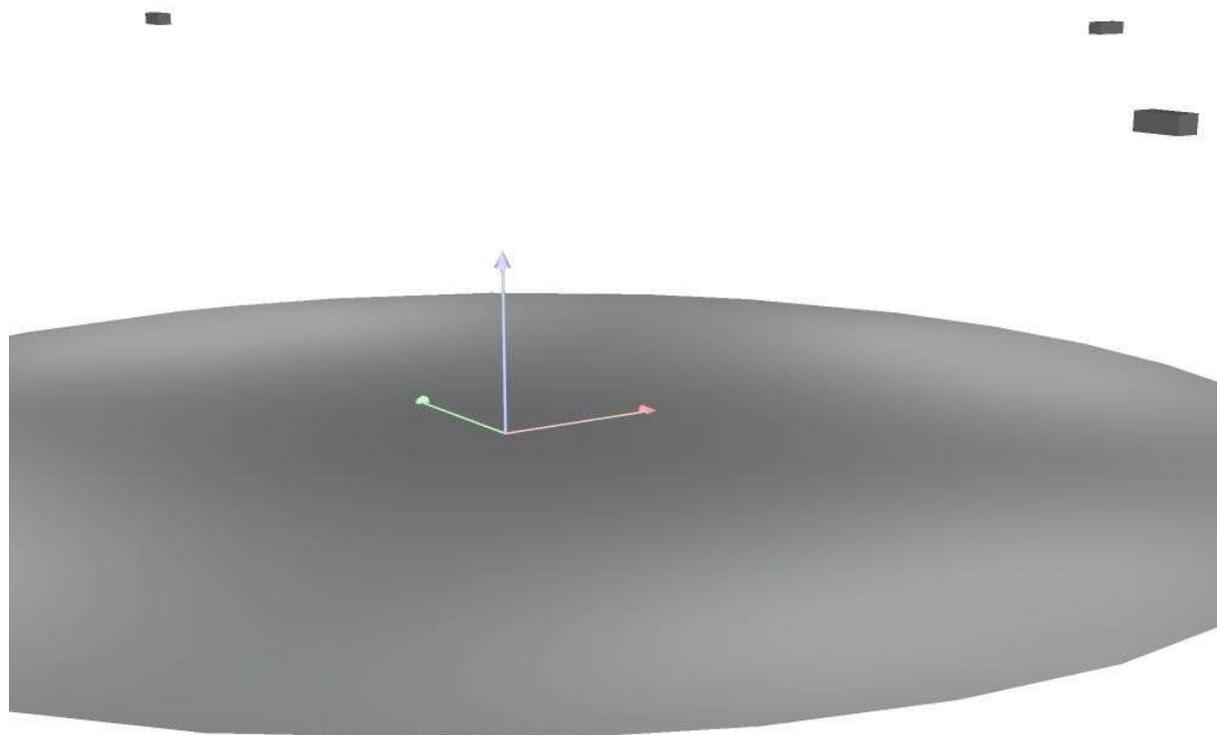
Factor mantenimiento: 0.66, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:370

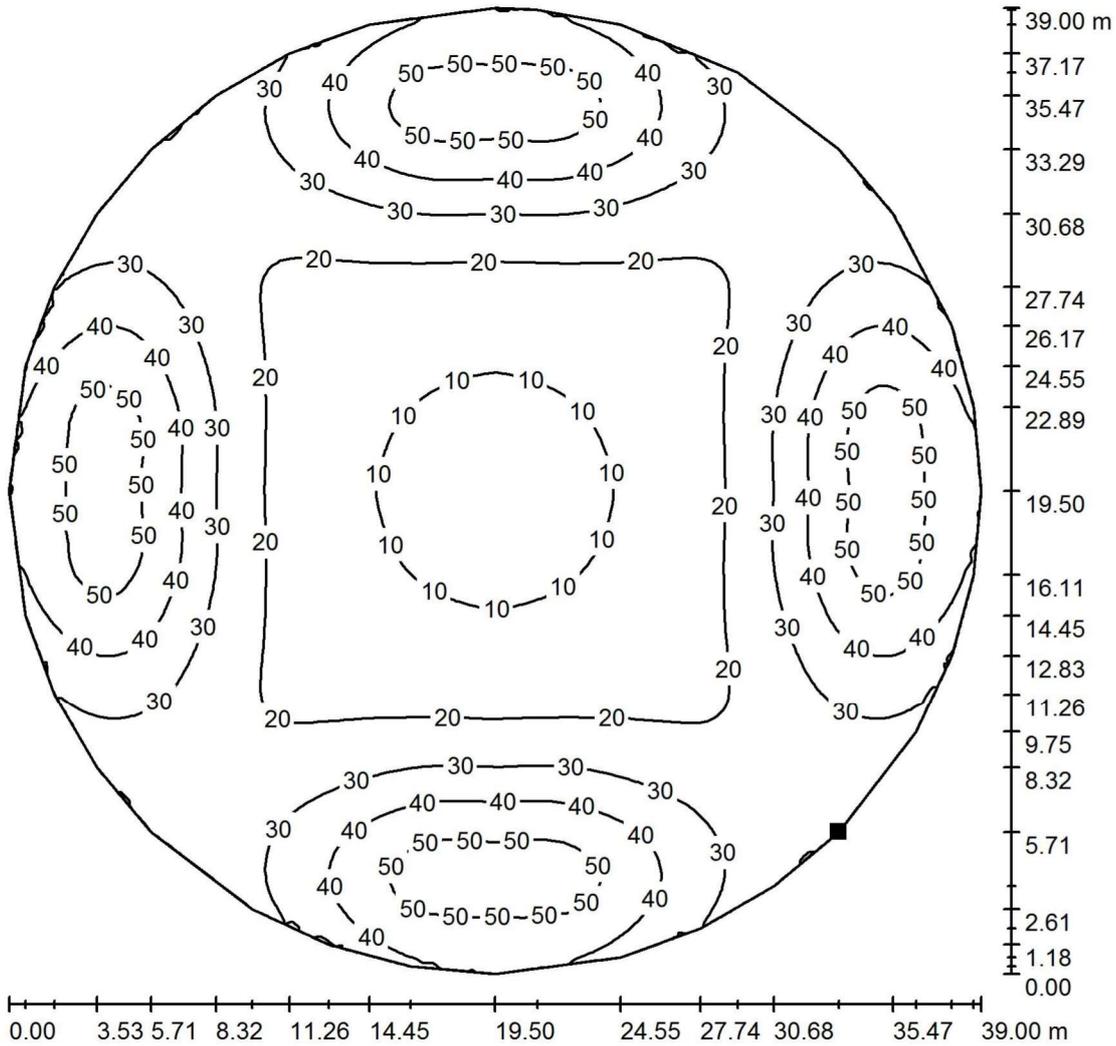
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS SGS254 GB 1xSON- PP250W TP P3X (1.000)	26435	31100	276.0
		Total:	105740	124400	1104.0

Escena exterior 3 / Rendering (procesado) en 3D

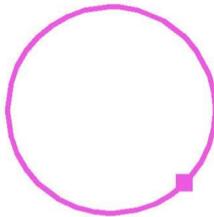


Escena exterior 3 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 305

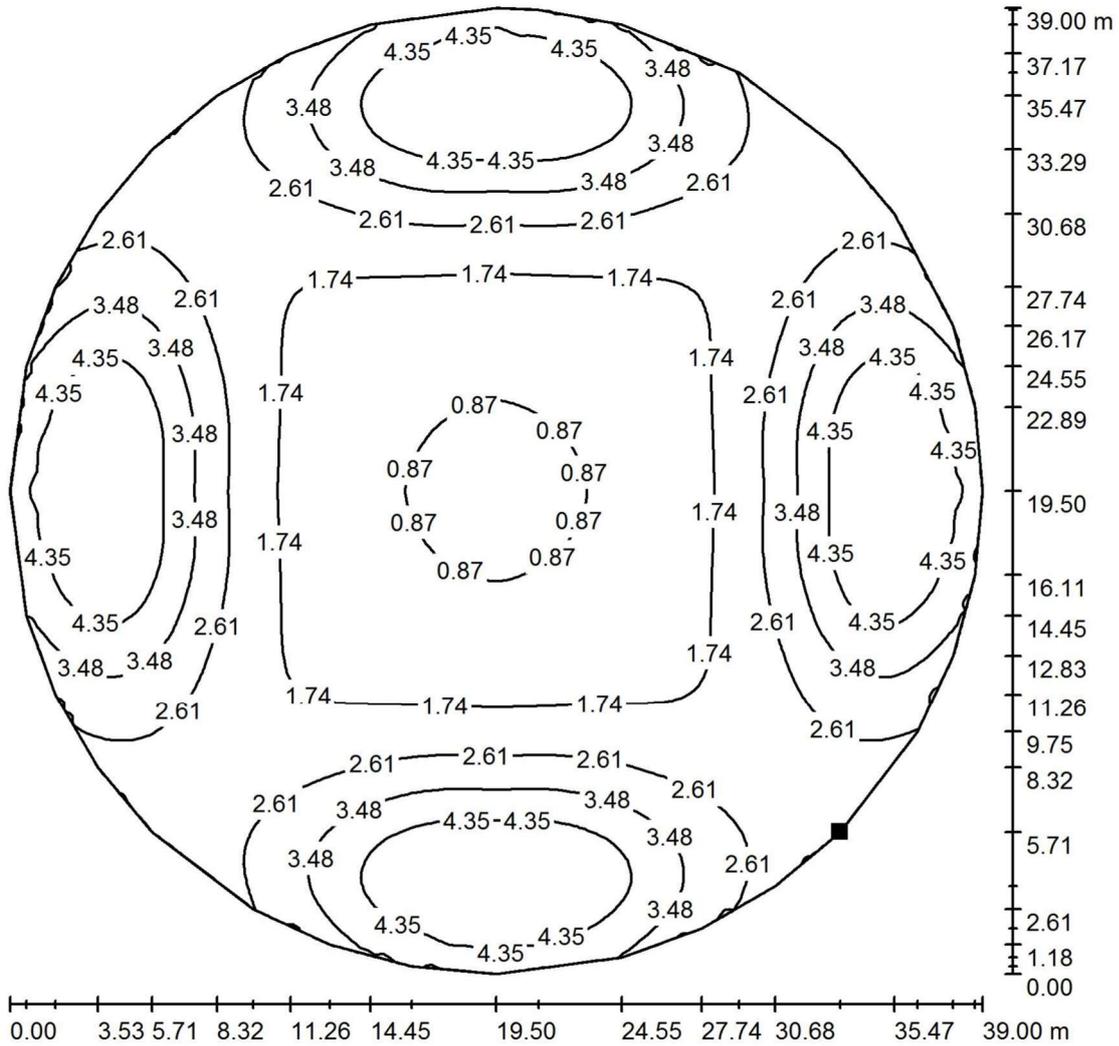
Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (13.789 m, -13.789 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
29	7.99	54	0.277	0.149

Escena exterior 3 / Elemento del suelo 1 / Superficie 1 / Isolíneas (L)

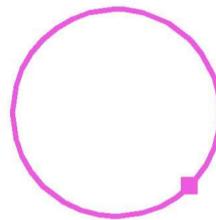


Valores en Candela/m², Escala 1: 305

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:

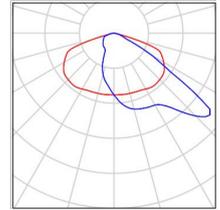
(13.789 m, -13.789 m, 0.000 m)





ST VI / Lista de luminarias

10 Pieza PHILIPS BGP323 T35 1xECO212-3S/740 DK
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 19178 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 22300 lm
Potencia de las luminarias: 180.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 33 75 98 100 86 Lámpara: 1 x
ECO212-3S/740 (Factor de corrección 1.000).



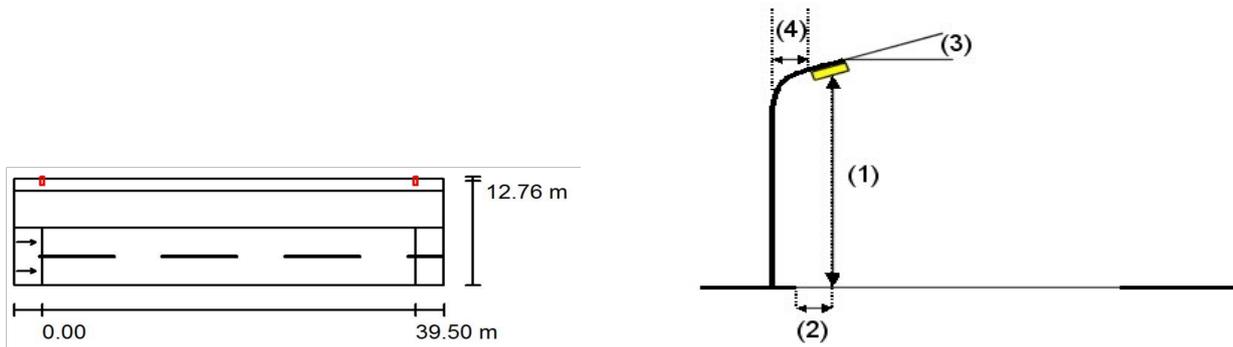
Calle 1 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 4.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

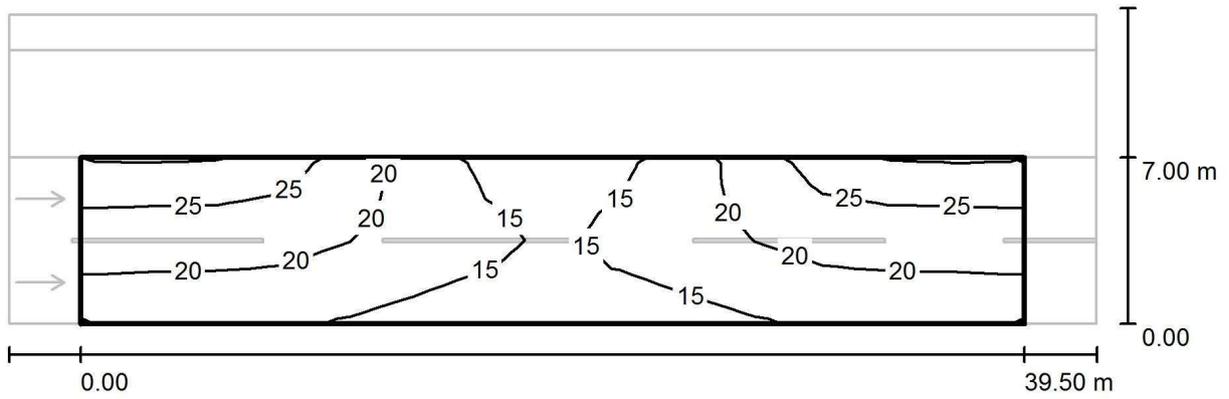
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP323 T35 1xECO212-3S/740 DK	
Flujo luminoso (Luminaria):	19178 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	22300 lm	con 70°: 615 cd/klm
Potencia de las luminarias:	180.0 W	con 80°: 25 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 2.39 cd/klm
Distancia entre mástiles:	39.500 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	9.000 m	
Altura del punto de luz:	8.870 m	
Saliente sobre la calzada (2):	-5.750 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

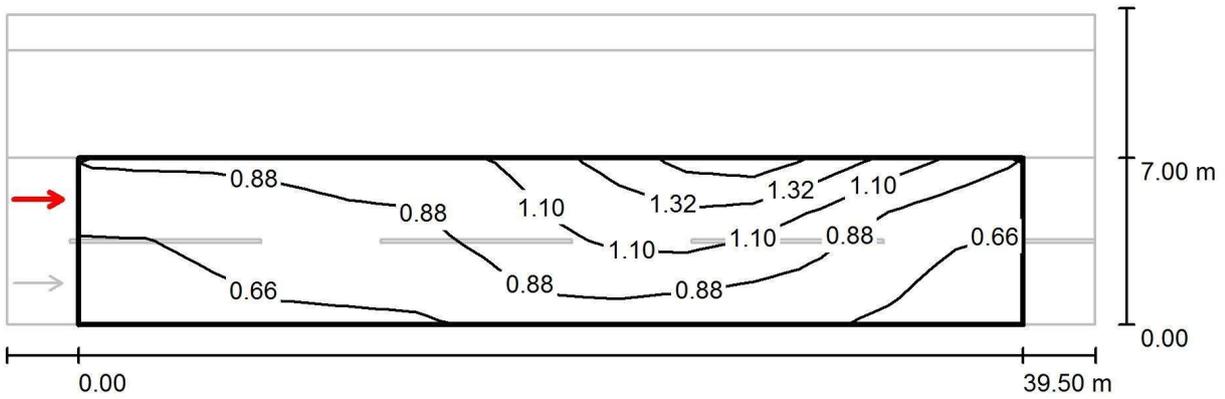


Valores en Lux, Escala 1: 326

Trama: 14 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	13	29	0.677	0.453

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1: 326

Trama: 14 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.88	0.61	0.54	9
Valores de consigna según clase ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



ST VII / Lista de luminarias

8 Pieza

PHILIPS BPP435 T15 1xGRN25/830 MSO

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 2175 lm

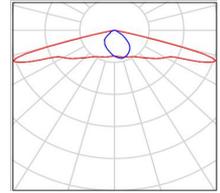
Flujo luminoso (Lámparas): 2500 lm

Potencia de las luminarias: 20.5 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 37 71 96 100 87

Lámpara: 1 x GRN25/830/- (Factor de corrección 1.000).



Calle 1 / Datos de planificación

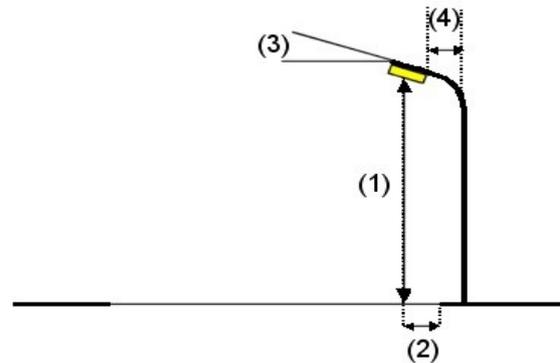
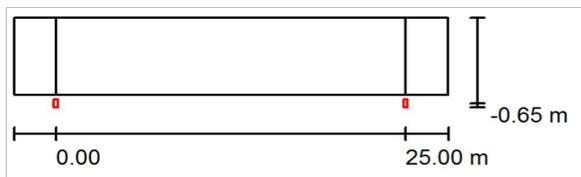
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 6.000 m)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria: PHILIPS BPP435 T15 1xGRN25/830 MSO

Flujo luminoso (Luminaria): 2175 lm

Valores máximos de la intensidad lumínica

Flujo luminoso (Lámparas): 2500 lm

con 70°: 1000 cd/klm

Potencia de las luminarias: 20.5 W

con 80°: 65 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

Organización: unilateral abajo

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Distancia entre mástiles: 25.000 m

Altura de montaje (1): 5.000 m

Altura del punto de luz: 4.890 m

Saliente sobre la calzada (2): -0.650 m

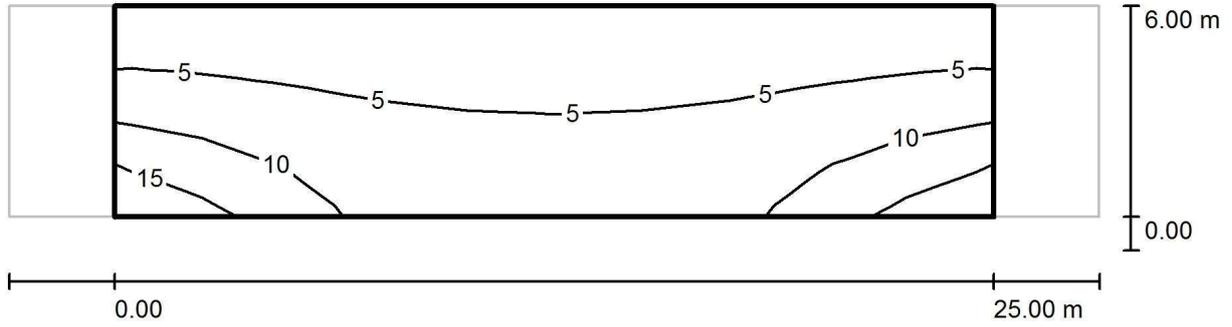
Inclinación del brazo (3): 0.0 °

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

Longitud del brazo (4): 0.000 m

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Calle 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1: 222

Trama: 10 x 4 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
6.28	1.60	16	0.255	0.098



ST VIII / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS BDP791 GF 12xECO25/830 OFR2

N° de artículo:

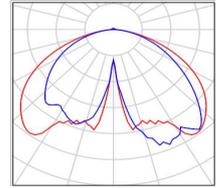
Flujo luminoso (Luminaria): 1449 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 2499 lm

Potencia de las luminarias: 26.1 W

Clasificación luminarias según CIE: 99

Código CIE Flux: 42 78 96 99 58 Lámpara: 12 x ECO25/830/- (Factor de corrección 1.000).



Calle 1 / Datos de planificación

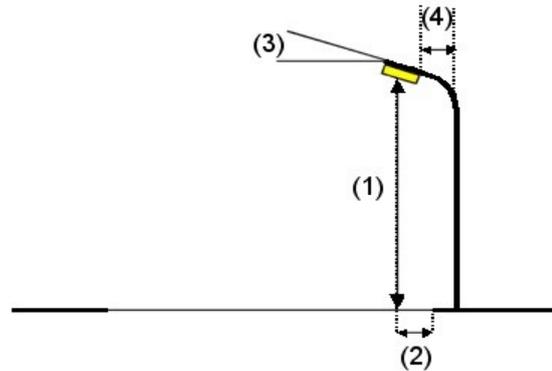
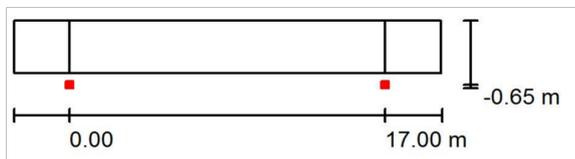
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1

(Anchura: 3.000 m)

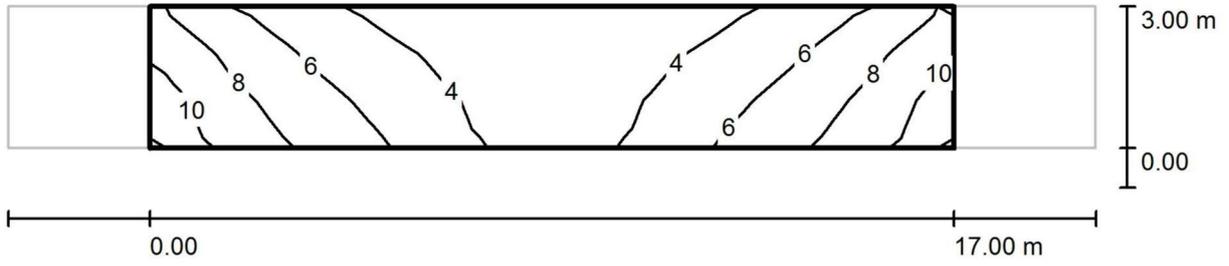
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BDP791 GF 12xECO25/830 OFR2	
Flujo luminoso (Luminaria):	1449 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	2499 lm	con 70°: 83 cd/klm
Potencia de las luminarias:	26.1 W	con 80°: 28 cd/klm
Organización:	unilateral abajo	con 90°: 1.33 cd/klm
Distancia entre mástiles:	17.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	5.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Altura del punto de luz:	5.417 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0°	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	

Calle 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1: 165

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
5.74	2.64	10	0.460	0.258

ANEXO 4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

1. Cálculos

A continuación se presentan los cálculos de eficiencia energética de las distintas secciones tipo.

Tabla 31: Eficiencia energética de ST1

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2-lux/W)				
Eficiencia energética mínima	23.5	19.25				
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Cumple	
Eficiencia energética	686	23.5	433	37.23	SI	
	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)	fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	37.23	130.48	0.66	0.43		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2-lux/W)	Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	23.5	28.1	1.32		0.75	
	A	B	C	D	E	F
Calif. Energ.	X					

Tabla 32: Eficiencia energética de ST2

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2-lux/W)				
Eficiencia energética mínima	27.4	20.96				
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Cumple	
Eficiencia energética	731	27.4	433	46.26	SI	
	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)	fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	46.26	130.48	0.66	0.54		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2-lux/W)	Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	27.4	30.44	1.52		0.66	
	A	B	C	D	E	F
Calif. Energ.	X					

Tabla 33: Eficiencia energética de ST3

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2-lux/W)				
Eficiencia energética mínima	22.8	18.90				
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Cumple	
Eficiencia energética	512.5	22.8	276	42.34	SI	
	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)	fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	42.34	120.29	0.66	0.53		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2-lux/W)	Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	22.8	27.68	1.53		0.65	
	A	B	C	D	E	F
Calif. Energ.	X					

Tabla 34: Eficiencia energética de ST4

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2·lux/W)					
Eficiencia energética mínima	22.7	18.85					
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Cumple		
Eficiencia energética	570	22.7	276	46.88	SI		
	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)		fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	46.88	120.29		0.66	0.59		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2·lux/W)		Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	22.7	27.62		1.70		0.59	
	A	B	C	D	E	F	G
Calif. Energ.	X						

Tabla 35: Eficiencia energética de ST5

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2·lux/W)					
Eficiencia energética mínima	27.3	9.00					
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Cumple		
Eficiencia energética	804	27.3	1000	21.95	SI		
	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)		fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	21.95	102.34		0.66	0.32		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2·lux/W)		Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	27.3	13		1.69		0.59	
	A	B	C	D	E	F	G
Calif. Energ.	X						

Tabla 36: Eficiencia energética de ST6

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2·lux/W)					
Eficiencia energética mínima	19	17.00					
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Cumple		
Eficiencia energética	414.75	19	180	43.78	SI		
	Efic. Energ. (m2·lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)		fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	43.78	123.89		0.8	0.44		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2·lux/W)		Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	19	25.40		1.72		0.58	
	A	B	C	D	E	F	G
Calif. Energ.	X						

Tabla 37: Eficiencia energética de ST7

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2-lux/W)					
Eficiencia energética mínima	5.49	3.79					
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Cumple		
Eficiencia energética	150	5.49	20.5	40.17	SI		
	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)		fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	40.17	121.95		0.8	0.41		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2-lux/W)		Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	5.49	5.39		7.45		0.13	
	A	B	C	D	E	F	G
Calif. Energ.	X						

Tabla 38: Eficiencia energética de ST8

Fuente: ¿?

	Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m2-lux/W)					
Eficiencia energética mínima	5.49	3.79					
	S (m2)	Em (lux)	P (W)	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Cumple		
Eficiencia energética	150	5.49	20.5	40.17	SI		
	Efic. Energ. (m2-lux/W)	Efic. Lámp. Y equip. (lm/W)		fm	Factor de utilización		
Factor de utilización	40.17	95.75		0.8	0.52		
	Em (lux)	Eficiencia energética de referencia (m2-lux/W)		Índice de eficiencia energética		ICE	
ICE	5.49	5.39		7.45		0.13	
	A	B	C	D	E	F	G
Calif. Energ.	X						

De los cálculos anteriores se observa que se cumple toda la normativa vigente respecto a consideraciones de eficiencia energética.

Todas las secciones tipo pertenecientes a los accesos exteriores del parque se ha tomado según los criterios de un alumbrado funcional, por contraposición y siguiendo los criterios que impone la normativa, las secciones pertenecientes al interior del parque cumplen los criterios de eficiencia energética de una instalación de alumbrado ornamental en determinados viales (Secciones tipo 7 y 8).

2. Resplandor luminoso nocturno

El sector de actuación se engloba en zona E3. En este tipo de zona el FHS instalado debe ser menor que 15 %. Se observa en el estudio luminotécnico que el FHS de las luminarias escogidas es del 0 % para todos los casos ya que las luminarias poseen elementos físicos que dirigen el flujo luminoso hacia abajo de forma íntegra.

De los cálculos anteriores se observa que se cumple toda la normativa vigente respecto a consideraciones de resplandor luminoso nocturno.

3. Componentes de las instalaciones

El valor mínimo de ϵL ($= 95,75 \text{ lum / W}$) es superior a 65 lm/W .

La potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar es inferior al que señala la normativa en todas las secciones tipo.

De lo anterior se observa que se cumple toda la normativa vigente respecto a consideraciones de componentes de las instalaciones.

ANEXO 5. GESTIÓN DE RESIDUOS

1. Introducción

De acuerdo con el Real Decreto 105/2.008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD), conforme a lo dispuesto en el artículo 4 (obligaciones del productor), va a desarrollarse el siguiente contenido:

- Identificación de los RCD generados en la obra, codificados según la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada de RCD en toneladas y m3.
- Estimación de la cantidad generada de residuos peligrosos en toneladas y m3.
- Operaciones de prevención, reutilización y valorización o eliminación en la obra.
- Medidas de segregación en la obra.
- Especificaciones del Pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto
- Destino previsto para los residuos no reutilizables “in situ”.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y gestión de los RCD.
- Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los RCD.

2. Identificación de los RCD generados en la obra

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra van a ser codificados según la Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. También se ha establecido una clasificación de los residuos generados según los tipos de materiales de los que están compuestos, dando lugar a los siguientes grupos:

- Tierras y pétreos de excavación.
- Residuos inertes.
- Residuos potencialmente peligrosos y otros.

A continuación y de acuerdo a esta clasificación aparecen identificados los residuos de construcción y demolición que van a ser generados en la obra.

2.1. Tierras y pétreos de excavación.

De acuerdo al artículo 3.1.a) del RD 105/2008 estarán exentas de ser consideradas residuos:

“Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización”.

Tabla 39: Identificación de pétreos y tierras de excavación
Fuente: ¿?

TIERRAS Y PÉTREOS DE EXCAVACIÓN	
Código	Descripción
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03*

2.2. Residuos inertes.

Este grupo se encuentra dividido en dos tipos de residuos diferentes según su composición:

- De naturaleza no pétreo.
- De naturaleza pétreo.

Tabla 40: Identificación de residuos inertes

Fuente: ¿?

RESIDUOS INERTES		
NATURALEZA NO PÉTREO		
Tipo	Código	Descripción
Asfalto	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01*
Madera	17 02 01	Madera
Metales	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10*
Papel	20 01 01	Papel
Plástico	17 02 03	Plástico
Vidrio	17 02 02	Vidrio
Yeso	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01*
NATURALEZA PÉTREO		
Tipo	Código	Descripción
Arena, grava y otros áridos	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07*
	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
Hormigón	17 01 01	Hormigón
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código
Piedra	17 09 04	RDC mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01*, 02* y 03*

2.3. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Tabla 41: Identificación de residuos potencialmente peligrosos y otros

Fuente: ¿?

RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS		
Tipo	Código	Descripción
Residuos asimilables a urbanos	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
Residuos peligrosos	17 01 06*	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 05 03*	Tierras y piedras que contienen SP's
	15 02 02*	Absorbentes contaminados (trapos,...)
	15 02 02*	Disolventes
	20 01 13*	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
	14 06 03*	Sobrantes de pintura o barnices
	08 01 11*	Sobrantes de disolventes no halogenados
	14 06 03*	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11*	Aerosoles vacíos
	13 07 03*	Hidrocarburos con agua

Tabla 42: Identificación de residuos peligrosos en demoliciones
Fuente: ¿?

RESIDUOS PELIGROSOS EN DEMOLICIONES	
Código	Descripción
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's

3. Estimación de la cantidad generada de RCD y residuos peligrosos

En este apartado se va realizar una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición identificados en el apartado anterior.

Para realizar esta estimación se van a diferenciar los RCD generados en función del tipo de construcción de la que se trate, bien obra nueva o bien obra de derribo (demolición).

Para la obtención de los datos se ha recurrido a estudios realizados por la Comunidad de Madrid, procedentes de estadísticas sobre la composición en peso de los RCD que llegan a sus vertederos (Plan Nacional de RCD 2001 – 2006 y Plan Regional de RCD 2006 – 2016 de La Comunidad de Madrid). Son por tanto estimaciones en sentido estricto.

Las tierras y pétreos de excavación que no sean reutilizadas in situ o en exterior, en restauraciones o acondicionamientos, y que sean llevadas finalmente a vertedero tendrán la consideración de RCD, y deberán por tanto tenerse en cuenta. Las cantidades se calcularán con los datos de extracción previstos en proyecto.

3.1. Demoliciones.

En este apartado va a estimarse la cantidad de RCD generados en las demoliciones, diferenciando entre los tres tipos de residuos de acuerdo con la identificación establecida anteriormente. Se estima que sólo se van a producir residuos inertes, es decir, que no se producirán tierras y pétreos de excavación ni residuos peligrosos, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 43: Estimación de RCD no pétreos generados
Fuente: ¿?

Naturaleza no pétreo				
Evaluación teórica del peso por tipología del RCD	h (m3 RCD por cada m2 construido)	t (toneladas de residuo, $t=Vxd$)	d (Densidad por tipo, entre 0,5 y 1,5)	V (m3) de RCD
Asfalto	0.0009	295.66	1.3	227.43
Madera	0.0000	0.00	0.6	0
Metales	0.0000	0.00	1.5	0
Papel	0.0000	0.00	0.9	0
Plástico	0.0000	0.00	0.9	0
Vidrio	0.0000	0.00	1.5	0
Yeso	0.0000	0.00	1.2	0
Total	0.0009	295.66		227.43

Para averiguar la superficie construida se ha tenido en cuenta la superficie de las canalizaciones, incluidas las del exterior y las del interior del parque.

3.2. Obra nueva.

Ahora se hará lo mismo para la obra nueva, estimándose que en este caso sí se producirán residuos de todos los tipos. Se ha considerado que del volumen total de excavaciones correspondería a materiales englobados en el grupo de tierras y pétreos de excavación (podríamos llamar materiales naturales), es decir, que no se espera que aparezca ningún material de machaqueo, del grupo de los inertes, en estas excavaciones. Todo este material irá a vertedero, es decir, sin reutilización.

Se ha considerado, asimismo, que un 1% de los materiales utilizados corresponderían a pérdidas, es decir, que tendrían la consideración de residuos. Para el hormigón, este porcentaje se reduce al 0,25%.

Comenzamos por las tierras y pétreos de excavación:

Tabla 44: Estimación de tierras y pétreos de excavación en obra nueva
Fuente: ¿?

Tierra y pétreos de excavación				
Evaluación teórica del peso por tipología del RCD	h(m3 RCD cada m2 construido)	t (toneladas de residuo, t=Vxd)	d (Densidad por tipo, entre 0,5 y 1,5)	V (m3) de RCD
Tierras y pétreos de excavación	0.0052	1721.94	1.3	1324.57
Total	0.0052	1721.94		1324.57

Pasamos a los inertes:

Tabla 45: Estimación de residuos inertes no pétreos en obra nueva
Fuente: ¿?

Naturaleza no pétreo				
Evaluación teórica del peso por tipología del RCD	h (m3 RCD por cada m2 construido)	t (toneladas de residuo, t=Vxd)	d (Densidad por tipo, entre 0,5 y 1,5)	V (m3) de RCD
Asfalto	0.0000	0.00	1.3	0.00
Madera	0.0000	0.00	0.6	0.00
Metales	0.0001	19.91	1.5	13.27
Papel	0.0000	0.00	0.9	0.00
Plástico	0.0001	11.92	0.9	13.25
Vidrio	0.0000	0.00	1.5	0.00
Yeso	0.0000	0.00	1.2	0.00
Total	0.0001	31.83		26.52

Tabla 46: Estimación de residuos pétreos en obra nueva
Fuente: ¿?

Naturaleza pétreo				
Evaluación teórica del peso por tipología del RCD	h (m3 RCD por cada m2 construido)	t (toneladas de residuo, t=Vxd)	d (Densidad por tipo, entre 0,5 y 1,5)	V (m3) de RCD
Arena, gravas y otros áridos	0.0000	0.00	1.4	0.00
Hormigón	0.0000	4.30	1.3	3.31
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0.0000	0.00	1.2	0.00
Piedra	0.0000	0.05	1.5	0.03
Total	0.0000	4.35		3.34

Y finalmente, los peligrosos:

Tabla 47: Estimación de residuos potencialmente peligrosos en obra nueva
Fuente: ¿?

Residuos potencialmente peligrosos				
Evaluación teórica del peso por tipología del RCD	h (m3 RCD por cada m2 construido)	t (toneladas de residuo, $t=Vxd$)	d (Densidad por tipo, entre 0,5 y 1,5)	V (m3) de RCD
Residuos asimilables a urbanos	0.0000	3.32	1.3	2.56
Residuos peligrosos	0.0000	0.00	0.6	0.00
Total	0.0000	3.32		2.56

4. Medidas de prevención, reutilización, segregación y valoración o eliminación en la obra

4.1. Medidas para la prevención de residuos en la obra.

Los siguientes puntos establecen los pasos y recomendaciones a seguir en una obra para reducir al máximo la generación de residuos.

- Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales.
- Realización de demolición selectiva.
- Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, losas alveolares...).
- Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques...) serán múltiples del módulo de la pieza, para así no perder material en los recortes.
- Se sustituirán ladrillos cerámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño.
- Se utilizarán técnicas constructivas “en seco”.
- Se utilizarán materiales “no peligrosos” (ej: pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC).
- Se realizarán modificaciones de proyecto para favorecer la compensación de tierras o la reutilización de las mismas.
- Se utilizarán materiales con “certificados ambientales” (ej: tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC).
- Se utilizarán áridos reciclados (ej: para sub-bases, zahorras...), PVC reciclado o mobiliario urbano de material reciclado.
- Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases.
- Se permitirá la reutilización de materiales retirados en la obra.

4.2. Previsión de las operaciones de reutilización.

Tabla 48: Operaciones de reutilización de residuos

Fuente: ¿?

Tipo de RCD	Cantidad total	Operación prevista	Cantidad a utilizar	Destino previsto
Tierra y pétreos de excavación				
Tierras y pétreos de excavación	2659.07	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	937.13	Propia obra
		No se prevé operación de reutilización alguna	1721.94	Vertedero
Naturaleza no pétreo				
Asfalto	6.22	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	6.22	Externo
Madera	0.77	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio ...	0.77	Externo
Metales	3.84	Reutilización de materiales metálicos, féreos y no féreos	3.84	Externo
Papel	0.00	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio ...	0.00	Externo
Plástico	2.30	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio ...	2.30	Externo
Vidrio	0.00	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio ...	0.00	Externo
Yeso	0.00	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio ...	0.00	Externo
Naturaleza pétreo				
Arena, gravas y otros áridos	8.35	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	0.00	Propia obra
		No se prevé operación de reutilización alguna	8.35	Vertedero
Hormigón	160.59	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	160.59	Externo
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	23.27	Reutilización de materiales cerámicos	23.27	Externo
Piedra	0.00	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	0.00	Externo
Residuos potencialmente peligrosos y otros				
Residuos potencialmente peligrosos y otros	2.30	No se prevé operación de reutilización alguna	2.30	Planta de tratamiento autorizada
Residuos peligrosos en demoliciones				
Residuos peligrosos en demoliciones	0.00	No se prevé operación de reutilización alguna	0.00	Planta de tratamiento autorizada

4.3. Operaciones de valorización y segregación "in situ" de los residuos generados.

Dadas las características de las obras a realizar no se considera viable la realización de actividades de valorización de residuos de construcción y demolición, por lo que estas operaciones serán llevadas a cabo por un Gestor Autorizado.

Según el artículo 5.5 del R.D. 105/2.008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Tabla 49: Cantidad de residuo a partir de la cual hay que segregar "in situ"

Fuente: ¿?

TIPO DE RESIDUOS	Totales (t)	Umbral según norma (t)	Segregación "in situ"
Hormigón	160.59	80	OBLIGATORIA
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	23.27	40	NO OBLIGATORIA
Metales	3.84	2	OBLIGATORIA
Madera	0.77	1	NO OBLIGATORIA
Vidrio	0.00	1	NO OBLIGATORIA
Plástico	2.30	0.5	OBLIGATORIA
Papel y cartón	0.00	0.5	NO OBLIGATORIA

En caso de que se superen las cantidades de la tabla, como es el caso para el hormigón, metales y plástico, la GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO, OBRAS E INFRAESTRUCTURAS determinará un espacio apropiado para realizar correctamente la segregación de estos materiales. Los planos de las instalaciones para el almacenamiento de estos residuos se especifican en el apartado 7 de este anejo.

Se establecen además, las siguientes pautas de segregación que deberá realizar el poseedor de los residuos:

- La separación de las fracciones se llevará a cabo preferentemente dentro de la obra.
- Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar la separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de las fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.
- En caso de llevarse a cabo la segunda opción, el poseedor deberá obtener del gestor de instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación de las fracciones recogidas en este capítulo.

5. Especificaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares

Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto en relación con el almacenamiento, manejo, separación y operaciones de gestión de RCD se adjuntan a continuación.

En primer lugar nos vamos al Capítulo IV.- Unidades de obra, concretamente al apartado 4.4.- Transporte de escombros a Centro Ambiental Los Ruices, en el cual se especifica que los camiones cargados con el producto de las demoliciones se trasladarán al Centro Ambiental especificado, incluyéndose el canon de vertido, que se abonará por tonelada realmente vertida (se justificará con los correspondientes albaranes de vertido).

En segundo lugar, en el Capítulo V.- Prescripciones durante la ejecución de la obra, concretamente en el apartado 5.9.- Protección del medio ambiente se trata el tema de forma tangencial, al establecer que “el Contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, cursos de agua, embalses y en particular cualquier clase de bien público o privado que pudiera producir la ejecución de la obra, la explotación de canteras, los talleres y demás instalaciones auxiliares, aunque estén situadas en terrenos de su propiedad”.

6. Destino previsto para los residuos no reutilizables “In situ”

Las empresas de gestión y tratamiento de residuos estarán, en todo caso, autorizadas por la autoridad competente para la gestión de residuos no peligrosos, indicándose por parte del poseedor de los residuos el destino previsto para éstos.

En la tabla que se muestra a continuación aparecen todos aquellos RCD's presentes en la obra (identificados según la Orden MAM/304/2.002), en la cual se indica el tratamiento previsto para cada tipo de residuo y su destino, así como las toneladas de cada uno, que ya han sido estimadas anteriormente.

Tabla 50: Destino previsto para los residuos no reutilizables "in situ"
Fuente: ¿?

TIPO DE RESIDUO		TRATAMIENTO	DESTINO	TN
TIERRAS Y PÉTREOS DE EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos de excavación	17 05 04	Tierras y piedras distintas a las del código 17 05 03*	VERTEDERO	GESTOR AUTORIZADO 1721.94
RESIDUOS INERTES				
NATURALEZA NO PÉTREA				
Asfalto	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01*	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 6.22
Madera	17 02 01	Madera	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.77
Metales	17 04 01	Cobre, bronce, latón	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 3.65
	17 04 02	Aluminio	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 04 03	Plomo	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 04 04	Zinc	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 04 05	Hierro y Acero	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.19
	17 04 06	Estaño	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 04 06	Metales mezclados	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
Papel	20 01 01	Papel	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
Plástico	17 02 03	Plástico	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 2.30
Vidrio	17 02 02	Vidrio	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
Yeso	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01*	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
NATURALEZA PÉTREA				
Arena, grava y otros áridos	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07*	VERTEDERO	GESTOR AUTORIZADO 8.35
Hormigón	01 04 09	Residuos de arena y arcilla	VERTEDERO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 01 01	Hormigón	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 160.59
	17 01 02	Ladrillos	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 0.00
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO 23.27
	Piedra	17 09 04	RCD mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01*, 02* y 03*	RECICLADO GESTOR AUTORIZADO 0
RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS				
Residuos potencialmente peligrosos y otros	Varios		DESTRUCCIÓN Y/O DESACTIVACIÓN	GESTOR AUTORIZADO 2.30
RESIDUOS PELIGROSOS EN DEMOLICIONES				
Residuos peligrosos en demoliciones	Varios		DESTRUCCIÓN Y/O DESACTIVACIÓN	GESTOR AUTORIZADO 0.00

7. Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y gestión de los RCD

Dadas las características de las obras previstas por la GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO, OBRAS E INFRAESTRUCTURAS, y el reducido espacio existente, no existen lugares donde puedan ser localizados los contenedores de residuos, por lo cual de acuerdo al artículo 5.5 del Real Decreto la obligatoria separación en fracciones se encomendará a un gestor autorizado de residuos, que la realizará en una instalación de tratamiento externa a la obra. Este gestor deberá presentar documentación acreditativa de haber cumplido con dicha obligación.

Debido a esto, no son necesarios planos de las instalaciones de tratamiento de residuos.

8. Valoración del coste previsto de la gestión de los RCD

En este apartado se presenta la estimación del coste del tratamiento de los residuos de construcción y eliminación de la obra.

Tabla 51: Estimación del coste de la gestión de los RCD
Fuente: ¿?

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE LOS RCD				
Tipología RCD	Cantidad (t)	Precio de gestión en planta/vertedero/gestor	Importe estimado (€)	% presupuesto obra
Tierras y pétreos de excavación	1721.94	2.5	4 304.85 €	0.79%
Resto de inertes no pétreos	13.13	18.5	242.96 €	0.04%
Arena, grava y otros áridos	8.35	2.5	20.86 €	0.00%
Resto de inertes pétreos	183.8592	10	1 838.59 €	0.34%
Residuos potencialmente peligrosos y peligrosos	2.30	50	115.20 €	0.02%
Total			6 522.46 €	1.20%

9. Conclusión

Con todo lo anteriormente expuesto y el presupuesto reflejado, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición para el proyecto reflejado en su encabezado, de acuerdo al Real Decreto 105/2.008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

ANEXO 6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Memoria

1.1. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

De conformidad con lo establecido en el art.4, apdo 1 de R.D 1627/1997, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto de obra sea igual o superior a 450.759,08 €.

En este sentido el presupuesto de ejecución por base de licitación incluido en el proyecto de obra es inferior al establecido en el supuesto a).

- b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

La duración de la obra, según el plazo de ejecución dado por el promotor es de 2 meses y por tanto superior a los 30 días laborales, pero desconocemos el número de trabajadores que podrían trabajar simultáneamente.

Su cálculo se realiza sobre la base de los siguientes datos:

- Plazo de ejecución: 2 meses
- Presupuesto de ejecución material: 378.135,49 €.
- Porcentaje de mano de obra: 15%
- Jornada ordinaria anual durante el periodo de vigencia del Convenio General de Construcción para el año 2015 es de 1.738 hora/año.
- Precio medio de hora de trabajo por trabajador: 14,04 €/hora.

Por tanto el número de trabajadores será:

$$N^{\circ} \text{ trabajadores} = \frac{\frac{378.135,49 * 0,15\text{€}}{1.738 \frac{h}{\text{año}}}}{\frac{14,04\text{€}}{h} * 2\text{meses} * \frac{\text{año}}{12\text{meses}}} \approx 13,94 \cong 14$$

Por lo que se estima la presencia simultánea de 4 trabajadores, siendo así que el número de trabajadores no es suficiente para que se cumpla esta condición.

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

Para ello, suponiendo que trabajan 20 días al mes, estableciendo que son 4 trabajadores durante 2 meses, tendremos que el volumen de mano de obra es inferior a 500

- d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

No se trata de una obra de estas características.

Por todo lo anterior, la obra que nos ocupa no se encuentra en ninguno de los supuestos anteriores

por lo que se redacta un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

1.2. Objeto del estudio básico de seguridad y salud

Se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud con objeto de dar cumplimiento legal al apartado 1 del artículo 4 del Real Decreto 1.627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud, es un análisis inicial de los posibles riesgos laborales que se puedan generar durante la ejecución material de las obras y establecerá una serie de medidas técnicas preventivas, sistemas de protección colectiva y equipos de protección individual para evitar dichos riesgos, o en su caso minimizarlos.

Servirá igualmente, para dar las directrices básicas a la empresa constructora en la elaboración del Plan de Seguridad y Salud según se establece en el apartado 1 del artículo 7, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos laborales, bajo el control del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, nombrada a tal efecto por el promotor de la misma, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

2. Datos del proyecto

2.1. Promotor

GERENCIA MUNICIPAL DE URBANISMO, OBRAS E INFRAESTRUCTURA DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA.

2.2. Autor del proyecto

La redacción del presente proyecto se lleva a cabo por Ángel Lora Cáceres durante la realización de unas prácticas de formación en el Departamento de Arquitectura e Infraestructuras de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Málaga.

2.3. Autor del estudio básico de seguridad y salud

La redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, se lleva a cabo por Ángel Lora Cáceres durante la realización de unas prácticas de formación en el Departamento de Arquitectura e Infraestructuras de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Málaga.

2.4. Plazo de ejecución y número de trabajadores

El plazo de ejecución estimado es de 2 meses.

El número medio estimado de trabajadores es de 4 trabajadores.

3. Datos de la obra

3.1. Denominación de la obra

PLAN DE REFORMA, REPOSICIÓN Y MEJORA DE ALUMBRADO EN LAS CALLES DE LA CIUDAD DE MÁLAGA. AÑO 2013. AÑO 2014.

3.2. Situación de las obras

El sector de actuación del presente proyecto se corresponde, como se observa en la figura 1, con el antiguo Campamento Benítez, situado en el kilómetro 0 de la carretera MA-21 (Antigua N-340).

3.3. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto describir y justificar en su totalidad las instalaciones de alumbrado, de telecomunicaciones así como la de energía eléctrica en el sector de actuación del proyecto.

3.4. Instalaciones existentes

Las instalaciones interiores al Campamento Benítez se desarrollan en el marco de un proyecto de urbanización sobre un sector de actuación carente de infraestructuras urbanas. Por tanto, no hay instalaciones existentes de ningún tipo. Por el contrario, las instalaciones de alumbrado perteneciente a la zona de los accesos a fecha de redacción de proyecto en el emplazamiento descrito serán descritas en este apartado.

Al suroeste del Campamento Benítez por su parte exterior se encuentra una arqueta de la red de distribución de la compañía distribuidora. Esta arqueta constituye el punto inicial de la instalación de alumbrado de los viales exteriores.

La carretera MA-21 (antigua N-340) dispone actualmente de una instalación de alumbrado que se encuentra completamente amortizada. Las redes de conductores existentes son subterráneas bajo tubo y su estado global se considera deficiente como se puede observar en la figura 2.

Asimismo, al norte del Campamento Benítez, y presentada en la figura 3, se encuentra una rotonda de acceso a Parque Comercial con instalación de iluminación.

4. Descripción general de la instalación proyectada

En este apartado se pretende dar una visión general de las instalaciones que conforman este proyecto desde el punto de vista de ejecución.

La tensión de suministro para estas instalaciones es de 230 V entre fase y neutro y de 400 V entre fases, de acuerdo al esquema de instalación trifásica con neutro en baja tensión. La frecuencia es 50 Hz.

4.1. Instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado que se plantea en el presente documento persiguen el criterio general de eficiencia en los aspectos técnico, económico y medioambiental. Se trata de unas instalaciones de tipo principalmente funcional, con la que se pretende iluminar viales y zonas peatonales.

4.2. Instalación exterior

En el proyecto se plantea el desmontaje de quince báculos y luminarias de la carretera MA-21 (antigua N-340).

La instalación proyectada se compone de:

- Acometida
- Centro de mando
- Red de alimentación

- Soportes de luminarias
- Puntos de luz
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Puesta a tierra

La acometida al cuadro de mando se desarrolla desde arqueta existente propiedad de la compañía distribuidora situada al suroeste del Campamento Benítez. La acometida consiste en una canalización bajo doble tubo de PE Ø160 mm con conductor Al RV 0,6/1 kV 3x1x150 mm² + 1x95 mm².

Se instalan un centro de mando en la conexión entre la carretera MA-21 y el vial de nueva creación. El centro de mando tiene 2 circuitos de salida mediante los cuales se alimentan las luminarias que se suministran a través de dicho centro de mando. La instalación proyectada presenta característica de instalación con alumbrado reducido mediante reductor-estabilizador de tensión en centro de mando.

La red de alimentación a los puntos de luz es subterránea (simple o doble según el tramo) bajo tubo de PE corrugado de 90 mm y con protección de hormigón en cruces de calzada. Incluye arquetas de 50x50 cm. Los conductores son de cobre 0,6/1 kV con secciones 16 mm² y 25 mm² para fases y neutro y 16 mm² para conductor de tierra.

En la carretera MA-21 los soportes de luminarias que se instalan son báculo tipo AM de 12 m de altura y 2 m de vuelo, con cimentación de 60x60x130 cm y luminarias modelo Iridium SGS254 con lámparas VSAP 400 W y equipos de simple nivel. En dicha carretera se instalan 18 luminarias.

Por su parte, en el nuevo vial los soportes de luminarias que se instalan son columna tipo AM de 9 m de altura, con cimentación de 50x50x110 cm y luminarias modelo Iridium SGS254 con lámparas VSAP 250 W y equipos de simple nivel. Se plantean 21 luminarias de este tipo en el vial nuevo.

De acuerdo a la relación de luminarias instaladas, la potencia total instalada prevista en el centro de mando es de 12.450 W.

La instalación de puesta a tierra se lleva a cabo mediante conductor aislado de 16 mm² de sección mínima por el interior de las canalizaciones y picas de tierra según la ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

4.3. Instalación interior

La instalación interior es de nueva construcción en su totalidad por lo que carece de sentido plantear el desmontaje de cualquier punto de luz.

La instalación proyectada, al igual que en el caso de los viales exteriores, se compone de:

- Acometida
- Centro de mando
- Red de alimentación
- Soportes de luminarias
- Puntos de luz
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Puesta a tierra

La acometida al cuadro de mando se desarrolla desde arqueta existente propiedad de la compañía distribuidora situada al suroeste del Campamento Benítez. La acometida consiste en una canalización bajo doble tubo de PE Ø160 mm con conductor Al RV 0,6/1 kV 3x1x150 mm² + 1x95 mm².

Se puede observar que hasta este punto ninguna de las dos instalaciones presentan diferencias

constructivas. A partir de aquí, y debido a las características de las luminarias que conforman la instalación, ambas son completamente distintas.

El centro de mando instalado en este caso está situado al este del parque, en una zona accesible por caminos para facilitar la llegada de maquinaria. Posee 6 circuitos de salida mediante los cuales se alimentan las luminarias. La instalación proyectada, en este caso, no presenta característica de instalación con alumbrado reducido.

La red de alimentación a los puntos de luz es subterránea (simple o doble según el tramo) bajo tubo de PE corrugado de 90 mm y con protección de hormigón en cruces de calzada. Incluye arquetas de 50x50 cm. Los conductores son de cobre 0,6/1 kV con una única sección para todos los circuitos de 6 mm² para fases y neutro y 16 mm² para conductor de tierra.

Los soportes de las luminarias que se instalan son columna tipo AM con alturas de 5 y 9 m. Las cimentaciones correspondientes a estas columnas son de dimensiones 40x40x80 cm y de 50x50x110 cm respectivamente y luminarias Milewide2 BPP435 (54 luminarias) y Micenas Gen2 LED BDP791 (30 luminarias) para las columnas de 5 m y Speedstar BGP323 (30 luminarias) para las de 9.

De acuerdo a la relación de luminarias instaladas, la potencia total instalada prevista en el centro de mando es de 7.290 W.

La instalación de puesta a tierra, una vez más, se lleva a cabo mediante conductor aislado de 16 mm² de sección mínima por el interior de las canalizaciones y picas de tierra según la ITC-BT-09 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente.

4.4. Grupo de bombeo

La instalación de bombeo toma el agua de un pozo de sondeo realizado en el entorno del parque. Desde dicho pozo, una bomba sumergible de 15 CV situado en el mismo impulsa el agua hacia un aljibe que almacena el agua. Para impulsar el caudal de agua necesario para abastecer de riego las zonas verdes se emplean dos bombas gemelas de 5,5 CV cada una de ellas.

Los motores que accionan las bombas poseen variadores de frecuencia (Para la bomba principal) y arrancadores progresivos (Tanto para la para la bomba sumergible como para la secundaria de las dos bombas gemelas) con el fin de poder regular los caudales de abastecimiento.

Los niveles de agua en cada uno de los dos depósitos (el aljibe y el pozo de sondeo) se controlan mediante dos hidroniveles situados en la caja general de protección.

4.5. Instalación de telecomunicaciones

La instalación común de telecomunicaciones (ICT) se compone de la infraestructura necesaria para dar cobertura al edificio que, en un futuro, contendrá el Campamento Benítez.

Esta infraestructura parte desde un punto de conexión al operador situado en la esquina Noroeste del Campamento. Desde allí, y empleando como referencia la ITC correspondiente, se abre una canalización que incluye un conjunto de cuatro tubos de PE Ø110 mm más un tritubo de PE Ø40 mm y arquetas tipo M de telefónica cada, como máximo, 50m. La conexión con la red interna se realiza a través del muro empleando un registro de enlace.

A partir de ahí la infraestructura es privada. La canalización se realiza, a partir de este punto, con dos tubos de PE Ø63 mm colocando arquetas tipo T-1 (40x40x70) cada 50 m máximo.

El cableado de las canalizaciones se llevará a cabo por el operador correspondiente en el momento en el que se efectúe un contrato.

5. Instalación de alumbrado

En este apartado se describirá de una manera detallada cuales son los pasos de a seguir para diseñar una red de alumbrado, además, de los componentes que conforman la instalación de alumbrado, desde la acometida hasta las puestas a tierra.

5.1. Secciones tipo

Una sección tipo está compuesta por cada uno de los elementos que componen un corte transversal de un vial. En la figura 4 se muestra una sección tipo muy común compuesta por 2 m de acera, una calzada de 7 m de ancho con dos carriles de circulación y otra acera de 2 m de ancho.

Para este proyecto las secciones tipo que se plantean son las siguientes:

- Carretera MA-21 con tres carriles: ST1
- Carretera MA-21 con tres carriles: ST2
- Vial exterior de nueva creación con un carril: ST3
- Vial exterior de nueva creación con dos carriles: ST4
- Rotonda: ST5
- Vial interior de Aparcamiento: ST6
- Paseos interiores de 6 m de ancho: ST7
- Paseos interiores de 3 m de ancho: ST8

5.2. Instalación proyectada

5.2.1. Acometida

A efectos de la instalación de alumbrado exterior, la acometida es aquella parte de la instalación de la red de distribución en baja tensión que alimenta los centros de mando. La acometida se hará de acuerdo con las normas particulares de la compañía distribuidora.

En su condición de red trifásica de cuatro conductores (tres fases y neutro), la tensión de servicio de la instalación de alumbrado exterior es 230 V entre fase y neutro y 400 V entre fases, siendo la compañía distribuidora Endesa Distribución, SLU. La frecuencia empleada en la red es de 50 Hz.

La acometida que se proyecta a los centros de mando de la instalación es de tipo subterránea en derivación. Los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-07 para redes subterráneas de distribución de energía eléctrica en baja tensión.

Las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de la caja general de protección del cuadro de mando.

Las acometidas se protegerán mecánicamente mediante tubo de polietileno de diámetro nominal (diámetro exterior mínimo) de 160 mm, según las Normas UNE EN 50086-2-4 y UNE EN 50086-2-4/A1, dejándose otro de reserva de igual diámetro. El punto de unión de la acometida con la red de distribución no estará a menos de 0,6 m de profundidad, tomada esta medida desde la parte superior de los cables en los que se realiza la conexión. Las derivaciones para acometida se realizarán siempre en arquetas.

Los conductores o cables que se empleen en la acometida a los centros de mando serán aislados de aluminio. Las secciones de los conductores de la acometida se calculan de acuerdo a la máxima carga prevista, la tensión de suministro, las intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor, las condiciones de su instalación y la caída de tensión máxima admisible. La sección de los conductores será

uniforme y se elegirá de entre las normalizadas por la compañía distribuidora en sus normas particulares.

Los conductores de la acometida dispondrán de aislamiento RV 0,6/1 kV.

De acuerdo a las normas de la compañía distribuidora, la caída de tensión en las redes de baja tensión se limita al 5,5%.

5.2.2. Centros de mando

El centro de mando es la parte de la instalación de alumbrado exterior en la que se alojan los elementos de protección y control de la instalación, salvo aquellos elementos de protección que protegen de forma individual cada uno de los puntos de luz (de obligatoria disposición según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

El centro de mando se deberá ubicar, siempre que sea posible, en la posición más centrada de la instalación a fin de que la sección de conductores resultante de los cálculos sea mínima. La potencia admisible por centro de mando no será superior a 15 kW para posibilitar la contratación del suministro eléctrico en la tarifa adecuada sin recargo por energía reactiva.

Los centros de mando se componen de cinco partes principales:

- Envolvente exterior
- Módulo de acometida y medición
- Módulo de mando y protección
- Módulo de control y comunicaciones (en su caso)
- Módulo de ahorro energético (en su caso)

Para facilitar la instalación y la gestión de los centros de mando ambos serán del mismo tipo y contendrán los mismos elementos (excepto por la ausencia de equipo reductor-estabilizador para el cuadro que controla las luminarias LED).

Armario de chapa galvanizada: La envolvente exterior consistirá en un armario de chapa de acero galvanizado reforzado con pletinas metálicas; tendrá ventilación por convección mediante rejillas colocadas en la parte inferior y superior. El módulo de acometida y medición tendrá puerta independiente del resto, con cerradura normalizada del tipo compañía distribuidora. Al resto de módulos se accederá mediante puerta con cerradura normalizada tipo Ayuntamiento de Málaga. La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102. Los grados de protección exigidos se podrán obtener mediante envolventes múltiples, proporcionando el grado de protección requerido el conjunto de las envolventes totalmente montadas. El armario se asentará en base de cimentación según plano de detalles.

El módulo de acometida y medición incluirá la caja general de protección y el equipo de medida.

El módulo de mando y protección contendrá todas los dispositivos que posibiliten el control y la protección de los elementos de la instalación: magnetotérmicos, diferenciales, contactores, selectores, etc.

El módulo de control y comunicaciones estará constituido en su caso por los terminales necesarios para desarrollar la gestión centralizada (telegestión) del cuadro de mando.

El módulo de ahorro energético, en su caso, incluirá el estabilizador y/o el reductor de tensión.

Los centros de mando con gestión centralizada son aquellos centros de mando con módulo de control y comunicaciones. En este tipo de centros de mando, la operación de los distintos elementos puede realizarse vía GSM, GPRS, módem, etc.

El centro de mando situado en el interior del parque no posee doble nivel debido al tipo de iluminaria que controla (tipo LED). Los centros de mando sin instalación de alumbrado reducido son aquellos

centros de mando sin módulo de ahorro energético ni instalación de hilo de mando. Estos centros sólo permiten un único nivel de iluminación en la instalación de alumbrado exterior.

Por el contrario, el centro situado en el exterior del Campamento, y por tener colgado de él lámparas de descarga de vapor de sodio, posee sistema reductor-estabilizador. Dichos centros son aquellos en los cuales se desarrolla la instalación de alumbrado reducido mediante la disposición de un reductor de tensión en el centro de mando y además se controla el valor eficaz de la tensión de suministro a las luminarias. Los reductores de tensión permiten reducir a un 60% la potencia de las lámparas mediante la reducción de la tensión de salida del circuito que alimenta las luminarias a 180 V. Se acciona por medio de un programador. La mayor importancia de este sistema consiste en conservar el mismo factor de uniformidad tanto en el alumbrado permanente como reducido. Por su parte, el estabilizador de tensión permite que la tensión de suministro a las luminarias no se vea afectada por las variaciones de la tensión de suministro de la red de distribución.

Los elementos principales existentes en el interior de los centros de mando proyectados para la protección y el control de la instalación son:

- Caja general de protección homologada (típicamente 63 A).
- Contador de doble tarifa homologado con maxímetro incorporado.
- Reductor-estabilizador de tensiones.
- Descargador de sobretensiones.
- Interruptor magnetotérmico general omnipolar (típicamente 4x40 A)
- Programador para telegestión, con módem GPRS, transformadores de intensidad, medidor de corrientes de fuga y diferenciales de reconexión automática; el conjunto estará protegido con caja de doble aislamiento IP-55.
- Contactor C-1 conectado al programador para alumbrado permanente.
- Contactor C-2 conectado al programador para el hilo de mando del alumbrado reducido.
- Conmutador de funcionamiento automático (programador) manual.
- Interruptor diferencial omnipolar de 300 mA de sensibilidad por cada circuito de salida (típicamente 4x40 A).
- Interruptor magnetotérmico omnipolar para cada circuito de salida (típicamente 4x25 A), protegiendo el tramo de menor sección del circuito en cuestión (típicamente 6 mm²).
- Conductores de conexionado RZ1-K 0,6/1 kV y 16 mm² de sección.
- Puesta a tierra reglamentaria.

Todos los circuitos estarán debidamente señalizados en el regletero de bornas.

Cada línea de alimentación a los puntos de luz estará protegida individualmente con corte omnipolar contra sobreintensidades y corrientes de defecto a tierra. La intensidad de defecto de los interruptores diferenciales será de 300 mA, con una resistencia de puesta a tierra inferior a 30 ohmios. Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

Para los interruptores diferenciales se cumplirá la siguiente condición: $RA \times I_a \leq U$, donde RA es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas, I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección (cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada) y U es la tensión de contacto límite convencional (24 V).

La instalación de alumbrado exterior que se describe en este proyecto incluye un total de 2 centros de mando.

5.2.3. Red de alimentación

La red de alimentación a los puntos de luz será subterránea.

Los conductores irán en instalación bajo tubo, instalándose únicamente un circuito por tubo. El conductor neutro será propio de cada circuito de alumbrado. La máxima caída de tensión permitida será del 3%.

Los conductores serán unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV (tipo RV-K, cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor cobre de clase 5, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo), según UNE 21123.

Los tubos estarán fabricados en polietileno de alta densidad, libre de halógenos y serán del tipo de doble pared siendo corrugada y color rojo la parte exterior y lisa translúcida la parte interior, con diámetro 90 mm. Las calidades mínimas serán resistencia a la compresión 450N (250N en caso de ir hormigonados), resistencia al impacto normal y de acuerdo a la UNE-EN 50086-2-4. Los tubos irán enterrados en aceras en zanjas de 0,60 m de profundidad. En calzadas, dicha profundidad será de 1 m, con recubrimiento de hormigón y tubo de reserva. Se colocará en todo caso una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado, a una distancia mínima de 0,10 m del nivel del suelo.

Los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo, de forma que se garantice la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7.

Las bifurcaciones de los circuitos y los cruces de calzada se realizarán en arquetas registrables, garantizándose en todo momento la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor mediante el empleo de cajas estancas con grado de protección IPX7. Las arquetas se construirán en fábrica de ladrillo de medio pie, enfoscada interiormente y con fondo terrizo para permitir la evacuación de aguas pluviales. Sus dimensiones serán 50x50 cm, con una profundidad de 60 cm en general y de 1 m para las arquetas de cruce de calzada. El marco y la tapa serán de fundición dúctil de 50x50 cm, sin rebabas ni coqueras, con la leyenda de ALUMBRADO PÚBLICO, AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA. Se sellará la entrada y salida de conductores a la caja estanca situada en el interior de la arqueta, situándola a una profundidad que se minimice el riesgo de inundación de la caja.

Las acometidas a los puntos de luz se realizarán desde una arqueta a pie de luminaria de la canalización subterránea hasta la caja de derivación estanca existente en la parte inferior del báculo o columna. Dicha acometida a punto de luz constará de un único conductor de fase, el conductor neutro y el conductor de protección. Se repartirá la carga entre las tres fases con objeto de evitar desequilibrios. Los conductores de acometida a punto de luz realizarán un recorrido de ida y vuelta desde la canalización hasta la caja de derivación estanca instalada en la parte inferior del báculo o columna, sin corte de conductores. La sección de los conductores de fase y neutro de la acometida será la misma que la del circuito de alumbrado correspondiente, ya que de hecho las acometidas a punto de luz constituyen parte intrínseca del circuito de alumbrado. El tubo de la acometida desde la arqueta hasta el báculo o columna tendrá un diámetro de 63 mm.

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha tenido en cuenta el factor de 1,8 para la potencia aparente mínima de la instalación (en VA) que indica la ITC-BT-44 cuando las lámparas son de descarga. Para las lámparas de tipo LED no se indicada nada en la normativa vigente por lo que se ha supuesto que la caída de tensión es provocada por la potencia aparente ya que al ser esta mayor que la potencia activa nos proporciona un coeficiente de seguridad del orden de un 11% (Ver anejo de cálculos eléctricos).

6. Interferencias y servicios afectados

Puede estar afectados los siguientes servicios:

- Redes de abastecimiento de agua potable
- Redes de alcantarillado
- Redes de media y baja tensión
- Redes de telefonía
- Redes de alumbrado público
- Circulación de vehículos
- Circulación peatonal por aceras

Se establecen las siguientes medidas

- Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deben adoptarse medidas para localizar y reducir el mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se realizará un estudio de los posibles servicios afectados por la ejecución de las obras, solicitando por escrito y con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos a las distintas empresas suministradoras una relación de los servicios afectados como pueden ser canalizaciones de agua, líneas eléctricas subterráneas, conducciones de gas, instalaciones de semáforos, red de telefonía etc.
- Se localizarán los servicios existentes antes de iniciar las excavaciones y una vez localizados se señalará y protegerá la zona, permitiendo el trabajo a los operarios autorizados y de acuerdo con las instrucciones y normativa que regule las instalaciones de gas, electricidad, etc; a fin a fin de localizar las zonas que puedan verse afectadas y proceder a su señalización "in situ" o a la adopción de cualquier otra medida de prevención (aislamiento, prohibición de acceso, etc) para evitar accidentes de tipo eléctrico, explosión, etc.
- Se establecerá, una vez obtenida la información, un procedimiento que permita evitar las posibles interferencias con las conducciones subterráneas.

Se exponen a modo orientativo los procedimientos de trabajo a considerar para realizar movimientos de tierras que puedan interceptar canalizaciones subterráneas con mayor peligro.

6.1. Canalizaciones eléctricas

Estas canalizaciones deben estar señalizadas y protegidas, aunque en ocasiones pueden no cumplir estos requisitos.

Se necesita la detección exacta del lugar de paso de la canalización previa solicitud de información a la compañía suministradora correspondiente y utilización, en su caso, de un "detector de redes y servicios", para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con maquinaria excavadoras, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos conociendo su existencia y trazado del mismo. Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

Una vez localizada la canalización se puede emplear maquinaria hasta 100 cm de distancia respecto a dicha canalización.

Entre 100 y 50 cm se pueden usar herramientas mecánicas.

A partir de los 50 cm se aplicarán medios manuales, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales.

Si descubierta la canalización se observara alguna deficiencia, se paralizarán los trabajos comunicando la circunstancia detectada a la empresa suministradora del servicio eléctrico, bajo cuya dirección se ejecutarán las actuaciones correspondientes.

Todo lo anterior se llevará a cabo de acuerdo con lo dispuesto en el R.D 614/2001, de 8 de junio sobre disposiciones mínimas de protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

6.2. Canalizaciones de gas

Estas canalizaciones deben estar señalizadas y protegidas, aunque en ocasiones pueden no cumplir estos requisitos.

Puede aplicarse lo indicado para las canalizaciones eléctricas. Además, debe evitarse la realización de trabajos que produzcan chispas o fuego (por ejemplo: utilización de equipos e iluminación antideflagrantes, útiles de bronce, etc.). Se prohibirá fumar en las cercanías de las citadas canalizaciones.

Se obtendrá información de la compañía suministradora sobre la instalación afectada.

Se solicitará el desvío del sistema de distribución para evitar las interferencias.

Si lo anterior no fuera posible se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y maquinaria empleados en los movimientos de tierras se mantengan alejados de los sistemas de distribución.

Si dichos vehículos y maquinaria tuvieran que circular bajo los sistemas de distribución se señalizarán los mismos y se instalará una protección de delimitación de altura.

6.3. Tuberías de saneamiento, abastecimiento de agua y canalizaciones de pluviales:

Normalmente el mayor peligro derivado de la rotura de una canalización tanto de saneamiento, de agua o fecales es la presencia de agua embolsada en la excavación puesto que la humedad hace que el terreno se debilite y pierda cohesión. Por ello, ha de eliminarse el agua mediante bombas de achique.

Suele ocurrir a veces que las tuberías de saneamiento se encuentra cercanas a las de aguas fecales, por lo que se considerará una evaluación de las condiciones de la atmósfera interior de la zanja, comprendiendo el contenido de oxígeno, explosividad y toxicidad en el interior de la excavación. Además se adoptarán las siguientes medidas para garantizar una ventilación suficiente que mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud:

- Antes de entrar y mientras permanezca personal en el interior, ventilar adecuadamente el recinto, reforzando la ventilación natural con equipos de ventilación forzada, siempre que sea necesario.
- Tener dispuesto para el uso y en su caso utilizar equipos respiratorios de protección individual que permitan respirar al usuario independientemente de la atmósfera interior.
- Mantener de forma permanente personal de vigilancia en el exterior, con preparación y equipo suficiente para prestar ayuda y lograr un rescate eficaz en caso de emergencia en el interior.
- Evacuar inmediatamente la excavación, cuando se observen las primeras señales de alarma, tanto por los aparatos de medición, como por síntomas fisiológicos de malestar, indisposición, sensación de calor, etc., o por cualquier otra causa que indique la propia experiencia.
- Cualquier condición peligrosa detectada en la evaluación inicial, obliga a extremar las precauciones durante toda la permanencia en la excavación, aún después de haberla corregido. Por lo tanto no se entrará en una excavación sin conocer el volumen de oxígeno existente.
- -Por posibles electrocuciones se emplearán herramientas neumáticas y las luminarias y equipos eléctricos portátiles deben estar protegidos de acuerdo con las instrucciones de MIE BT 021 y MIE BT 027 del R.E.B.T.

7. Prevención de riesgos de daños a terceros

7.1. Operaciones previas

Es necesario dar información antes del inicio de las obras a los posibles afectados por las mismas, así como de las circunstancias más desfavorables que puedan ocasionar las obras.

Se realizará una señalización y balizamiento de las obras, con objeto de informar a los usuarios de las mismas de la situación en que se encuentran dichas aceras, indicando con ello cómo y por donde deben circular o pasar, así como los posibles desvíos o zonas de acceso.

La zona de obra debe estar, si es posible, completamente cerrada al paso de peatones y vehículos de forma permanente mediante vallado estable y continuo, que podrá ser por vallas opacas de por sí o por elementos superpuestos como toldos, para así disminuir el ruido, polvo y proyección de fragmentos o partículas procedentes de las obras.

En el caso de que las bases o pies de las vallas sobresalgan invadiendo el tránsito peatonal o el tráfico rodado suponiendo un obstáculo, se deben disponer de un zócalo o elemento longitudinal que enmarque y delimite la banda libre peatonal y sea utilizada como referencia para los invidentes o vehículos.

La ubicación de instalaciones de higiene y bienestar, casetas de obra, almacenamiento de materiales, herramientas y medios auxiliares, así como maquinaria de obra fija, etc. se realizará, previo estudio, en un emplazamiento estratégico, aprovechando las zonas que no sean utilizadas regularmente por el tráfico rodado, así como peatonal.

En la señalización y balizamiento para peatones hay que considerar:

El acceso y zonas de paso estarán en perfectas condiciones de orden y limpieza, si fuera necesario iluminadas y sin que supongan una barrera para peatones con minusvalías.

Se colocarán accesos provisionales, pasos y pasarelas de plataforma estable y antideslizante dotada con defensa anti caída (barandillas) para dar una correcta accesibilidad en caso de que existan edificios, locales, aparcamientos, etc.

Para la seguridad y comodidad del tráfico peatonal se dispondrá de pasos que delimiten la zona de obra, mediante un vallado continuo y estable que se realizará con una anchura suficiente para el tránsito peatonal.

En el caso de desvío de tráfico peatonal por la calzada, igualmente se delimitará una zona que a modo de pasillo y aislada del tráfico rodado mediante elementos de separación y protección garantice la seguridad de los peatones. El estrechamiento que en la calzada se produzca como consecuencia de ello, será señalado y balizado.

En la señalización y balizamiento para vehículos hay que considerar:

Se debe estudiar la influencia que las obras puedan tener en zonas próximas a zonas residenciales, de forma que se realicen las obras en las horas de menor densidad de tránsito de peatones y de tráfico rodado, así como prever medidas para que en caso de una posible situación de emergencias, las obras no constituyan un obstáculo para los servicios de urgencias y posible evacuación.

Se debe estudiar la influencia que las obras puedan tener en la circulación del tráfico rodado, de forma que se realicen las obras en las horas de menor densidad de tránsito de peatones y de tráfico rodado.

Se señalará los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.

En todo momento la señalización y elementos de balizamiento, así como para la señal de STOP deberán ser según las especificaciones y dimensiones establecidas en la Norma 8.3 – IC, siendo reflectantes con nivel 1 y con nivel 2 en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción.

Se podrán colocar sobre trípodes, siempre que no quede oculta la señal y en tal caso, sobre postes elevados, que garanticen su visibilidad, estudiando su localización y acumulación para evitar confusiones con mensajes o elementos urbanos o publicitarios.

El color amarillo distinguirá las señales de obra de las normales y sólo se empleará en las señales de “fondo blanco”. Por tanto las señales de fondo azul (dirección obligatoria) o de fondo rojo (STOP) y (dirección prohibida) serán iguales que las normales.

En las horas nocturnas las señales y balizamientos no sólo han de ser reflectantes, sino que irán acompañadas de elementos luminosos colocados a intervalos, normalmente cada 10 metros y los vértices o bordes salientes de vallas de protección, se colocarán luces intermitentes de color ámbar.

El suministro eléctrico de los elementos luminosos se realizará a una tensión máxima de 24 voltios.

Las maniobras de entrada y salida de maquinaria móvil de la zona de obra deberán ser avisadas a peatones y vehículos, disponiendo para ello de las señalizaciones necesarias, así como disponer de un operario (señalista) que regule el tráfico rodado, dotado de ropa de trabajo o prenda de color amarillo flúor o naranja con bandas reflectantes que permitan señalar su presencia de manera que destaque y sea visible para los vehículos y maquinaria móvil, que indicará con una paleta de señalización manual la entrada y salida de la maquinaria móvil, así como la paralización o desvío del tráfico rodado. Su situación será precedida por una señal de advertencia de “peligros por obras”.

Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga y descarga de materiales.

7.2. En los acopios de materiales

Los materiales paletizados permiten reducir los riesgos de carga y descarga debido a que permite mecanizar las manipulaciones de cargas, siendo en sí una medida de seguridad para reducir golpes y atrapamientos. También incorporan riesgos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe:

- Acopiar los palets sobre superficies niveladas y resistentes.
- No se afectarán los lugares de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.
- La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.
- No acopiar en una misma pila palets con diferentes geometrías y contenidos.
- -Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

En los acopios de materiales sueltos

- El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto y en zonas destinadas para ello.
- Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc. se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aislen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.
- Los acopios de realizarán sobre superficies niveladas y resistentes.
- No se afectarán los lugares de paso.

Sobre la base de lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo cada contratista adjudicatario de las obras estará obligado a establecer, en todas las instalaciones de obra, los elementos de señalización de seguridad que, en cuanto a distribución, forma, dimensiones y características técnicas, sean exigidos por el citado Real Decreto.

8. Determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos y descripción de las obras

El replanteo de las obras se realizará de forma conjunta entre la contrata y los técnicos de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Málaga.

Las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra elaboradas por el proyectista será la siguiente:

- Fase de excavación y movimientos de tierras: Consiste en el corte del pavimento, demolición del firme, excavación y cajeo, regularización, rasanteo y compactación.
- Fase de instalación de canalizaciones y colocación de báculos, columnas, luminarias, lámparas: Consiste en la introducción de las canalizaciones y cimentación para la colocación de los distintos elementos del alumbrado.
- Fase de pavimentación y revestimientos: Consiste en el extendido de hormigón en seco y mortero, para la constitución de la pavimentación de la solería o bien reposición de la calzada, así como fabricación de ladrillo de la envolvente para la ubicación del centro de mando.

9. Tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse

9.1. En fase de excavación y movimientos de tierra

- Demolición pavimentos de mezcla bituminosa
- Demolición pavimentos de acera
- Demolición de bordillo medios mecánicos
- Demolición fábrica bloques hormigón mecanizada

9.2. En fase de instalación de canalizaciones y colocación de báculos, columnas, luminarias, lámparas

- Desmontaje báculo transporte a almacén
- Desmontaje brazo mural
- Desmontaje cuadro de mando existente
- Limpieza de columnas
- Limpieza de luminaria
- Excavación de zanjas y pozos cualquier terreno
- Canalización eléctrica PE corrugado 160 mm bajo aceras
- Conductor 1x240 mm² 0,6/1 kV, en Al
- Cuadro de mando PVC hornacina fábrica de ladrillo 3 puertas 2 salidas
- Cuadro de mando PVC sobre fachada para compañía
- Cuadro de mando PVC sobre fachada para Ayto 2 salidas
- Ampliación de 2 a 4 salidas

- Reductor-estabilizador de tensión de 20 KVA
- Demolición pavimento de acera compresor
- Canalización simple PE corrugado Ø 90 mm
- Canalización doble PE corrugado Ø 90 mm en calzada
- Canalización triple PE corrugado Ø 90 mm en calzada
- Tubo corrugado PE de Ø 63 mm
- Cinta de señalización de cable subterráneo
- Arq. alumbrado 50x50x70 cm de ladrillo, tapa fundición
- Llenado de arqueta con arena, sellado tubos y capa mortero
- Pavimento de hormigón coloreado HM-15 e=15 cm
- Tubo protección de conductor Ø=2"
- Conductor térmico de 1kV de 1x4 mm², en Cu. P. Tierra
- Conductor térmico de 1kV de 1x6 mm², en Cu
- Conductor térmico de 1kV de 1x10 mm², en Cu
- Conductor térmico de 1kV de 1x16 mm², en Cu. P. Tierra
- Conductor térmico de 1kV de 4x4 mm², en Cu
- Conductor térmico de 1kV de 4x6 mm², en Cu
- Conductor térmico de 1kV de 4x10 mm², en Cu
- Toma de tierra 2 m. Conductor de 35 mm², en Cu
- Cimentación 50x50x110 cm.
- Columna troncal de 6 m de altura
- Brazo recrecido de altura 2-3 m
- Brazo vuelo inclinado 0,75 m
- Conductor térmico de 1kV de 1x2,5 mm², en Cu
- Conductor térmico de 1kV de 2x2,5 mm², en Cu
- Luminaria de tipo visual IVF
- Lámpara de sodio A.P. plus 100 w
- Lámpara de sodio A.P. plus 150 w
- Lámpara de sodio A.P. plus 250 w
- Equipo auxiliar de encendido. VS s.n. 100w
- Equipo auxiliar de encendido VS s.n. 150w
- Equipo auxiliar de encendido. VS s.n. 250w
- Caja de derivación punto de luz
- Inst. punto de luz grape. 20 cm
- Inst. punto de luz can. subterráneo

9.3. En fase de pavimentación y revestimientos

- Adaptación arqueta a nuevo pavimento
- Zahorra artificial
- Pavimento de hormigón coloreado HM-15 e=15 cm, i/malla
- Pavimento de hormigón. HM-17,5 aplantillado e=10 cm
- Hormigón HM-15 en pavimento, i/extendido
- Hormigón en cimientos, HM-15
- Bordillo hormigón jardín redondeado 50x20x9 cm
- Pavimento continuo de caucho
- Pavimento de terrazo gris 40x40, i/solera hormigón 10 cm
- Bordillo de hormigón tipo A-1 bicapa, 35x15x12 cm
- Bordillo de hormigón tipo A-2 bicapa, 25x12x10 cm
- Alcorque 0,90x0,90cm con bordillos de 50x20x10 cm, blanco
- Exacción de zanjas y pozos en cualquier terreno (sin relleno y comp.)
- Pavimentación de terrazo botones 30x30x3 cm color, i/hormigón 10 cm
- Bordillo de hormigón tipo

10. Mano de obra prevista

- Capataz
- Oficial 1ª
- Oficial 2ª
- Ayudante
- Peón Ordinario
- Cuadrilla, compuesta por un oficial 1, ayudante y peón

11. Equipos técnicos y medios auxiliares

La relación de maquinaria previsible para la ejecución de las obras son los siguientes, siendo ésta una relación no exhaustiva:

- Camión con grúa auxiliar
- Camión hormigonera
- Plataforma elevadora
- Retroexcavadora mixta

- Minicargadora neumáticos
- Rodillo compactador
- Vibrador neumático
- Compresor
- Hormigonera de combustión
- Martillo rompedor hidráulico
- Grupo electrógeno portátil

11.1. Medios auxiliares

- Escaleras de mano
- Eslingas y cadenas para izado de cargas

11.2. Herramientas manuales

- Alicates
- Destornilladores
- Llaves
- Martillos
- Sierras
- Capazos y cestos
- Carretilla de mano
- Pico, pala, azada, rastrillo

11.3. Herramientas eléctricas

- Amoladoras o radiales
- Sierras circulares
- Taladradoras
- Máquinas portátiles de percusión

11.4. Energías utilizadas

- Eléctrica
- Neumática
- Hidráulica

12. Localización e identificación de zonas en la que se realizan trabajos incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/1997

De acuerdo con el anexo II (Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales

para la seguridad y la salud de los trabajadores) del R.D 1627/1997, los riesgos de especial gravedad pueden ser:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

Las correspondientes medidas preventivas a implantar para eliminar o reducir cada uno de los riesgos de especial gravedad de este tipo se encuentran definidas en las siguientes fases de obra:

- Fase de excavación y movimientos de tierras
- Fase de instalación de canalizaciones y colocación de báculos, columnas, luminarias, lámparas
- Fase de pavimentación y revestimientos

No obstante se considera que un trabajador está expuesto a un riesgo de especial gravedad, si tras la aplicación de los principios de prevención el riesgo continúa siendo de especial gravedad, lo que hace necesario adoptar medidas preventivas adicionales (en particular, medidas colectiva o individual) para evitar o minimizar la posibilidad de que el trabajador sufra un daño grave.

Por tanto el hecho de que un trabajo no esté incluido en el anexo II no quiere decir que no pueda exponer a los trabajadores que lo realizan a un riesgo de especial gravedad. Es a través de la evaluación de los riesgos como se obtiene la información necesaria para tomar una decisión al respecto.

13. Servicios sanitarios y comunes en función del número de trabajadores

En cumplimiento del principio de integración de la prevención desde el mismo momento del proyecto, el R.D 1627/1997, establece que en esta memoria del Estudio de Seguridad y salud se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

Las previsiones que el estudio contiene en esta materia serán analizadas, estudiadas, desarrolladas y complementada por la empresa contratista en función de su propio sistema de ejecución de obra, en el Plan de seguridad y salud que elaborará para la aplicación del presente estudio.

Así mismo el R.D 1627/1997, establece dentro de las obligaciones de los contratistas y subcontratistas cumplir con las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV, parte A, en materia de instalaciones de higiene y bienestar.

14. Locales para primeros auxilios

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan presentarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello, así como garantizar la evacuación si es necesaria.

El tamaño de la obra o el tipo de actividad no requiere que debe contarse con uno o varios locales para primeros auxilios. En caso contrario los locales de primeros auxilios estarán dotados de instalaciones y material de primeros auxilios, teniendo fácil acceso para las camillas. Debiendo estar señalizados conforme al

R.D 485/1997, sobre disposiciones mínimas en los lugares de trabajo.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar las direcciones y números de teléfonos de los servicios locales de urgencias más cercanos a la obra. Así como disponer un plano de situación donde se puedan ver las distancias de los trayectos más cortos a los centros de urgencias.

En la obra se dispondrá de armario botiquín equipado con material de primeros auxilios y del emplazamiento del botiquín se informará a los trabajadores.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

15. Servicios higiénicos

15.1. Obligaciones en materia de vestuarios

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados, por lo tanto la empresa destinará una instalación para uso de vestuario. Este es lugar reservado únicamente al cambio de vestimenta, ubicado lo más cerca posible del acceso a la obra y próximo a los servicios higiénicos.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave, con capacidad para guardar la ropa y calzado, quedando la ropa de trabajo separada de la ropa de la calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, es decir cuando los trabajadores no tengan que llevar ropa especial de trabajo, cada trabajador dispondrá de un espacio para colocar su ropa de trabajo y efectos personales bajo llave.

La superficie de los vestuarios será de 2 m² por trabajador.

15.2. Obligaciones en materia de aseos

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requiera se pondrán a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Cuando no sea necesario las duchas, se dispondrán de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con granitas higiénicas.

Serán de dimensiones suficientes para permitir el aseo sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene, disponiendo de agua corriente, caliente y fría.

Los locales de aseo y los vestuarios estarán próximos entre sí, en caso contrario, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.

Los trabajadores deberán disponer de retretes en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los vestuarios, de las duchas o lavabos.

Los locales o instalaciones para vestuario o aseo serán de fácil acceso, adecuados al uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

El número de duchas, lavabos y retretes será de uno cada diez trabajadores.

16. Comedor

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

Los comedores estarán ubicados en lugares próximos a los de trabajo. Pero separados de otros locales, y de focos insalubres y molestos.

En la obra los trabajadores deberán disponer de agua potable y en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

17. Detección y lucha contra incendios

Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

18. Plan de emergencias y autoprotección

18.1. Introducción

El diseño de un Plan de Emergencias y de Autoprotección corresponderá a la empresa adjudicataria de la obra, no obstante se establecen una serie de medidas de prevención y emergencia en el presente documento.

El Plan de Emergencias y Autoprotección establece los procedimientos y acciones básicas de respuesta que se deberán tomar para afrontar de manera oportuna, adecuada, efectiva y con los recursos necesarios la eventualidad de incidentes, accidentes y/o estados de emergencia que pudieran ocurrir durante las diferentes fases de construcción de la obra, como accidentes, incendios, explosiones y cualquier otra situación de emergencia. Asimismo, se describen también la organización, procedimientos, los tipos y cantidades de equipos, materiales y mano de obra requeridos para responder a los distintos tipos de emergencias.

Este plan ha sido preparado teniendo en cuenta las diferentes actividades que comprende el proyecto desde su fase de construcción hasta su finalización, el cual debe ser actualizado conforme a las posibles nuevas condiciones de trabajo.

Los tipos de accidentes y/o emergencias que podrían suceder durante la construcción, están plenamente identificados y cada uno de ellos tendrá un componente de respuesta y control, y en su caso evacuación de los accidentados, que contiene los procedimientos para la evacuación de heridos o enfermos desde el lugar del accidente hasta un centro de atención médica.

El documento definitivo del Plan de Emergencias y Autoprotección será redactado por la empresa contratista que realice el Plan de Seguridad y Salud, donde se incluirá dicho documento.

18.2. Objetivo

El objetivo del Plan de Emergencias y Autoprotección es prevenir y controlar sucesos no planificados, pero previsible, y describir la capacidad y las actividades de respuesta inmediata para controlar las emergencias de manera oportuna y eficaz. Este Plan contiene la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes y/o emergencias potenciales, pero permite flexibilidad para responder eficazmente a situaciones imprevistas.

Los objetivos específicos son:

- Establecer un procedimiento formal y escrito que indique las acciones a seguir para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.
- Optimizar el uso de los recursos humanos y materiales comprometidos en el control de las emergencias.
- Establecer procedimientos a seguir para lograr una comunicación efectiva y sin interrupciones entre el personal de la empresa Contratista encargada de la ejecución del proyecto y los servicios de emergencias y otras entidades.
- Cumplir con las normas y procedimientos establecidos en el Plan de Emergencias y Autoprotección.

Este plan contiene la estrategia de respuesta para cada tipo de accidentes y/o emergencias potenciales que podrían ocurrir, y permite flexibilidad para responder eficazmente a situaciones imprevistas.

18.3. Alcance del plan de emergencia y autoprotección

El Plan de Emergencias y Autoprotección permitirá durante la construcción, proveer una guía de las principales acciones a seguir ante una contingencia; salvaguardar la vida humana y preservar el medio ambiente.

El Plan de Emergencias y Autoprotección contempla acciones de respuesta para casos de emergencias con implicaciones sobre el medio natural o social. El plan está diseñado para hacer frente a situaciones cuya magnitud será evaluada en cada caso.

18.4. Clasificación de una emergencia

Las contingencias se clasifican en cuatro niveles, dependiendo de varios factores:

NIVEL I: La situación puede ser fácilmente manejada por el personal de la empresa. Se informará al Responsable de Seguridad y Salud designado por el contratista en obra.

NIVEL II: No hay peligro inmediato fuera del área de la obra pero existe un peligro potencial de que la emergencia se expanda más allá de los límites de la misma. El Director de Obra, el Coordinador de Seguridad y Salud, Responsable de Seguridad y Salud designado por el contratista de la obra, deberán ser informados en la mayor brevedad posible.

NIVEL III: Se ha perdido el control de la situación. Cabe la posibilidad de que hayan heridos graves e inclusive muertos entre los trabajadores. El Director de Obra, el Coordinador de Seguridad y Salud, deberán ser avisados con urgencia.

NIVEL IV: Se ha perdido el control de las operaciones. Hay heridos graves o muertos. El Gerente de la empresa, el Director de Obra, el Coordinador de Seguridad y Salud y Responsable de Seguridad y Salud deberán ser informados de inmediato.

18.5. Fases de una emergencia

De acuerdo a las características de la obra, las fases de un incidente, accidente y/o estado de

emergencia se dividen en detección y notificación, evaluación e inicio de la reacción y control.

Detección y Notificación

Al detectarse un incidente, accidente y/o estado de emergencia durante el desarrollo de la construcción de la obra, deberá ser informada a la Dirección facultativa y al Responsable de Seguridad y Salud designado por el contratista de la obra.

Evaluación e Inicio de la acción

Una vez producido un incidente, accidente y/o estado de emergencia y evaluada por el Responsable de Seguridad y Salud de la obra, se iniciarán las medidas de control y contención de la misma.

El control de un incidente, accidente y/o estado de emergencia exige que el personal de la obra esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia. Este control implica la participación de personal propio, como también la contratación de terceros especializados, utilización de los elementos y disponer las obras y equipos necesarios para actuar en consecuencia.

18.6. Capacitación del personal

La capacitación de los trabajadores consistirá en la formación e información de los trabajadores en situaciones de incidente, accidente y/o estado de emergencia, esta formación e información se acentuará sobre los riesgos de trabajar con equipos de trabajo y la operación apropiada de este equipo. Es importante que cada trabajador de la obra entienda la obligación de reportar todos los accidentes/incidentes de salud, seguridad o medio ambiente, como medida de reforzamiento del sistema de prevención de nuevos eventos de riesgo.

La capacitación se realizará siguiendo el procedimiento establecido en el Plan de Emergencias y Autoprotección, para lo cual se constituirá un equipo para atender el incidente, accidente y/o estado de emergencia.

La formación e información del personal capacitado para actuar en los posibles incidentes, accidentes y/o estados de emergencias, consistirá en el conocimiento de:

- Normas Generales de Seguridad Industrial
- Equipos de Protección Individual
- Reconocimiento de Señalización Prevención de Riesgos
- Comunicación del Peligro
- Control de Derrames y Contención
- Prevención y actuación en situación de incidente, accidente y/o estado de emergencia
- Primeros Auxilios

La relación de personal encargado actuar en situaciones de incidente, accidente y/o estado de emergencia es la siguiente:

- Jefe de Emergencia. Desde el Centro de comunicaciones del establecimiento y en función de la información que le facilite el Jefe de Intervención sobre la evolución de la emergencia enviara al área siniestrada las ayudas internas disponibles y rebajará las externas que sean necesarias para el control de la misma.
- Jefe de Intervención. Valorará la emergencia y asumirá la dirección y coordinación de los equipos de intervención.
- Equipos de primera intervención (E.P.I.). Sus componentes con formación y adiestramiento acudirán al lugar donde se haya producido la emergencia con objeto de intentar su control.

- Equipos de segunda intervención (E.S.I.). Sus componentes, con formación y adiestramiento adecuados, actuarán cuando, dada su gravedad, la emergencia no pueda ser controlada por los equipos de primera intervención. Prestarán apoyo a los Servicios de Ayuda exterior cuando su actuación sea necesaria.
- Equipos de alarma y evacuación (E.A.E.). Sus componentes realizan acciones encaminadas a asegurar una evacuación total y ordenada de su sector y a garantizar que se ha dado la alarma.
- Equipos de primeros auxilios (E.P.A.). Sus componentes prestarán los primeros auxilios a los lesionados por la emergencia.

La formación y nombramiento del personal designado para la relación anterior será establecida en el Plan de Seguridad y Salud por la empresa adjudicataria de la obra.

18.7. Emergencias y riesgos identificados

A continuación se detallan los tipos de incidentes, accidentes y/o emergencias que podrían suceder durante la ejecución del proyecto en sus fases de construcción y operación:

- Derrames de combustibles
- Accidentes laborales
- Incendios

18.8. Equipos disponibles

La logística definida para atender las posibles situaciones de incidente, accidente y/o estado de emergencia activará la disponibilidad inmediata y prioritaria de recursos disponibles, como:

- Sistemas de transporte (helicópteros, ambulancias)
- Sistemas de comunicación (teléfonos móviles)
- Equipos contra incendio (extintores, arena, etc.)
- Equipos para el control de derrames (pañños absorbentes, polvo absorbente, cordones)

18.9. Evaluación de riesgos

En el cuadro se presenta el análisis de riesgos y las medidas preventivas para la atención de incidentes, accidentes y/o emergencias para determinar el grado de afectación en relación con los eventos de carácter técnico, accidental y/o humano que puedan presentarse durante la elaboración de las distintas fases de obra.

Tabla 52: Medidas preventivas en función del riesgo laboral
Fuente: Elaboración propia

Riesgos	Localización	Medidas preventivas
Derrames de combustibles	En lugares de almacenamiento	El tratamiento de combustibles en la obra debe considerar las medidas establecida en su formativa específica
Accidentes laborales	En todas las fases de la obra	Cumplimiento de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud
Incendios	En todas las fases de la obra	Cumplimiento de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud

19. Emergencias de tipo específico

Los tipos de incidentes, accidentes y/o emergencias de carácter general identificables se mencionan a continuación.

19.1. Accidentes laborales

Los siguientes procedimientos deberán seguirse en caso de que una persona sufra algún accidente grave y no pueda ser atendido mediante la aplicación de primeros auxilios en el área de trabajo.

El jefe de obra deberá coordinar el traslado de la persona accidentada al centro de salud más cercano y comunicar sobre lo sucedido a la Dirección Facultativa.

19.2. Derrames de combustibles

Todos los derrames deben ser atendidos y administrados adecuadamente, aún cuando tengan pequeñas dimensiones.

Generalmente, durante este tipo de operaciones, los derrames pequeños a moderados ocurren cuando se efectúa el mantenimiento de las máquinas y durante el abastecimiento de las mismas, al no emplearse las herramientas adecuadas y no tener los cuidados mínimos requeridos.

Para minimizar la probabilidad de que ocurran derrames de combustibles durante el reabastecimiento de los equipos y maquinaria, se debe procurar realizar el mantenimiento y recarga de combustibles de las maquinarias se realizará en un lugar habilitado como parque de maquinaria.

Este lugar debe tener el piso acondicionado y se tendrá siempre a la mano envases de contención de combustibles, embudos de distintos tamaños, bombas manuales de trasvase de combustible y aceite, así como de paños absorbentes de combustibles.

Se evitará la penetración del combustible en el suelo utilizando absorbentes, paños u otros contenedores.

Se eliminarán todas las posibilidades de ocurrencia de incendios y se hará lo posible para detener la fuga.

19.3. Incendios

Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Durante las diferentes fases de la obra se evitará la generación de cualquier fuente de ignición.

Debe establecerse en este plan procedimientos de prevención de incendios que incluyan la capacitación de todo el personal en medidas contra incendios y en procedimientos de evacuación como una práctica periódica.

La supervisión de seguridad deberá identificar las posibles fuentes y lugares de riesgo dentro de las instalaciones. No se permitirá la acumulación de materiales inflamables sin el adecuado y constante control por parte de personal calificado para esta acción.

Se deben tener en cuenta las siguientes medidas generales de lucha contra incendios:

- Bajo condiciones normales el fluido puro no es combustible. Sin embargo, esto no es válido cuando el producto se encuentra sometido a altas temperaturas susceptibles de provocar su descomposición; en este caso utilizar agua pulverizada para refrigerar.
- Los fuegos en locales cerrados deben ser extinguidos por personal experto provisto de equipos de respiración autónoma.
- Se puede emplear agua para enfriar zonas colindantes expuestas al calor, así como objetos o envases.

20. Lista de contactos

Durante la implementación del Plan Emergencias y autoprotección, se elaborará una lista de contactos claves con participación ante emergencias. Se contará con medios propios y externos que permitan en forma acertada cumplir el objetivo de protección de las personas, la propiedad y medio ambiente.

21. Difusión y adiestramiento

El Plan de Emergencias y Autoprotección será difundido a todo el personal involucrado en la construcción del proyecto, para su conocimiento y buen desenvolvimiento en las situaciones de emergencia, haciendo énfasis en el procedimiento de notificación.

De la implementación de un adecuado programa de entrenamiento del personal destinado a todos los responsables de actuar en situaciones de incidente, accidente y/o estado de emergencia, dependerá el buen resultado de la ejecución del Plan de Emergencias y Autoprotección, por lo que las sesiones de entrenamiento deben ser sustentadas y planeadas sobre la base de un cronograma regular que tome como referencia al personal nuevo que formará parte del equipo de respuesta.

El programa de adiestramiento debe estar orientado de forma práctica para dar una verdadera respuesta en situaciones de incidentes, accidentes y/o emergencias.

22. Señalización

En base a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo cada contratista adjudicatario de las obras estará obligado a establecer, en todas las instalaciones de obra, los elementos de señalización de seguridad que, en cuanto a distribución, forma, dimensiones y características técnicas, sean exigidos por el citado Real Decreto.

23. Actualización del plan

Una vez que el proyecto se ejecuta y entra en operación, el Plan de Emergencias y Autoprotección deberá ser revisado y actualizado. Las sugerencias y modificaciones que resulten como consecuencia de la actividad desarrollada, servirán para optimizar las respuestas ante accidentes, emergencias e incidentes.

Todas estas sugerencias y modificaciones serán recogidas en el Plan de Seguridad y Salud para su evaluación y decisión final.

24. Análisis general de riesgos laborales en las diferentes fases de la obra

A la vista de la metodología de construcción, del proceso productivo previsto, del número de trabajadores y de las fases de obras se realiza una metodología, basada en identificar en cada fase del proceso constructivo y para cada equipo técnico y medios auxiliares, los riesgos laborales, las medidas preventivas y protecciones técnicas y equipos de protección individual.

Esta metodología no implica que en cada fase sólo existan esos riesgos laborales o exclusivamente deban aplicarse esas medidas preventivas y protecciones técnicas y equipos de protección individual, puesto que dependiendo de la concurrencia de riesgos o por razón de las características de un tajo determinado, deberán aplicarse otras medidas en función del proceso constructivo.

Otro tanto puede decirse para lo relativo a los medios auxiliares a emplear, o para las máquinas cuya utilización se previene.

Los riesgos laborales, medidas preventivas y protecciones técnicas y equipos de protección individual se reiteran en muchas fases de la obra. Esto se debe a que esta información deberá llegar a los trabajadores de forma fraccionada y por especialidades, para su información-formación.

24.1. Fase de excavación y movimientos de tierras

24.1.1. Riesgos laborales evitables

- ✓ Rotura conducciones (agua, gas, electricidad)
- ✓ Contactos eléctricos
- ✓ Explosión

Medidas técnicas

Se realizará un estudio de los posibles servicios afectados por la ejecución de las obras, por lo tanto se solicitará por escrito y con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos a las distintas empresas suministradoras una relación de los servicios afectados como pueden ser canalizaciones de agua, líneas eléctricas subterráneas, conducciones de gas, instalaciones de semáforos, red de telefonía etc.

Se localizarán los servicios existentes antes de iniciar las demoliciones y una vez localizados se señalará y protegerá la zona, permitiendo el trabajo a los operarios autorizados y de acuerdo con las instrucciones y normativa que regule las instalaciones de gas, eléctricas, etc a fin de evitar accidentes de tipo eléctrico, explosión, etc.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Se deben incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones en la utilización de materiales tales

como grúas móviles, palas excavadoras, plataformas elevadoras, etc que puedan entrar en contacto con elementos en tensión.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura, o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo el “trabajador autorizado” es quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pórticos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con maquinaria excavadora, martillos neumáticos u otros equipos en zonas donde pudieran existir cables subterráneos es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos.

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

Con maquinaria excavadora no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 m, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales para reducir el riesgo de perforación del conductor.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

- Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Señalización de caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

La forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones:

- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.
- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.

- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

24.1.2. Riesgos laborales no evitables

- ✓ Caídas a distinto nivel
- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Atrapamientos.
- ✓ Proyección de partículas.
- ✓ Golpes y/o corte con objetos.
- ✓ Electrocuci3n.
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos
- ✓ Niveles elevados de ruido.

Medidas preventivas y protecciones técnicas:

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos en el interior de la obra, de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsibles las áreas donde puedan estar presentes los vehículos y la maquinaria. De esta forma, se contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

En las zona donde trabaje maquinaria móvil (retroexcavadoras, palas cargadoras, etc), estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

En los caminos de circulación de maquinaria móvil se señalizará, indicando velocidades máximas permitidas, prioridades, prohibición de circular peatones, etc y se evitará la acumulación de polvo, barro, etc.

En los periodos de descanso, no se permanecerá bajo la sombra proyectada por los vehículos. No obstante, el conductor no pondrá el vehículo en marcha sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

El maquinista que necesite realizar maniobras se asegurará de que tiene suficiente visibilidad, ya que puede haber operarios que no se vean desde la cabina del conductor. En estos casos se pedirá la ayuda a un operario para que actúe de señalista que guíe la operación.

En la conducción de maquinaria de movimientos de tierras y manipulación de materiales cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Transportando la carga se conducirá con pendiente ascendente y se retrocederá con pendiente descendente.
- No transportando carga ninguna se conducirá en dirección descendente y retrocederá en pendiente ascendente.

Todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la maquinaria móvil en los trabajos en pendientes de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

Con la maquinaria móvil alimentada por combustible líquido (gas-oil) y debido a que los humos de escape (monóxido de carbono) afectan a la respiración se evitará trabajar en recinto cerrado, y en tal caso se adoptarán medidas para que se produzca una ventilación y renovación del aire.

No se transportará en ninguna maquinaria móvil a personas distintas al conductor si la máquina no está habilitada para ello.

No se almacenará trapos grasientos ni material fácilmente inflamable en el habitáculo de conductor, que estará provisto de extintor.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc. que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Toda la maquinaria que por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

Toda maquinaria que requiera un particular conocimiento para ser utilizada será utilizada por trabajadores designados para ello, los cuales recibirán formación específica adecuada.

Se señalizará los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.

Se establecerá un vallado de la obra en las zonas que supongan un peligro para evitar la aproximación de personas ajenas a la obra, advirtiendo de la existencia de los peligros dentro de la zona de obra.

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se organizará un plan de orden y limpieza, con formación específica para el personal implicado, advirtiendo además sobre la ordenación de la herramienta o útiles de trabajo que en ese momento no se esté utilizando.

Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

Las zonas de trabajo donde se encuentre realizando trabajos con maquinaria pesada se señalizará y delimitará colocando señales de advertencia de peligros por maquinaria pesada en funcionamiento.

El acopio de material se realizará en una superficie lo más horizontal posible, en un receptáculo señalizado con cinta delimitadora.

El perímetro de la obra estará balizado en su totalidad, advirtiendo de la existencia de los peligros dentro de la zona de obra.

Se extremarán las medidas de orden y limpieza en el lugar de trabajo.

Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

El acopio de materiales se realizará en lugares establecidos al efecto.

Si los operarios realizaran su trabajo próximos a tramos de tráfico rodado, éstos llevarán puesto una ropa de trabajo que permita su correcta visibilidad, o en todo caso dispondrán de prendas fotoluminiscentes si fuera necesario.

Se tratará de proteger y señalizar los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la

maquinaria pesada se aproxime en exceso. Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar sobrecargas.

No se permitirá el acceso de personas en la proximidad del radio de acción de las máquinas en movimiento de tierras.

En las excavaciones se adoptarán medidas de prevención para proteger a los trabajadores de los riesgos de desprendimientos del terreno.

Antes de comenzar los trabajos de demolición y movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Se emplearán, para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimientos de tierras, caídas de persona, materiales u objetos, sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

Se debe prevenir la irrupción accidental de agua.

Se garantizará ventilación suficiente para obtener una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

Se permitirá que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de producirse un incendio o de una irrupción de agua, caída de materiales, desprendimientos de tierras, etc.

Se proveerán vías seguras para entrar y salir de la excavación.

La acumulación de tierras, escombros o materiales y vehículos en movimiento deben mantenerse alejados de las excavaciones y establecer barreras, para evitar su caída o el derrumbamiento del terreno.

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales se mantendrán en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de los vehículos y/o maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales.

Toda la maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales, estarán concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

En caso de realización de las zanjas se habrá de conocer la composición del terreno, su nivel freático, densidad, granulometría, compacidad, etc. de forma que se determine la estabilidad del mismo.

Se realizarán a mano catas de prueba para localizar los servicios existentes antes de iniciar las demoliciones y excavaciones y una vez localizados se señalará y protegerá la zona, permitiendo el trabajo a los operarios autorizados y de acuerdo con las instrucciones y normativa que regule las instalaciones de gas, eléctricas, etc. a fin de evitar accidentes de tipo eléctrico, explosión, etc.

En la realización de la zanja se tomarán medidas para evitar los riesgos de desprendimientos de las paredes de la excavación, para ello, y siempre que sea posible la inclinación de las paredes de la excavación se realizará conforme a su talud natural y si no fuera posible se adoptará sistemas de entibación o apeo se realizará el sostenimiento de las paredes de la excavación.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales, así como los vehículos o maquinaria móvil deben mantenerse alejado de los bordes de la coronación de las zanjas, al igual que evitar su caída mediante

barandillas, topes, barreras, etc.

Deben preverse caminos de circulación distintos para maquinaria móvil y trabajadores, respetándose las distancias de seguridad del radio de acción de las máquinas.

Se debe prevenir la irrupción accidental de agua para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores nocivos, garantizando una ventilación que mantenga la atmósfera apta para la respiración.

Estará prohibida la utilización en el interior de las zanjas, de maquinaria o equipos accionados por motores de explosión a causa de las emanaciones de gases.

Se señalará, balizará y protegerá las zanjas, bordes de excavaciones, etc. que contará con elementos luminosos, que en caso de ser alimentados por energía eléctrica, se realizará a una tensión máxima de 24v y en los vértices de los perímetros cercados o bordes salientes se colocarán luces intermitentes de color ámbar.

En caso de ser necesario pasar de un lado a otro de la zanja se dispondrán de pasarelas de plataforma estable y antideslizante que irán dotadas de reborde de protección, protección intermedia y rodapié.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad
- Gafas anti-impactos y orejeras para la protección auditiva
- Cinturón antivibraciones de protección lumbar
- Mascarilla de protección respiratoria para partículas
- Guantes y Calzado de seguridad

24.2. Fase de instalación de canalizaciones y colocación de báculos, columnas, luminarias y lámparas

24.2.1. Riesgos laborales evitables

- ✓ Contactos eléctricos

Medidas técnicas

Se realizará un estudio de los posibles servicios afectados por la ejecución de las obras, por lo tanto se solicitará por escrito y con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos a las distintas empresas suministradoras una relación de los servicios afectados como pueden ser canalizaciones de agua, líneas eléctricas subterráneas, conducciones de gas, instalaciones de semáforos, red de telefonía etc.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones en la utilización de materiales tales como grúas móviles, palas excavadoras, plataformas elevadoras, etc que puedan entrar en contacto con elementos en tensión.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura, o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo la vigilancia del “trabajador autorizado”, quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pórticos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamientos necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión, y antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con maquinaria excavadora, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos.

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

Con maquinaria excavadora no es aconsejable llegar a menos de 1 m del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5m, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforación del conductor.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

- Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Señalización de caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.
- Forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones
- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.

- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.
- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

24.2.2. Riesgos laborales no evitables

- ✓ Caída a distinto nivel
- ✓ Caída de material elevado por maquinaria
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos en circulación o vuelco

Medidas preventivas y protecciones técnicas

Es necesario proporcionar una formación e información a los operarios sobre los riesgos a los que está expuesto en su profesión y en los trabajos que va a desempeñar.

Toda persona que realice trabajos eléctricos deberá ser especializada y conocerá perfectamente los peligros que entraña su manejo y la forma de evitarlos. Por tanto, cuando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión, el personal encargado de realizarlo deberá estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en el empleo de material de seguridad, equipo y herramientas aislantes certificadas según normativa CE.

Antes de iniciar cualquier trabajo en baja tensión se procederá a identificar el conductor o elemento en el que se tiene que intervenir.

Toda instalación será considerada bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

Los trabajos en instalaciones eléctricas deben realizarse siempre en ausencia de tensión y solo en casos excepcionales se permitirá trabajar con tensión.

Sólo se considera una instalación sin tensión si previamente se ha verificado la ausencia de la misma.

Para proceder al corte, antes de iniciar todo trabajo, el encargado asegurará que se realicen las operaciones siguientes:

- Aislar cualquier posible fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
- Bloquear en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- Comprobar mediante un verificador, la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, neutro, ambos extremos de fusibles o bornes, etc).

No se establecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existen personas trabajando.

Los elementos de mantenimiento y conservación se almacenarán de manera adecuada en lugares designados para ello.

No se realizará trabajos debajo de la vertical si ya hay operarios trabajando por encima de la vertical y además se delimitará la zona de trabajo.

En las operaciones de pintura se considerarán las siguientes medidas:

- Se tendrá en cuenta la toxicidad intrínseca de los componentes de la pintura, así como las condiciones en que se efectúa su aplicación.
- Las pinturas, disolventes, etc se almacenarán en lugares dispuestos para ello y siempre se mantendrá una ventilación adecuada.
- Se dispondrá de extintor cerca del lugar donde se almacene las pinturas y todo el personal deberá de saber en que lugar está situado.
- El empleo de mascarillas es obligatorio.
- Para evitar los accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas, se evitará almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados.
- Debe evitarse en lo posible el contacto directo de todo tipo de pintura con la piel. Por tanto se evitará la mezcla directa de pigmentos y soluciones a brazo para evitar la absorción cutánea.
- Estará prohibido fumar o comer en los lugares en los que se esté pintando con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá a los trabajadores de la necesidad de una profunda higiene personal en manos y cara antes de realizar cualquier tipo de comida o bebida.

En trabajos donde puede ser posible la presencia de tensión en la instalación, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Solo se considera una instalación sin tensión si previamente se ha verificado la ausencia de tensión.
- Todos los trabajos se realizarán sin tensión y durante el montaje se dispondrán de señales de advertencia que nos indique la prohibición de conectar la instalación a la red.
- Antes de proceder a al conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalándose señales indicando “peligro por contacto eléctrico”.

Las canalizaciones para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación (cuidando de que no queden accesible a terceros uniones, empalmes y cuadros abiertos), comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, puesta a tierra, etc. por lo tanto las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Se prohíbe utilizar como tomas de tierra, canalizaciones de otras instalaciones.

Los báculos de luminarias se acopiaran de manera adecuada para que en lugares designados para ello, y quedarán calzados en caso de permitir, por su diseño, la rodadura.

El izado de los báculos se realizará con un camión grúa (cuyo gancho dispondrá de pestillo de seguridad), sujetando la carga mediante un eslingado correcto; el dominio de la carga se realizará mediante cuerdas guía segura de cargas. Una vez calzada la base en las esperas, se procederá a su bulonado o soldado definitivo y no se desprenderá el gancho hasta su correcto anclaje.

No se realizará trabajos bajo cargas suspendidas.

Para evitar los riesgos de caída desde altura, está provisto que el cableado y preinstalación de mecanismos se realice a nivel de calle para disminuir en lo posible las operaciones de altura.

Para evitar el riesgo de caída en altura, los remates de la instalación de las luminarias se realizarán a nivel de calle para disminuir en lo posible los trabajos en altura.

El izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos, oscilaciones y choques, con el fin de evitar atrapamientos por posible caída de las columnas.

Las herramientas manuales serán de doble aislamiento. Si el aislamiento estuviese deteriorado se retirará la herramienta.

Las herramientas eléctricas portátiles adoptarán medidas preventivas tomando, para ello, los sistemas de protección que se indican según se clasifique la herramienta en cuestión por su grado de protección contra choques eléctricos producidos por contactos eléctricos. Esta clasificación es la siguiente.

- Herramientas de clase I: Su grado de aislamiento corresponde a un aislamiento funcional, es decir, aquel necesario para asegurar el funcionamiento normal de la herramienta y la protección fundamental contra contactos eléctricos directos, estando previstas para ser puestas a tierra.
- Herramientas de clase II: Tienen un aislamiento completo bien sea doble aislamiento o aislamiento reforzado, no estando previstas para ser puestas a tierra. Estas herramientas deben de llevar grabado en la placa de características o sobre la propia carcasa el símbolo de doble aislamiento.
- Herramientas de clase III: Previstas para su alimentación a muy baja tensión (no superior a 50 voltios).

En caso de disponer de iluminación portátil, se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la lámpara, alimentados a 24 voltios.

En plataforma elevadora las medidas de seguridad serán las siguientes:

Si se tienen que realizar trabajos en altura, éstos se realizarán con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva. Si por la naturaleza del trabajo, ello no fuera posible, deberán de disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arneses de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Los vehículos y maquinaria para manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía. Se mantendrán en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de los vehículos y/o maquinaria para manipulación de materiales.

Toda la maquinaria para manipulación de materiales estará concebida para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

En los vehículos dotados con plataforma elevadora capacitados para elevar a los operarios en trabajos de altura deberán de cumplir con su normativa específica.

Los aparatos elevadores y los accesorios de elevación deberán de ajustarse a lo dispuesto a su normativa específica, tendrán un buen diseño y construcción y una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

Como medidas importantes para prevenir accidentes en los vehículos dotados de plataforma hidráulica para realización de trabajos en altura se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Antes de parar la plataforma se comprobará la estabilidad del terreno.
- En todo caso se utilizarán adecuadamente los gatos estabilizadores del terreno.
- Serán conducidos y manejados por personal cualificado para ello.
- Periódicamente se realizarán las revisiones necesarias.
- En la plataforma elevadora se evitará transportar materiales que no sean las propias herramientas del operario.

- En la plataforma elevadora estará indicado el peso máximo admisible y la altura máxima de elevación, así como número máximo de operarios.
- Será obligatoria la utilización de arneses anticaídas como medida de seguridad para evitar la caída del operario al vacío.

En la zona de obras, las maniobras con plataforma elevadora deberán ser avisadas a peatones y vehículos disponiendo para ello de las señalizaciones necesarias, así como disponer de un operario (señalista) que auxilie al operario que se encuentra subido en la plataforma y especialmente en terrenos irregulares o con obstáculos. También será necesario otro operario (señalista) que regule el tráfico rodado dotado de ropa de trabajo o prenda de color amarillo flúor o naranja con bandas reflectantes que permitan señalar su presencia de manera que destaque y sea visible para los vehículos y maquinaria móvil, que indicará con una paleta de señalización manual la entrada y salida de la maquinaria móvil, así como la paralización o desvío del tráfico rodado. Su situación será precedida por una señal de advertencia de “peligros por obras”.

En la conducción de maquinaria para manipulación de materiales cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Si transportando la carga se conducirá cuesta arriba o se retrocederá cuesta abajo.
- No transportando carga ninguna se conducirá cuesta abajo o retrocederá cuesta arriba.

Todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la maquinaria móvil en los trabajos en pendientes, de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).
- Si no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que se mantengan alejadas de las mismas.

En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

- Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Se recomienda una correcta señalización de caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Se tomarán precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Se mantendrá a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Se prohibirá que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

La forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones es la siguiente:

- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.

- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.
- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad
- Gafas anti-impactos
- Calzado de seguridad (con puntera reforzada)
- Guantes de protección frente a riesgos de origen mecánico
- Guantes de protección frente a riesgos eléctricos
- Calzado de seguridad frente a riesgos eléctricos
- Cinturón de seguridad anticaídas o arnés

24.3. Fase de pavimentación y revestimientos

24.3.1. Riesgos laborables evitables

No se ha considerado ninguno

24.3.2. Riesgos laborales no evitables

- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Proyección de partículas
- ✓ Golpes con objetos
- ✓ Quemaduras
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos en circulación o vuelco
- ✓ Niveles elevados de ruido
- ✓ Ambiente pulvígeno
- ✓ Vibraciones

Medidas preventivas y protecciones técnicas:

Para evitar los riesgos producidos por la maquinaria utilizada en esta fase de obra se cumplirán las medidas de seguridad que se establecen en el apartado de Riesgos y Medidas Preventivas en Máquinas.

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos en el interior de la obra, de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsibles las áreas donde puedan estar presentes los vehículos y la maquinaria. De esta forma, se contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

Toda utilización de maquinaria y/o herramienta eléctrica se realizarán teniendo en cuenta las

especificaciones técnicas y medidas de seguridad que establezca el manual de instrucciones del fabricante.

En las zona donde trabaje maquinaria móvil (grúas móviles, retroexcavadoras, palas cargadoras, etc.), estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

Toda la maquinaria que por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

No se transportará en ninguna maquinaria móvil a personas distintas al conductor si la máquina no está habilitada para ello.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc. que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Toda maquinaria que requiera un particular conocimiento para ser utilizada, será utilizada por trabajadores designados para ello, que recibirán una formación específica adecuada.

Se establecerá un vallado de la obra en las zonas que supongan un peligro para evitar la aproximación de personas ajenas a la obra, advirtiendo de la existencia de los peligros dentro de la zona de obra.

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se organizará un plan de orden y limpieza, con formación específica para el personal implicado, advirtiendo además sobre la ordenación de la herramienta o útiles de trabajo que en ese momento no se esté utilizando.

Se señalarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

El acopio de material se realizará en una superficie lo más horizontal posible, en un receptáculo señalizado con cinta delimitadora.

Si los operarios realizaran su trabajo próximos a tramos de tráfico rodado, éstos llevarán puesto una ropa de trabajo que permita su correcta visibilidad, o en todo caso dispondrán de prendas fotoluminiscentes si fuera necesario.

La carga de los distintos materiales se realizará con medios mecánicos, no obstante es inevitable en algunos casos el transporte manual o manipulación de materiales que se realizará de acuerdo al R.D 487/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

Así mismo se considerará lo establecido en el R.D 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, trata de los accesorios de elevación en el Anexo II, en su apartado 3 “condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas”.

Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad

- Mascarilla de protección respiratoria para partículas.
- Guantes
- Calzado de seguridad (con puntera reforzada)

25. Medidas preventivas generales en los trabajos de maquinaria de obra civil

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

Para evitar los riesgos producidos por la maquinaria utilizada en esta fase de obra se cumplirán las medidas de seguridad que se establecen en el apartado de riesgos y medidas preventivas de máquinas.

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos en el interior de la obra, de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsible las áreas donde puedan estar presentes los vehículos y la maquinaria. De esta forma, se contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

En las zona donde trabaje maquinaria móvil (retroexcavadoras, palas cargadoras, etc), estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

En los caminos de circulación de maquinaria móvil se señalizará, indicando velocidades máximas permitidas, prioridades, prohibición de circular peatones, etc y se evitará la acumulación de polvo, barro, etc.

En los periodos de descanso, no se permanecerá bajo la sombra proyectada por los vehículos. No obstante, el conductor no pondrá el vehículo en marcha si antes de cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

El maquinista que necesite realizar maniobras, se asegurará de que tiene suficiente visibilidad, ya que puede haber operarios que no se vean desde la cabina del conductor. En estos casos se pedirá la ayuda a un operario para que actúe de señalista que guíe la operación.

En la conducción de maquinaria de movimientos de tierras y manipulación de materiales cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Transportando la carga se conducirá con pendiente ascendente y se retrocederá con pendiente descendente.
- No transportando carga ninguna se conducirá en dirección descendente y retrocederá en pendiente ascendente.
- Para evitar la caída en excavaciones o en el agua, se circulará a distancia de seguridad de zanjas, taludes, terraplenes o alteraciones del terreno que puedan posibilitar el vuelco de la máquina, colocando señalización de advertencia y barreras o topes de final de recorrido, perfectamente señalizados y anclados.

No obstante todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la maquinaria móvil en los trabajos en pendientes, de forma que no

se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

Con la maquinaria móvil alimentada por combustible líquido (gas-oil) debido a que los humos de escape (monóxido de carbono) afectan a la respiración, se evitará trabajar en recinto cerrado y en tal caso se adoptarán medidas para que se produzca una ventilación y renovación del aire.

No se transportará en ninguna maquinaria móvil a personas distintas al conductor si la máquina no está habilitada para ello.

No se almacenará trapos grasientos, ni material fácilmente inflamable en el habitáculo de conductor, que estará provisto de extintor.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Toda la maquinaria que por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

Toda maquinaria que requiera un particular conocimiento para ser utilizada, será utilizada por trabajadores designados para ello, que recibirán una formación específica adecuada.

Se señalizará los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

Las zonas de trabajo donde se encuentre realizando trabajos con maquinaria pesada se señalizará y delimitará, colocando señales de advertencia de peligros por maquinaria pesada en funcionamiento.

Se tratará de proteger y señalizar los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso. Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar sobrecargas.

No se permitirá el acceso de personas en la proximidad del radio de acción de las máquinas en movimiento de tierras.

En las excavaciones se adoptarán medidas de prevención para proteger a los trabajadores de los riesgos de desprendimientos del terreno.

Antes de comenzar los trabajos de demolición y movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales se mantendrán en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de los vehículos y/o maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales.

Toda la maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales, estarán concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de

objetos.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales, así como los vehículos o maquinaria móvil deben mantenerse alejado de los bordes de la coronación de las zanjas, así como evitar su caída mediante barandillas, topes, barreras, etc.

Deben preverse caminos de circulación distintos para maquinaria móvil y trabajadores, respetándose las distancias de seguridad del radio de acción de las máquinas.

Se debe prevenir la irrupción accidental de agua, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores nocivos, garantizando una ventilación que mantenga la atmósfera apta para la respiración.

Se señalará, balizará y protegerá las zanjas, bordes de excavaciones, etc; que contará con elementos luminosos, que en caso de ser alimentados por energía eléctrica se realizará a una tensión máxima de 24v y en los vértices de los perímetros cercados o bordes salientes se colocarán luces intermitentes de color ámbar.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).
- Si no fuera posible, se colocará barrera o avisos para que se mantengan alejado de la misma.
- En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones en la utilización de materiales tales como grúas móviles, palas excavadoras, plataformas elevadoras, etc que puedan entrar en contacto con elementos en tensión.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo la vigilancia del “trabajador autorizado”, quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pódicos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión, y antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con maquinaria excavadora, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos.

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

Se recomienda, con maquinaria excavadora, no llegar a menos de 1 m del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 m, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforación del conductor.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

- Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Señalizar los caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

Forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones

- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.
- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.
- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

No obstante para este tipo de situaciones se considerará el R.D 614/2001, de 8 de junio sobre disposiciones mínimas de protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (anexo V que regula la ejecución de trabajos en proximidad de elementos en tensión).

26. Riesgos y medidas preventivas a la exposición de las condiciones ambientales en las obras de construcción

Cuando se trabaja en condiciones ambientales de calor y humedad puede producirse un golpe de calor, es decir una elevación de la temperatura corporal, que se origina cuando existe una exposición frecuente a altas temperaturas mientras se realiza un esfuerzo físico, alterando las funciones metabólicas, el corazón o los pulmones, pudiendo provocar incluso la muerte.

26.1. Causas del Golpe de Calor

Se produce cuando el organismo produce una cantidad de calor que no es eliminable por los sistemas de refrigeración del organismo (dilatación de los vasos sanguíneos superficiales, sudoración y respiración); ya sea porque la producción de calor corporal es excesiva, porque la temperatura ambiente es muy elevada o bien porque los mecanismos de eliminación de calor no funcionan correctamente, aunque lo más habitual es que sea por la combinación de estos tres factores.

Las temperaturas extremas producen un aumento de la transpiración por la piel (sudor) y evaporación de agua por la respiración. Ello conduce a una pérdida importante de líquidos y de sales minerales que el organismo necesita para funcionar correctamente. Si las pérdidas de líquido y de sales minerales no se reponen a medida que se van perdiendo, puede sobrevenir una situación de deshidratación, con importantes consecuencias para la salud que pueden ser eventualmente graves. También el aumento de la temperatura ambiental produce efectos directos sobre la circulación: La sangre venosa se estanca y circula con dificultad. Por su parte, el corazón y las arterias tienen la misma tendencia a dilatarse y a impedir que la sangre oxigenada llegue correctamente a los tejidos. El calor sofocante también afecta al aparato respiratorio, que no puede recibir todo el aire necesario para un correcto intercambio de oxígeno en la sangre. Todo ello produce una falta de riego y de oxigenación, que puede conducir a un estado de grave fatiga, a desmayos o a situaciones mucho más graves de compromiso cardio-respiratorio, que pueden poner en peligro la vida de algunas personas.

Otro de los efectos cuando se trabaja a altas temperaturas es la insolación, es decir cuando se produce cefalea (dolor de cabeza), fatiga, calambres musculares, náuseas, elevación de la temperatura corporal y abundante sudoración. Si se permanece mucho tiempo en este estado sin tomar las medidas oportunas, la piel aparece caliente y seca, se produce taquicardia (aceleración del pulso), adormecimiento y pérdida de conciencia, llevando al paciente a la muerte.

Las horas centrales del día, las altas temperaturas ambientales o los lugares desérticos desprovistos de agua, son los escenarios habituales. Las primeras manifestaciones son de estado confusional en el que concurren situaciones como dolor de cabeza, piel caliente, roja y sudorosa (el no sudar es un signo de alarma), defectos de visión, somnolencia, náuseas, irritación, descoordinación de las extremidades, falta de tono muscular, caída al suelo o convulsiones. La situación más grave es la entrada en coma, pudiendo producir la muerte si progresa el cuadro. El aumento de la temperatura interna corporal es el responsable del problema; aunque además de la propia hipertermia influyen también todos los factores propios de la exposición a un ambiente muy caluroso, como deshidratación, problemas circulatorios y falta de oxigenación de los tejidos.

La primera medida es conducir a la persona con golpe de calor agudo a un lugar fresco y fuera del alcance del sol. Dependiendo de su estado, deberá ser conducida inmediatamente a un centro hospitalario (situaciones de coma, convulsiones, estado confusional, importante descoordinación).

Si la persona tiene síntomas leves puede ser de gran utilidad aplicar compresas frías en la zona de cabeza, cuello, tórax, brazos y muslos en un intento de bajar la temperatura interna del cuerpo que ha podido superar los 40-41 °C. Estas medidas son también de gran ayuda en personas en estado de shock mientras son trasladadas a un centro asistencial. El aporte de líquidos es también fundamental. Si la persona puede ingerir por boca (está consciente) puede administrársele agua u otros preparados con carga iónica (bebidas tonificantes deportivas) existentes en el mercado, y que no sólo cubren las deficiencias de agua, sino que aportan iones y azúcares que pueden corregir la acidosis metabólica que se provoca por exceso de temperatura. Si el paciente no puede ingerir es preferible no forzarlo, dado el riesgo de que "trague mal" y aspire a los pulmones el líquido. En cualquier caso, dar líquido poco a poco y a temperatura ambiente: Evitar usar bebidas muy frías o ingestiones muy abundantes de golpe.

Si el estado de shock se ha presentado (paciente obnubilado o en coma, con la piel caliente, roja y seca) será necesario administrar líquidos e iones vía venosa (sueros), siendo el traslado a un hospital la medida más importante una vez estabilizado el paciente, ya que si progresa el cuadro sin tratamiento

adecuado se trata de una situación potencialmente mortal. También es conveniente investigar si la persona padece alguna enfermedad que pueda estar participando en el shock (cardio o broncopatía, diabetes u otras). El mantenimiento de la permeabilidad de la vía respiratoria y de las funciones cardio-circulatorias puede ser necesario en los casos más graves. El traslado a un centro hospitalario debe hacerse lo antes posible al margen de la ayuda que pueda prestarse al paciente en su traslado.

26.2. Personas más expuestas al golpe de calor

Cualquier persona puede acusar los efectos del sol o del calor, pero algunos casos concretos están más expuestos. Los individuos más expuestos al golpe de calor dentro de las condiciones de trabajo son:

- Personas que realizan mucha actividad física.
- Personas con hipertensión arterial o problemas cardíacos.
- Personas con problemas respiratorios.
- Personas con diabetes o problemas de tiroides.
- Personas que toman antidepresivos, tranquilizantes o diuréticos.

Por tanto habrá que conocer mediante la vigilancia de la salud de los trabajadores los problemas relacionados con posibilidad de poder sufrir un golpe de calor.

26.3. Prevención de golpe de calor e insolación

Las pautas a seguir para la prevención de los efectos de la insolación son:

- Informar a los trabajadores, antes de realizar un esfuerzo físico en un ambiente caluroso, sobre la carga de trabajo y el nivel de estrés por el calor que tendrán que soportar, así como sobre los riesgos de sufrir un golpe de calor.
- Conocer los síntomas de los trastornos producidos por el calor: mareo, palidez, dificultades respiratorias, palpitaciones y sed extrema.
- Evitar, o al menos reducir, el esfuerzo físico durante las horas más calurosas del día, y después de las comidas.
- Prever fuentes de agua potable próximas a los puestos de trabajo y beber agua fresca en abundancia.
- Evitar beber alcohol o bebidas con cafeína.
- Distribuir el volumen de trabajo para alternar cortos periodos de descanso-trabajo.
- Utilizar ropa amplia y ligera, con tejidos claros que absorban el agua y que sean permeables al aire y al vapor, ya que facilitan la disipación del calor.
- Proteger la cabeza con casco o gorra, humedecer el cuero cabelludo con agua fresca cada cierto tiempo.
- En las pausas, descansar en lugares frescos y a la sombra.
- Evitar comidas calientes y pesadas.
- Hacer comidas ligeras.

En los primeros síntomas se actuará de la siguiente manera:

- Colocar a la persona accidentada en lugar fresco y aireado
- Dar agua si no está inconsciente.
- Aplicar compresas de agua fría en la cabeza y empapar el resto del cuerpo.

- Abanicar para refrescar la piel
- No controlar las convulsiones. Se pueden ocasionar daños musculares o en articulaciones.
- Trasladar a la víctima a urgencias.

27. Equipos técnicos y medios auxiliares

La relación de maquinaria previsible para la ejecución de las obras son los siguientes, siendo esta una relación no exhaustiva:

Maquinaria

- Camión con grúa auxiliar
- Camión hormigonera
- Plataforma elevadora
- Retroexcavadora mixta
- Minicargadora neumáticos
- Rodillo compactador
- Vibrador neumático
- Compresor
- Hormigonera de combustión
- Martillo rompedor hidráulico
- Grupo electrógeno portátil

Medios auxiliares

- Escaleras de mano
- Eslingas y cadenas para izado de cargas

Herramientas manuales

- Alicates
- Destornilladores
- Llaves
- Martillos
- Sierras
- Capazos y cestos
- Carretilla de mano
- Pico, pala, azada, rastrillo

Herramientas eléctricas

- Amoladoras o radiales

- Sierras circulares
- Taladradoras
- Máquinas portátiles de percusión

Energías utilizadas

- Eléctrica
- Neumática
- Hidráulica

27.1. Camión con grúa auxiliar

27.1.1. Riesgos laborales

- ✓ Caída a nivel y diferente nivel
- ✓ Contacto con objetos punzantes
- ✓ Choques
- ✓ Vuelco De la máquina
- ✓ Precipitación de la carga
- ✓ Golpes
- ✓ Atrapamientos
- ✓ Caídas de objetos
- ✓ Contacto eléctrico
- ✓ Sobreesfuerzo

27.1.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras.

El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablonés, de al menos 80 mm. de espesor y 1.000 mm. de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablonés de cada capa sobre la anterior.

Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adapten a las normas

establecidas por el fabricante.

Asimismo en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél, además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aún cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.

La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico entre 7,85 y 8 kg/dm³ para aceros. Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.).

Conocido el peso de la carga, el gruista verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse poniendo en ella una gran atención pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice de forma armoniosa, es decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

En cualquier caso, cuando el viento es excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

Generalmente la caída de la carga se produce por enganche o estrobo defectuosos, por roturas de cables u otros elementos auxiliares (eslingas, ganchos, etc.) o como consecuencia del choque del extremo de la flecha o de la propia carga contra algún obstáculo por lo que para evitar que aquélla llegue a materializarse se adoptarán las siguientes medidas:

El estrobo se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso 120° debiéndose procurar que sea inferior a 90°. En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos.

Se entenderá por zona de maniobra todo el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación. Esta zona deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles

desprendimientos de aquéllas.

Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

En toda maniobra debe existir un encargado, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere.

El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distinguan de los restantes operarios.

Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes como el gruista, quién a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas.

Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de fin de carrera, evitando así el desgaste prematuro de contactos que puede originar averías y accidentes.

Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel, cercanías de líneas eléctricas), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m si la tensión es igual o superior a 50 kV y a menos de 3 m para tensiones inferiores. Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos y, de no ser factible, se protegerá la línea mediante una pantalla de protección.

En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión, como norma de seguridad el gruista deberá permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultáneo entre ésta y tierra.

Además de seguir las instrucciones contenidas en el Manual de Mantenimiento en el que el constructor recomienda los tipos de aceites y líquidos hidráulicos que han de utilizarse y se indican las revisiones y plazos con que han de efectuarse, es de vital importancia revisar periódicamente los estabilizadores prestando particular atención a las partes soldadas por ser los puntos más débiles de estos elementos, que han de verse sometidos a esfuerzos de especial magnitud.

Los elementos auxiliares tales como cables, cadenas y aparejos de elevación en uso deben ser examinados enteramente por persona competente por lo menos una vez cada 6 meses.

Con propósitos de identificación, de modo que puedan llevarse registros de tales exámenes, debe marcarse un número de referencia en cada elemento y en el caso de eslingas se fijará una marca o etiqueta de metal numerada. En el registro se indicará el número, distintivo o marca de cada cadena, cable o aparejo, la fecha y número del certificado de la prueba original, la fecha en que fue utilizado por primera vez, la fecha de cada examen así como las particularidades o defectos encontrados que afecten a la carga admisible de trabajo y las medidas tomadas para remediarlas.

Las maniobras de las grúas conllevan grandes responsabilidades por lo que solamente deben

confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las capacidades visuales y auditivas, tendencia al vértigo, impedimentos físicos de otra naturaleza, etc.) dotadas de rapidez de decisión y de reacción y que posean los conocimientos técnicos precisos.

Mediante un cuidadoso examen médico y psicotécnico es posible realizar una selección previa del personal apto, pero su especialización en maniobras con la grúa requiere también efectuar, con resultado positivo, un período de instrucción teórica y de enseñanza práctica como ayudante de maquinista calificado.

La óptima posición del cuerpo humano es la postura de sentado y en su defecto la de pie-sentado y por ello, en las máquinas que disponen de cabina de control y mando es esencial un asiento cómodo para el gruista, que debe estar situado de tal forma que permita la máxima visión de todas las operaciones de izado.

La cabina de la grúa estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort. Asimismo estará protegida contra ruidos y vibraciones.

Los controles de la máquina deben quedar al alcance del gruista, de modo que puedan accionarse sin esfuerzos innecesarios.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

Quando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea:

- Manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Señalizar los caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.
- Forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones
- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.
- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.
- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

No obstante para este tipo de situaciones se considerará el R.D 614/2001, de 8 de junio sobre disposiciones mínimas de protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (anexo V que regula la ejecución de trabajos en proximidad de elementos en tensión).

27.1.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad

- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante

27.2. Camión hormigonera

27.2.1. Riesgos laborales

- ✓ Accidentes de circulación
- ✓ Atropello de personas
- ✓ Vuelco de la máquina
- ✓ Caída en el interior de una zanja
- ✓ Riesgo de golpes a terceros con la canaleta
- ✓ Riesgo de proyección de partículas
- ✓ Electrocución
- ✓ Quemaduras
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos en circulación o vuelco

27.2.2. Medidas preventivas a adoptar

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

La hormigonera deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

La hormigonera se mantendrá en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial.

Habrà leído y entendido el manual de instrucciones de la máquina.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con hormigonera ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo de la hormigonera antes de usarla por primera vez. Deberà conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando de control, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobra y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar la hormigonera cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Informarse cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos en el interior de la obra, de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsibles las áreas donde puedan estar presentes los vehículos y la maquinaria. De esta forma, se contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

Adecuar la velocidad a las condiciones de trabajo y al estado del terreno, respetando siempre la velocidad máxima establecida en la obra.

En las zona donde trabaje, estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

En los caminos de circulación de maquinaria móvil se señalizará, indicando velocidades máximas permitidas, prioridades, prohibición de circular peatones, etc y se evitará la acumulación de polvo, barro, etc.

En los periodos de descanso, no se permanecerá bajo la sombra proyectada por los vehículos. No obstante, el conductor no pondrá el vehículo en marcha si antes de cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

El maquinista que necesite realizar maniobras, se asegurará de que tiene suficiente visibilidad, ya que puede haber operarios que no se vean desde la cabina del conductor. En estos casos se pedirá la ayuda a un operario para que actúe de señalista que guíe la operación.

En la conducción de maquinaria cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Si se transporta una carga se conducirá cuesta arriba o se retrocederá cuesta abajo.
- No transportando carga ninguna se conducirá cuesta abajo o retrocederá cuesta arriba.
- Para evitar la caída en excavaciones o en el agua, se circulará a distancias de seguridad de zanjas, taludes, terraplenes o alteraciones del terreno que puedan posibilitar el vuelco de la máquina, colocando señalización de advertencia y barreras o topes de final de recorrido, perfectamente señalizados y anclados.
- No obstante todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la hormigonera en los trabajos en pendientes, de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

La hormigonera por combustible líquido (gas-oil) y genera humos de escape (monóxido de carbono) que afectan a la respiración, por lo que se evitará trabajar en recinto cerrado, y en tal caso se adoptarán medidas para que se produzca una ventilación y renovación del aire.

No se almacenará trapos grasientos, ni material fácilmente inflamable en el habitáculo de conductor, que estará provisto de extintor.

La hormigonera tanto por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

Se señalizará los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

Se tratará de proteger y señalizar los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso. Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar sobrecargas.

En las excavaciones se adoptarán medidas de prevención para proteger a los trabajadores de los riesgos de desprendimientos del terreno.

Antes de comenzar los trabajos de demolición y movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de la hormigonera.

Toda hormigonera estará concebida para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales, así como los vehículos o maquinaria móvil deben mantenerse alejado de los bordes de la coronación de las zanjas, así como evitar su caída mediante barandillas, topes, barreras, etc.

Deben preverse caminos de circulación distintos para maquinaria móvil y trabajadores, respetándose las distancias de seguridad del radio de acción de las máquinas.

Prevenir la irrupción accidental de agua, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores nocivos, garantizando una ventilación que mantenga la atmósfera apta para la respiración.

La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberá pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.

No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.

El vehículo camión hormigonera debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.

Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes.

Deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.

Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue.

Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.

Las canaletas auxiliares deben ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre.

Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.

Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa el camionero y el operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evoluciones del mismo.

Si por la situación del gruista se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos.

Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.

Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

Cuando un camión circula por el lugar de trabajo es indispensable dedicar un obrero para que vigile que la ruta del vehículo esté libre antes de que éste se ponga en marcha hacia adelante y sobre todo hacia atrás.

Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo, haya un espacio suficiente para apearse.

Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.

Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.

En cuanto a los trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser ejecutado, cerciorarse de que se encuentran en buen estado, hacer el debido uso, al terminar el trabajo guardarlas en la caja o cuarto dedicado a ello. Cuando se utilizan pistolas de engrase a presión nunca se deben colocar las manos frente a las toberas de salida.

En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).
- Si no fuera posible, se colocará barrera o avisos para que se mantengan alejado de la misma.
- En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura, o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo la vigilancia del “trabajador autorizado”, quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que

puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pódicos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamientos necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión, y antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con la hormigonera, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos. Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

27.2.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante

27.3. Plataforma elevadora

27.3.1. Riesgos laborales

- ✓ Atropello de personas y colisión con otras máquinas o vehículos
- ✓ Vuelco de la máquina
- ✓ Contactos eléctricos
- ✓ Caídas a distinto nivel
- ✓ Incendio y quemaduras

27.3.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Se circulará a velocidad moderada y se respetará en todo momento la señalización dispuesta en la zona de trabajo, atendiendo las indicaciones del posible personal auxiliar para maniobras.

Cuando se circule marcha atrás se pondrá en funcionamiento el avisador acústico y se verificará el funcionamiento de la luz blanca de marcha atrás.

El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos, previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Se establecerán caminos separados de acceso para maquinaria y peatones. Además estos caminos estarán perfectamente señalizados.

Si se tienen que realizar trabajos en altura, éstos se realizarán con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva. Si por la naturaleza del trabajo, ello no fuera posible, deberán de disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arneses de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Los vehículos y maquinaria para manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

Los vehículos y maquinaria para manipulación de materiales se mantendrán en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de los vehículos y/o maquinaria para manipulación de materiales.

Toda la maquinaria para manipulación de materiales, estarán concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

En los vehículos dotados con plataforma elevadora capacitados para elevar a los operarios en trabajos de altura deberán de cumplir con su normativa específica.

Los aparatos elevadores y los accesorios de elevación deberán de ajustarse a lo dispuesto a su normativa específica, tendrán un buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

Como medidas importantes para prevenir accidentes en los vehículos dotados de plataforma hidráulica para realización de trabajos en altura se realizarán las siguientes comprobaciones:

Antes de parar la plataforma se comprobará la estabilidad del terreno.

- En todo caso se utilizarán adecuadamente los gatos estabilizadores del terreno.
- Serán conducidos y manejados por personal cualificado para ello.
- Periódicamente se realizarán las revisiones necesarias.
- En la plataforma elevadora se evitará transportar materiales que no sean las propias herramientas del operario.
- En la plataforma elevadora estará indicada el peso máximo admisible y altura máxima de elevación, así como número máximo de operarios.
- Será obligatorio la utilización de arneses anticaídas como medida de seguridad para evitar la caída del operario al vacío.

En la zona de obras, las maniobras con plataforma elevadora deberán ser avisadas a peatones y vehículos, disponiendo para ello de las señalizaciones necesarias para ello, así como disponer de un operario (señalista) que auxilie al operario que se encuentra subido en la plataforma y especialmente en terrenos irregulares o con obstáculos, así mismo otro operario (señalista) que regule el tráfico rodado, dotado de ropa de trabajo o prenda de color a amarillo flúor o naranja con bandas reflectantes que permitan señalar su presencia de manera que destaque y sea visible para los vehículos y maquinaria móvil, que indicará con una paleta de señalización manual la entrada y salida de la maquinaria móvil, así como la paralización o desvío del tráfico rodado. Su situación será precedida por una señal de advertencia de “peligros por obras”.

En la conducción de maquinaria para manipulación de materiales cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Si transportando la carga se conducirá cuesta arriba o se retrocederá cuesta abajo.
- No transportando carga ninguna se conducirá cuesta abajo o retrocederá cuesta arriba.
- Todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la maquinaria móvil en los trabajos en pendientes, de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).

- Si no fuera posible, se colocará barrera o avisos para que se mantengan alejado de la misma.
- En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Recomendaciones para el trabajo con maquinaria de elevación en proximidad de líneas eléctricas aéreas:

- Cuando se trabaje en proximidad de una línea eléctrica aérea, manejar la maquinaria de elevación a menor velocidad que la habitual.
- Tomar precauciones cuando se esté cerca de algún tramo largo, entre los soportes de una línea eléctrica aérea, dado que el viento puede mover lateralmente el tendido eléctrico y reducir la distancia entre éste y la maquinaria de elevación.
- Señalizar los caminos seguros cuando la maquinaria de elevación deba circular de forma frecuente en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Tomar precauciones cuando se circule sobre terrenos que puedan provocar oscilaciones o vaivenes de la maquinaria móvil en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Mantener a los trabajadores retirados de la grúa mientras trabaja en la proximidad de una línea eléctrica aérea.
- Prohibir que se toque la maquinaria de elevación o sus elementos hasta que el trabajador autorizado indique que puede hacerse.

Forma de proceder, en el caso de un contacto eventual de la maquinaria de elevación con una línea eléctrica en tensión, para evitar electrocuciones

- El operador de la maquinaria debe permanecer en el interior de la cabina.
- Los demás trabajadores deben mantenerse lejos de la maquinaria afectada y de su carga.
- El operador de la maquinaria móvil deberá tratar de separar la maquinaria moviéndola en sentido contrario al que ha provocado el contacto.
- Si la maquinaria móvil no puede separarse, el operador debe permanecer en el interior de la cabina hasta que la línea sea desconectada.

27.3.3. Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo adecuada y cinturón de seguridad anticaídas o arnés
- Casco de seguridad
- Gafas anti-impactos
- Calzado de seguridad (con puntera reforzada)
- Guantes de protección frente a riesgos de origen mecánico
- Guantes de protección frente a riesgos eléctricos
- Calzado de seguridad frente a riesgos eléctricos

27.4. Retroexcavadora mixta

27.4.1. Riesgos laborales

- ✓ Accidentes de circulación
- ✓ Atropello de personas

- ✓ Vuelco de la máquina
- ✓ Caída en el interior de una zanja
- ✓ Electrocuación
- ✓ Quemaduras
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos en circulación o vuelco

27.4.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

La retrocargadora deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

Las retrocargadoras se mantendrán en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial, que habrá leído y entendido el manual de instrucciones de la máquina.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con retrocargadora ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo de la retrocargadora antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando de control, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobra y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No se utilizará la retrocargadora cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se informará cada día de los trabajos realizados que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulación de maquinaria y vehículos en el interior de la obra, de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsibles las áreas donde puedan estar presentes los vehículos y la maquinaria. De esta forma, se contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

Se adecuará la velocidad a las condiciones de trabajo y al estado del terreno, respetando siempre la velocidad máxima establecida en la obra.

Las zona donde trabaje estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

En los caminos de circulación de maquinaria móvil se señalizará, indicando velocidades máximas

permitidas, prioridades, prohibición de circular peatones, etc y se evitará la acumulación de polvo, barro, etc.

En los periodos de descanso, no se permanecerá bajo la sombra proyectada por los vehículos. No obstante, el conductor no pondrá el vehículo en marcha si antes de cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

El maquinista que necesite realizar maniobras, se asegurará de que tiene suficiente visibilidad, ya que puede haber operarios que no se vean desde la cabina del conductor. En estos casos se pedirá la ayuda a un operario para que actúe de señalista que guíe la operación.

En la conducción de maquinaria cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- -Si se transporta una carga se conducirá cuesta arriba o se retrocederá cuesta abajo.
- -No transportando carga ninguna se conducirá cuesta abajo o retrocederá cuesta arriba.
- -Para evitar la caída en excavaciones o en el agua, se circulará a distancias de seguridad de zanjas, taludes, terraplenes o alteraciones del terreno que puedan posibilitar el vuelco de la máquina, colocando señalización de advertencia y barreras o topes de final de recorrido, perfectamente señalizados y anclados.
- -No obstante todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la retrocargadora en los trabajos en pendientes, de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

La retrocargadora alimentada por combustible líquido (gas-oil) y debido a que los humos de escape (monóxido de carbono) afectan a la respiración, se evitará trabajar en recinto cerrado, y en tal caso se adoptarán medidas para que se produzca una ventilación y renovación del aire.

No se transportará en ninguna retrocargadora a personas distintas al conductor si la máquina no está habilitada para ello.

No se almacenará trapos grasientos, ni material fácilmente inflamable en el habitáculo de conductor, que estará provisto de extintor.

La retrocargadora tanto por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

Se señalará los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se señalarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

Se tratará de proteger y señalar los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso. Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar sobrecargas.

En las excavaciones se adoptarán medidas de prevención para proteger a los trabajadores de los riesgos de desprendimientos del terreno.

Antes de comenzar los trabajos de demolición y movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de la retrocargadora.

Toda retrocargadora estará concebida para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso

de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales, así como los vehículos o maquinaria móvil deben mantenerse alejado de los bordes de la coronación de las zanjas, así como evitar su caída mediante barandillas, topes, barreras, etc.

Deben preverse caminos de circulación distintos para maquinaria móvil y trabajadores, respetándose las distancias de seguridad del radio de acción de las máquinas.

Debe prevenirse la irrupción accidental de agua, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores nocivos, garantizando una ventilación que mantenga la atmósfera apta para la respiración.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).
- Si no fuera posible, se colocará barrera o avisos para que se mantengan alejado de la misma.
- En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura, o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo la vigilancia del “trabajador autorizado”, quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pórticos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamientos necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión, y antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con la retrocargadora, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos. Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

27.4.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad

- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante

27.5. Minicargadora de neumáticos

27.5.1. Riesgos laborales

- ✓ Accidentes de circulación
- ✓ Atropello de personas
- ✓ Vuelco de la máquina
- ✓ Caída en el interior de una zanja
- ✓ Electrocuci3n
- ✓ Quemaduras
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Atropello o golpes con vehículos en circulaci3n o vuelco

27.5.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estar3 provista de su Marcado CE, declaraci3n de conformidad y manual de instrucciones en espa3ol. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedir3 un certificado de que la m3quina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

La minicargadora deber3 ajustarse a lo dispuesto en su normativa espec3fica, estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonom3a.

La minicargadora se mantendr3 en buen estado y se utilizar3 correctamente por personal y conductores que recibir3n una formaci3n especial, que habr3 le3do y entendido el manual de instrucciones de la m3quina.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con minicargadora ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de m3quina.

El operario debe familiarizarse con el manejo de la minicargadora antes de usarla por primera vez. Deber3 conocer la funci3n y sentido de funcionamiento de cada mando de control, la forma de parar r3pidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la m3quina, el espacio necesario para maniobra y la misi3n de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar la minicargadora cuando se detecte alguna anomal3a durante la inspecci3n diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la m3quina y a la empresa alquiladora.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo espec3fico ser3n realizadas por personal capacitado con formaci3n espec3fica en dichas operaciones.

Se realizar3 las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Informarse cada d3a de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realizaci3n simult3nea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Previamente al comienzo de los trabajos se deben conocer los itinerarios establecidos para la circulaci3n de maquinaria y veh3culos en el interior de la obra , de forma que quede limitada la zona de riesgo y sean previsibles las 3reas donde puedan estar presentes los veh3culos y la maquinaria. De esta forma, se

contribuirá a evitar atropellos de personas y posibles accidentes de circulación con otros vehículos.

Adecuar la velocidad a las condiciones de trabajo y al estado del terreno, respetando siempre la velocidad máxima establecida en la obra.

En las zona donde trabaje, estarán señalizadas con cinta de balizamiento o malla naranja, de forma que cualquier operario que se aproxime conozca la actuación de la máquina.

Se planificará la circulación de maquinaria móvil de forma que se evite la presencia simultánea de maquinaria en movimiento y trabajadores o viandantes, estableciendo distancias de seguridad y haciendo uso de la señalización de advertencia acústica y luminosa, para advertir de su presencia, manteniéndose alejados del radio de acción de las máquinas.

En los caminos de circulación de maquinaria móvil se señalizará, indicando velocidades máximas permitidas, prioridades, prohibición de circular peatones, etc y se evitará la acumulación de polvo, barro, etc.

En los periodos de descanso, no se permanecerá bajo la sombra proyectada por los vehículos. No obstante, el conductor no pondrá el vehículo en marcha si antes de cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

El maquinista que necesite realizar maniobras, se asegurará de que tiene suficiente visibilidad, ya que puede haber operarios que no se vean desde la cabina del conductor. En estos casos se pedirá la ayuda a un operario para que actúe de señalista que guíe la operación.

En la conducción de maquinaria cuando se realicen trabajos en terrenos con pendiente habrá que considerar que:

- Si se transporta una carga se conducirá cuesta arriba o se retrocederá cuesta abajo.
- No transportando carga ninguna se conducirá cuesta abajo o retrocederá cuesta arriba.
- Para evitar la caída en excavaciones o en el agua, se circulará a distancias de seguridad de zanjas, taludes, terraplenes o alteraciones del terreno que puedan posibilitar el vuelco de la máquina, colocando señalización de advertencia y barreras o topes de final de recorrido, perfectamente señalizados y anclados.
- No obstante todas las maniobras se realizarán teniendo en cuenta las especificaciones que establezca el manual de instrucciones de la minicargadora en los trabajos en pendientes, de forma que no se ponga en peligro la estabilidad de la máquina y pueda producir su vuelco.

La minicargadora está alimentada por combustible líquido (gas-oil) y debido a que los humos de escape (monóxido de carbono) afectan a la respiración, se evitará trabajar en recinto cerrado, y en tal caso se adoptarán medidas para que se produzca una ventilación y renovación del aire.

No se transportará en ninguna minicargadora a personas distintas al conductor si la máquina no está habilitada para ello.

No se almacenará trapos grasientos, ni material fácilmente inflamable en el habitáculo de conductor, que estará provisto de extintor.

La minicargadora tanto por su movilidad o por las cargas que desplace supongan un riesgo para la seguridad de los trabajadores en sus proximidades, deben ir provistas de una señalización acústica de advertencia.

Se señalizará los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.

Se colocará a lo largo de la obra letreros y señales que adviertan de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas.

Se tratará de proteger y señalizar los bordes de excavaciones a una distancia que impida que la maquinaria pesada se aproxime en exceso. Se impedirá el acopio excesivo de tierras a bordes de excavación, con el fin de evitar sobrecargas.

En las excavaciones se adoptarán medidas de prevención para proteger a los trabajadores de los riesgos de desprendimientos del terreno.

Antes de comenzar los trabajos de demolición y movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Deberán adoptarse medidas preventivas que evite la caída en las excavaciones de la minicargadora.

Toda minicargadora estará concebida para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco de la máquina y contra la caída de objetos.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales, así como los vehículos o maquinaria móvil deben mantenerse alejado de los bordes de la coronación de las zanjas, así como evitar su caída mediante barandillas, topes, barreras, etc.

Deben preverse caminos de circulación distintos para maquinaria móvil y trabajadores, respetándose las distancias de seguridad del radio de acción de las máquinas.

Prevenir la irrupción accidental de agua, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

Se comprobará la ausencia de gases y vapores nocivos, garantizando una ventilación que mantenga la atmósfera apta para la respiración.

En el caso de líneas aéreas de tendido eléctrico, que puedan afectar al trabajo de la maquinaria, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Será necesario desviarlas o dejarlas sin servicio (sin tensión).
- Si no fuera posible, se colocará barrera o avisos para que se mantengan alejado de la misma.
- En caso de tener que circular bajo el tendido eléctrico se utilizará señalización de advertencia y protección de delimitación de altura.

Cuando existan líneas eléctricas aéreas en las inmediaciones de la zona de trabajo, para llevar a cabo eficazmente las medidas preventivas es necesario realizar un estudio previo de la situación, teniendo en cuenta para ello la necesidad de analizar los movimientos de las máquinas, equipos y materiales que puedan entrar en contacto con los elementos en tensión o invadir las zonas de peligro, con el fin de delimitar restringir los movimientos y/o desplazamientos de las máquinas, de manera que no invadan las zonas de peligro.

Deben tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de conductores con tensión que puedan caer sobre los trabajadores o maquinaria debido a una rotura, o el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

Cuando los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación que pudiese alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberá instalar barreras o dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo, asimismo la vigilancia del “trabajador autorizado”, quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

Cuando sea necesario transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro se prevendrá este riesgo con la instalación de pórticos limitadores de altura convenientemente señalados.

Cuando los trabajadores deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamientos necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión, y

antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con la minicargadora, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos. Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se suprimirá la tensión antes de iniciar la excavación.

27.5.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante

27.6. Compactador vibratorio de rodillo

27.6.1. Riesgos laborales

- ✓ Caídas al mismo nivel y distinto nivel
- ✓ Vuelco de la bandeja vibrante
- ✓ Inhalación monóxido carbono
- ✓ Ruido y vibraciones
- ✓ Sobreesfuerzo

27.6.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con el compactador vibratorio de rodillo accionado por motor de combustión ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina y habrá leído y entendido el manual de instrucciones de la máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo del rodillo vibrante manual tándem antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función de cada interruptor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, la forma de parar rápidamente el motor y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar el compactador vibratorio de rodillo cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier o cualquier modificación del compactador vibratorio de rodillo, sólo podrán ser realizadas por personal especializado.

Se informará cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Mantener siempre una distancia de seguridad cuando se trabaje cerca de las excavaciones, zanjas, taludes o desniveles.

Verificar que el suelo o subsuelo a compactar tiene una capacidad suficiente para sustentar el peso

del rodillo vibrante manual tandem.

Cuando se trabaje en lugares cerrados, asegurarse que existe una buena ventilación antes de poner en marcha el motor.

No utilizar nunca en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, disolvente, combustible, etc).

Conocer la situación y profundidad de las conducciones de servicio enterradas en el suelo.

Nunca pasar sobre conducciones eléctricas.

Usar los anclajes para elevación o sujeción dispuestos en la máquina para el transporte a grandes distancias.

Para repostar combustible, elegir un lugar protegido de la luz solar directa.

El vapor de gasolina es invisible y puede desplazarse a través del aire hasta lugares considerablemente alejados de la zona de manipulación. Efectuar dicha tarea manteniendo siempre una distancia mínima de seguridad respecto a cualquier fuente de ignición.

Asegurarse que los envases llevan tapones de seguridad y que estén debidamente etiquetados.

Una vez terminada la recarga de combustible, asegurarse de haber vuelto a colocar todos los tapones de seguridad antes de continuar trabajando.

Verificar que el compactador vibratorio de rodillo no posee daños estructurales evidentes, ni presente fugas de líquidos.

Comprobar que los dispositivos de protección están bien colocados y cerrados, sobre todo el tapón del depósito de combustible.

Verificar que los niveles de combustible, aceite del motor, aceite hidráulico y agua del sistema de riego sean los establecidos por el fabricante.

Comprobar que el compactador vibratorio de rodillo no esté sucio con materiales aceitosos o inflamables. Mantener la empuñadura limpia y seca.

Verificar las aberturas de ventilación del motor permanecen limpias y que el filtro de admisión de aire no está obstruido.

Asegurar que las placas de información y advertencia permanezcan limpias y en buen estado.

Verificar que la regulación del brazo de tiro es la adecuada para la altura de trabajo óptima.

En la utilización del compactador vibratorio de rodillo:

- Antes de arrancar el motor, verificar que en primer lugar la palanca de aceleración se encuentra en posición neutra y que el interruptor de vibración está desconectado.
- Comprobar que no haya personas en el radio de acción del rodillo vibrante manual tandem y asegurar en todo momento que nadie pueda permanecer dentro de dicho radio durante su uso.
- Seguir las indicaciones del fabricante para arrancar rodillo vibrante manual tandem. Una vez en marcha, verificar el buen funcionamiento de los indicadores y comprobar mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
- Guiar la plancha desde la posición de conducción mediante la empuñadura del brazo de tiro. No bloquear los dispositivos de maniobra que se regulan automáticamente.
- Antes de invertir el sentido de la marcha de la plancha, comprobar que haya espacio suficiente y que no existan zanjas, taludes, pendientes, obstáculos, etc.
- Emplear el grado de vibración adecuado según el tipo de material a compactar. Ajustar la velocidad de

desplazamiento al tipo y condición del terreno a compactar.

- No hacer funcionar el rodillo vibrante manual tandem con el sistema de vibración conectado sobre suelos fuertemente helados y sobre superficies duras como hormigón o asfalto compactado.
- Al trabajar en pendientes hacerlo hacia arriba o abajo, evitando realizar giros. No situarse nunca en la dirección de caída de la máquina.
- No trabajar nunca en pendientes superiores a las recomendadas por el fabricante. La pendiente recomendada no significa que se pueda maniobra con total seguridad en la misma en cualquier condición de terreno o maniobra.
- No trabajar nunca en dirección transversal a la pendiente.
- Evitar el usar del rodillo vibrante manual tandem de forma continuada por un mismo operador durante largos periodos de tiempo. Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos. Es recomendable establecer periodos de descanso.
- Agarrar la empuñadura con la menor fuerza posible, siempre compatible con un uso seguro.
- Cuando se trabaje en ambientes fríos, es recomendable utilizar guantes para mantener las manos lo más caliente posibles, ya que esto reducirá el efecto de las vibraciones.
- Seguir las recomendaciones del fabricante para detener el motor. No detener el motor a plena marcha. No abandonar el rodillo vibrante manual tandem, mientras el motor permanezca en funcionamiento.
- Estacionar el rodillo vibrante manual tandem sobre una superficie lo más nivelada y resistente posible. Al final de la jornada, guardar la bandeja en un lugar limpio, seco, protegido de las inclemencias del tiempo y del uso por personas no autorizadas.
- Repostar el combustible en áreas bien ventiladas con el motor parado.
- No fumar durante la utilización del rodillo vibrante manual tandem o al repostar combustible. Evitar la proximidad de operaciones que puedan generar un foco de calor. No guardar trapos grasientos o materiales inflamables cerca del motor o del tubo de escape.
- El combustible debe verterse en el depósito con la ayuda de un embudo. En caso de derramar combustible, no poner en marcha el motor hasta haber limpiado la zona.
- No tocar las partes que puedan parecer que están calientes y puedan producir quemaduras.

27.6.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Gafas contra las proyecciones
- Mascarilla para partículas sólidas
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante
- Protectores auditivos
- Muñequeras
- Cinturón dorsolumbar

27.7. Vibrador de hormigón

27.7.1. Riesgos laborales

- ✓ Atrapamiento por y entre objetos
- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Golpes con objetos
- ✓ Quemaduras
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Niveles elevados de ruido
- ✓ Ambiente pulvígeno
- ✓ Cortes y/amputaciones
- ✓ Vibraciones

27.7.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

En la utilización de vibrador de hormigón solo debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente formado en el manejo de este tipo de máquina.

El operador debe conocer su manejo, conociendo la función de cada interruptor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, la forma de parar rápidamente el motor y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar el vibrador cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso, informar inmediatamente al responsable de la máquina o empresa alquiladora.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier modificación del vibrador de hormigón sólo podrán ser realizadas por personal especializado de la empresa suministradora.

Realizar siempre las operaciones de vibrado sobre una superficie estable, nivelada y lo más limpia y ordenada posible.

Nunca trabajar sobre paneles de encofrado, muros, pilares, etc que suponen riesgo de caídas, sino sobre plataforma de trabajo.

Verificar antes de acceder a la zona de vibrado que el sistema de encofrado reencuentra en buen estado (verticalidad, nivelación, sujeción de puntales, etc).

Evitar trabajar en el interior de zanjas. Emplear cuando sea posible plataforma de trabajo dispuesta perpendicularmente a la zanja con una anchura mínima de 60 cm.

No utilizar nunca el vibrador en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamiento de materiales inflamables como pintura, combustible, etc).

Antes de conectar el motor a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en la placa de características.

Antes de conectar el motor a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en la placa de características de la máquina.

La conexión debe realizarse mediante clavijas estancas de intemperie. No sobrecargar el enchufe empleando adaptadores. No realizar conexiones directas hilo-enchufe.

Comprobar que el punto de alimentación eléctrica dispone de interruptor diferencial, interruptor

magnetotérmico y base con toma de tierra. No anular estos dispositivos.

Cuando de emplean alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra. Verificar siempre la continuidad del cable de tierra.

Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, balsas de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles.

Proteger el conductor eléctrico cuando discurra por zonas de trabajadores o vehículos. Mantener elevado el conductor siempre que sea posible.

No utilizar el vibrador a la intemperie bajo condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, iluminación insuficiente, velocidad elevada del viento, etc).

Situar el motor del vibrador en una superficie estable, nivelada, libre de materiales y objetos, seca y lo más limpia posible.

Evitar situar el motor del vibrador cerca de bordes de estructuras o zanjas. En caso necesario, se debe utilizar abrazadera o elementos similares para asegurarla.

Situar el motor eléctrico en una zona libre de proyecciones de agua, hormigón, etc. No mojar el motor ni manipularlo con las manos mojadas.

Comprobar diariamente en el vibrador de hormigón:

- Que la carcasa del motor no presenta daños estructurales evidentes y mantiene su estanqueidad.
- Que la manguera de transmisión y la aguja vibrante no presentan daños o desgastes excesivos.
- Que el cable eléctrico y la clavija de conexión se encuentran en buen estado.
- Que la longitud de la manguera de transmisión sea suficiente para poder alcanzar la zona de trabajo sin dificultad.

En la utilización del vibrador:

- Antes de poner en marcha el motor, comprobar que tanto la manguera de transmisión como la aguja vibrante está correctamente fijadas. En caso de tener que roscar la tuerca de sujeción de la manguera, no olvidar retirar la llave de ajuste.
- Antes de conectar el cable eléctrico a la toma de corriente, verificar que el interruptor de puesta en marcha del motor está apagado.
- Una vez conectado el cable, pulsar el interruptor de puesta en marcha del motor.
- Una vez puesto en marcha el motor, no mantener funcionando la aguja fuera del hormigón más de 2 minutos. No parar la aguja durante la operación de vibrado.
- Introducir verticalmente en el hormigón la aguja en toda su longitud. No forzar la aguja dentro del hormigón. No emplear el vibrador para arrastrar hormigón horizontalmente.
- Manejar la manguera de transmisión del vibrador sin estirar o dar tirones bruscas. Mantenerla lo más extendida posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.
- Evitar que la aguja vibrante esté funcionando en contacto con objetos sólidos durante largos periodos de tiempo. Mantener la aguja vibrando a una distancia mínima de 7cm de las paredes de los paneles a encofrar.
- Evitar usar el vibrador de forma continuada por un mismo operador durante largos periodos de tiempo. Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por el vibrador. Es recomendable establecer periodos de descanso.
- Agarrar la manguera de transmisión con la menor fuerza posible, siempre compatible con un uso

seguro, para reducir la transmisión de vibraciones a las manos.

- Cuando se trabaje en ambientes fríos, es recomendable utilizar guantes para mantener las manos lo más caliente posibles, ya que se reducirá el efecto de las vibraciones.
- Al finalizar el vibrado, sacar lentamente la aguja del hormigón con movimientos hacia arriba y abajo, pulsar el interruptor de parada del motor y desconectar el cable eléctrico.
- No tocar la aguja vibrante inmediatamente después de haber finalizado el trabajo. Espera un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado.
- Desconectar la manguera de transmisión del motor, limpiar los restos de hormigón con agua a baja presión y guardar los diferentes elementos del vibrador en un lugar limpio, seco, protegido de las inclemencias del tiempo y del uso por personas no autorizadas.

27.7.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Gafas contra las proyecciones
- Mascarilla para partículas sólidas
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante
- Protectores auditivos
- Muñequeras
- Cinturón dorsolumbar

27.8. Compresor móvil accionado por motor de combustión

27.8.1. Riesgos laborales

- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Inhalación monóxido carbono
- ✓ Ruido
- ✓ Vibraciones
- ✓ Contacto eléctrico
- ✓ Sobreesfuerzo
- ✓ Caída y /o vuelco del compresor

27.8.2. Medidas preventivas a adoptar

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con el compresor móvil accionado por motor de combustión ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina. Habrá leído y entendido el manual de instrucciones de la máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo del compresor móvil accionado por motor de combustión antes de usarlo por primera vez. Deberá conocer la función de cada interruptor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, la forma de parar rápidamente el motor y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar el compresor móvil accionado por motor de combustión cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora en su caso.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier o cualquier modificación del compresor móvil accionado por motor de combustión sólo podrán ser realizadas por personal especializado.

Informarse cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Mantener siempre una distancia de seguridad cuando se trabaje cerca de las excavaciones, zanjas, taludes o desniveles.

Verificar que la existencia de protecciones colectivas cuando se deban realizar trabajos sobre superficies horizontales en altura o próximas al borde de zanjas, etc.

Asegurar en todo momento que nadie pueda permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria durante su funcionamiento.

Cuando se trabaje en lugares cerrados, asegurarse que existe una buena ventilación antes de poner en marcha el motor.

No utilizar nunca en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, disolvente, combustible, etc).

Situar el compresor móvil accionado por motor a una distancia mínima de 2 m de paredes o equipos.

Situar el compresor móvil accionado por motor a una distancia mínima de 10 m de la zona de trabajo.

Usar los anclajes para elevación o sujeción dispuestos en la máquina para el transporte a grandes distancias.

Para repostar combustible, elegir un lugar protegido de la luz solar directa, en áreas bien ventiladas con el motor parado y la batería desconectada.

No fumar durante la utilización de la máquina ni al repostar combustible.

Evitar la proximidad de operaciones que puedan generar un foco de calor. No guardar trapos grasientos o materiales inflamables cerca del tubo de escape.

Verter el combustible en el depósito con la ayuda de un embudo para evitar derrames innecesarios. En caso de derrame de combustible, no poner en marcha el motor hasta que no se haya limpiado el líquido derramado.

En caso de disponer en la obra de recipientes de combustible, almacenarlos en un lugar destinado específicamente para ello y señalizarlos con una etiqueta "PELIGRO, PRODUCTO INFLAMABLE", de manera visible.

Se debe disponer de un extintor de incendios en un lugar accesible cerca de compresor móvil accionado por motor.

No tocar el tubo de escape u otras partes del motor mientras el motor esté en marcha o permanezca caliente.

El vapor de gasolina es invisible y puede desplazarse a través del aire hasta lugares considerablemente alejados de la zona de manipulación. Efectuar dicha tarea manteniendo siempre una

distancia mínima de seguridad respecto a cualquier fuente de ignición.

Asegurarse que los envases llevan tapones de seguridad y que estén debidamente etiquetados.

Una vez terminada la recarga de combustible, asegurarse de haber vuelto a colocar todos los tapones de seguridad antes de continuar trabajando.

Verificar que el compresor móvil accionado por motor no posee daños estructurales evidentes, ni presente fugas de líquidos.

Comprobar que los dispositivos de protección están bien colocados y cerrados, sobre todo el tapón del depósito de combustible.

Verificar que los niveles de combustible, aceite del motor, aceite hidráulico y agua del sistema de riego sean los establecidos por el fabricante.

Comprobar que el compresor móvil accionado por motor no esté sucio con materiales aceitosos o inflamables. Mantener la empuñadura limpia y seca.

Verificar las aberturas de ventilación del motor permanecen limpias y que el filtro de admisión de aire no está obstruido.

Asegurar que las placas de información y advertencia permanezcan limpias y en buen estado.

En la utilización del compresor móvil accionado por motor:

- Una vez situado el compresor móvil accionado por motor en el lugar escogido, inmovilizarlo mediante la aplicación del freno de estacionamiento y la colocación de calzos en las ruedas.
- Regular el pivote de nivelación para mantener la lanza de remolque en una posición lo más horizontal posible.
- No es recomendable una inclinación superior al 25%.
- Antes de arrancar el motor, verificar que las válvulas de salida de aire estén cerradas y que no pueda haber nadie manipulando el compresor móvil accionado por motor.
- Seguir las indicaciones del fabricante para arrancar el compresor móvil accionado por motor. Una vez en marcha, verificar el buen funcionamiento de los indicadores, el motor no hace un ruido anormal, no vibra excesivamente ni aumenta considerablemente la temperatura.
- Los valores de presión y velocidad de operación del compresor móvil accionado por motor deberán permanecer siempre dentro de los valores nominales de operación indicados por el fabricante.
- Mantener cerradas las puertas o carcasas protectoras del motor mientras permanezcan en marcha.
- Antes de conectar el útil de trabajo, comprobar que la presión de trabajo del compresor y el caudal de suministro sean compatibles con la herramienta, las mangueras y acoplamientos que se van a utilizar.
- Nunca conectar al compresor una herramienta neumática que no disponga de placa de características, o esta esté borrada.
- Para comenzar a trabajar, conectar en primer lugar la manguera sin forzar la válvula de salida de aire y, a continuación, acoplar la herramienta a la manguera.
- Finalmente sujetar la manguera y abrir suavemente la válvula de salida de aire del compresor.
- No emplear el aire comprimido suministrado por el compresor para otros usos no previstos por el fabricante.
- Al finalizar el trabajo, cerrar en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor móvil accionado por motor.
- Antes de enganchar la herramienta y la manguera de la válvula de salida de aire, hacerle funcionar un

tiempo suficiente para aliviar la presión del sistema.

- Seguir las indicaciones del fabricante para detener el motor de la máquina.
- Bloquear la máquina para impedir su utilización por personal no autorizado.
- No inflar las ruedas por encima de la presión indicada por el fabricante.
- Durante el inflado de las ruedas se debe permanecer apartado del punto de conexión.

27.9. Hormigonera de combustión

27.9.1. Riesgos laborales

- ✓ Caídas al mismo nivel y distinto nivel
- ✓ Inhalación monóxido carbono
- ✓ Ruido
- ✓ Vibraciones
- ✓ Contacto eléctrico
- ✓ Sobreesfuerzo

27.9.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con la hormigonera ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina. Habrá leído y entendido el manual de instrucciones de la máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo de la hormigonera antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función de cada interruptor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, la forma de parar rápidamente el motor y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar la hormigonera cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier o cualquier modificación de la hormigonera sólo podrán ser realizadas por personal especializado.

Informarse cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

No situar la hormigonera cerca de bordes, taludes o cortes del terreno a no ser que dispongan de protecciones colectivas efectivas.

No situar la hormigonera bajo zonas de circulación de cargas suspendidas ni en zonas de paso de maquinaria o personas.

Sólo se podrá trabajar con la hormigonera en lugares cerrados, cuando se pueda asegurar que existe ventilación para que no se produzcan intoxicaciones por monóxido de carbono.

No utilizar la hormigonera en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables).

Para traslados en distancias cortas, poner el tambor en posición vertical con la boca hacia abajo,

levantar la lanza y empujar la máquina mirando en el sentido de la marcha.

Verificar que la hormigonera no posea daños estructurales evidentes, ni presente fugas de líquidos.

Comprobar que las protecciones del motor y de la corona y de las correas de accionamiento están bien colocadas.

Verificar que el volante de giro del tambor y el freno de basculamiento del mismo correctamente.

Comprobar que los niveles de combustibles y aceite del motor sean los establecidos por el fabricante.

Verificar que las aberturas de ventilación del motor y el filtro de admisión no están obstruidos.

Asegurar que las placas de información y advertencia dispuestas sobre la hormigonera permanecen limpias y en buen estado.

Seguir las indicaciones del fabricante para arrancar el motor de la hormigonera.

Evitar soltar de golpe la empuñadura de arranque al poner en marcha el motor. Ceder despacio para que la cuerda vuelva suavemente hasta su posición inicial.

Se recomienda que la puesta en marcha de la máquina se haga hasta su posición inicial.

Se recomienda que puesta en marcha de la máquina se haga con el tambor vacío.

Efectuar el llenado y vaciado del motor, comprobar que no haya personas en su radio de acción.

Para descargar el material, pisar sobre el pedal para desenclavar el volante de giro y, a continuación, girar suavemente el volante para bascular el tambor.

Mantener la carcasa de motor cerrada y las protecciones de la corona y de la correa de accionamiento correctamente fijadas durante el uso de la hormigonera.

No introducir herramientas o partes del cuerpo dentro del tambor de la hormigonera.

Evitar el contacto de herramientas o similares con las partes móviles de la máquina.

Parar la hormigonera cuando se quiera hacer alguna operación dentro del tambor.

No abandonar la hormigonera con el motor en funcionamiento.

Parar el motor siguiendo las instrucciones del fabricante y bloquear la hormigonera para impedir su utilización por personal no autorizado.

Para largos periodos de inactividad, se recomienda mantener el tambor en posición vertical con la boca abajo.

Repostar el combustible con el motor parado y frío y la llave de combustible cerrada.

No fumar y evitar la proximidad de operaciones que puedan generar un foco de calor.

No guardar trapos grasientos o materiales inflamables en las proximidades del motor hasta no haber limpiado el líquido derramado.

En caso de disponer en la obra de recipientes de combustible, éstos deberán ser almacenados en un lugar destinado específicamente para ello y estar señalizados con etiqueta de "PELIGRO, PRODUCTO INFLAMABLE".

Rellenar el depósito de aceite del motor con el motor parado y frío. Emplear gafas anti proyecciones y guantes durante esta operación.

La limpieza se llevara con el motor parado.

Emplear agua a baja presión evitando apuntar directamente al motor.

No golpear nunca el tambor para romper las acumulaciones de mezcla seca.

27.9.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Gafas contra las proyecciones
- Mascarilla para partículas sólidas
- Ropa de trabajo
- Guantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante
- Protectores auditivos
- Muñequeras
- Cinturón dorsolumbar

27.10. Martillo rompedor hidráulico

27.10.1. Riesgos laborales

- ✓ Atrapamiento por y entre objetos
- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Golpes con objetos
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Niveles elevados de ruido
- ✓ Ambiente pulvígeno y vibraciones

27.10.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

El martillo neumático deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

El martillo neumático portátil se mantendrá en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial y que habrán leído y entendido el manual de instrucciones del martillo neumático.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con el martillo neumático ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina.

El martillo neumático ha de ser utilizado por trabajadores designados para ello, que recibirán una formación específica adecuada.

El operario debe familiarizarse con el manejo de el martillo neumático antes de usarlo por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando de control, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobra y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar el martillo neumático cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se informará cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

En caso de tener que realizar trabajos en altura, siempre se hará desde una superficie estable, nivelada y lo más limpia y ordenada posible.

Nunca trabajar sobre paneles de encofrado, muros, pilares, etc que suponen riesgo de caídas, sino sobre plataforma de trabajo.

Verificar que no pueda existir un riesgo de caída de objetos desde altura originados por el trabajo con el propio martillo o por la realización de trabajos en niveles superiores.

Inspeccionar el terreno circundante para detectar la posibilidad de que se puedan producir desprendimientos por las vibraciones transmitidas por el martillo.

Emplear mangueras y conexiones correctas, adecuadas a la presión y caudal de trabajo y con grado de resistencia acorde al uso.

Evitar que las mangueras que descansan sobre el terreno puedan originar caídas o pisadas por maquinaria móvil. Mantener la manguera desenrollada y alejada del calor, aristas vivas o partes móviles. No depositar materiales sobre ellas.

No hacer funcionar el martillo en atmósferas potencialmente explosivas.

Situar el compresor a una distancia mínima de 10 m de la zona de trabajo.

Verificar que la presión de trabajo de compresor y caudal de aire suministrado sean compatibles con las especificaciones técnicas del martillo neumático.

Antes de conectar el martillo al compresor, verificar que la válvula del compresor esté cerrado. Comprobar que la manguera se encuentra correctamente acoplada.

Antes de accionar el martillo, verificar que la herramienta montada sea la adecuada al trabajo a realizar (picador, perforador o demoledor).

Comprobar que el útil está correctamente fijado en el dispositivo portaherramienta. No debe olvidarse de retirar, en caso necesario, la llave de ajuste de la herramienta.

Colocar o cambiar la herramienta con la válvula de salida de aire del compresor cerrada y sin presión en la manguera. No doblar la manguera para cortar el aire.

No permitir la presencia de otras personas en el radio de acción del martillo tanto al ponerlo en marcha como durante su funcionamiento.

No hacer funcionar el martillo en vacío (sin herramienta o con la máquina elevada).

Manejar el martillo agarrándolo con las dos manos a la altura de la cintura-pecho. Adoptar una postura de equilibrio con ambos pies, manteniéndolos alejados del martillo. No apoyar nunca la herramienta sobre los pies, aunque el martillo esté parado.

No hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha. Los esfuerzos se deben realizar únicamente e el sentido del eje del martillo.

Manejar el martillo evitando tensar la manguera o dando tirones bruscos a la misma. Mantenerla lo más estirada posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.

No levantar el martillo del punto de trabajo hasta que se haya detenido completamente. No tocar la herramienta durante ni inmediatamente después de trabajar.

No dejar el martillo hincado en el suelo, pared o roca.

Evitar usar el martillo de forma continuada por un mismo operador durante largos periodos de tiempo. Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por el vibrador. Es recomendable establecer periodos de descanso.

Para reducir la transmisión de vibraciones, sujetar el martillo con la menor fuerza posible, pero siempre compatible con un uso seguro, y presionarlo ligeramente. No apoyar sobre el martillo otra parte del cuerpo distinta de las manos.

Al finalizar el trabajo, cerrar en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor.

27.10.3. Equipo de protección individual

- Casco de seguridad
- Gafas contra las proyecciones
- Mascarilla para partículas sólidas
- Ropa de trabajo
- Guantes de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforante y antideslizante
- Protectores auditivos
- Cinturón dorsolumbar

27.11. GRUPO ELECTRÓGENO PORTÁTIL

27.11.1. Riesgos laborales

- ✓ Atrapamiento por y entre objetos
- ✓ Caídas al mismo nivel
- ✓ Niveles elevados de ruido
- ✓ Vibraciones

27.11.2. Medidas preventivas y protecciones técnicas

Toda maquinaria o equipo de trabajo estará provista de su Marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en español. En caso de no estar provista un organismo de control autorizado expedirá un certificado de que la máquina o equipo de trabajo cumple con las condiciones de seguridad de normativa vigente.

El grupo electrógeno portátil deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.

El grupo electrógeno portátil se mantendrá en buen estado y se utilizarán correctamente por personal y conductores que recibirán una formación especial, que habrán leído y entendido el manual de instrucciones del grupo electrógeno portátil.

El operario que vaya a desarrollar un trabajo con el grupo electrógeno portátil ha de estar autorizado y estar especializado en el manejo de este tipo de máquina.

El operario debe familiarizarse con el manejo del grupo electrógeno portátil antes de usarlo por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando de control, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para

maniobra y la misión de los diferentes dispositivos de seguridad.

No utilizar el grupo electrógeno cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. Informar inmediatamente al responsable de la máquina y a la empresa alquiladora.

Todas aquellas operaciones de mantenimiento, reparaciones, etc, que supongan un riesgo específico serán realizadas por personal capacitado con formación específica en dichas operaciones.

Se realizará las reparaciones y mantenimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Se informará cada día de los trabajos a realizar que supongan un riesgo, de la realización simultánea de otros trabajos y el estado del entorno de trabajo.

Se situará el grupo electrógeno en una superficie estable, nivelada, limpia y libre de materiales, objetos y de proyecciones de agua, hormigón, etc. No almacenar material inflamable en las cercanías del motor. Se debe evitar situar el grupo electrógeno cerca de bordes de excavaciones, en caso necesario habrá que disponer de elementos para asegurarlo. No se situará el grupo electrógeno en zonas de paso de maquinaria móvil o personas y bajo zonas de circulación suspendidas. Situar en caso necesario las protecciones respecto a circulación de peatones, trabajadores o vehículos.

No mojar el grupo ni manipularlo con las manos mojadas.

Sólo se podrá trabajar con el grupo electrógeno en lugares cerrados si se puede asegurar que exista una buena ventilación antes de poner en marcha el motor.

Evitar que los gases de escape del grupo electrógeno incidan sobre cualquier trabajador.

No utilizar el grupo electrógeno en atmósferas potencialmente explosivas cerca de almacenamientos de materiales inflamables).

Mantener el grupo electrógeno separado, al menos 1m de paredes y otros equipos durante su uso.

Evitar situar el grupo electrógeno a lugar próximo de utilización de la herramienta eléctrica conectada.

Antes de arrancar el motor, verificar que el interruptor de puesta en marcha del alternador esté desconectado y que no aya nada conectado a las bases de salida.

Seguir las indicaciones del fabricante para arrancar el motor del grupo electrógeno. Si el arranque es manual, evitar soltar de golpe la empuñadura de arranque. Ceder despacio para que la cuerda vuelva suavemente hasta su posición inicial.

Una vez en marcha, comprobar que el motor no hace ruido anormal ni vibra excesivamente. Verificar que la temperatura no aumente excesivamente.

Accionar el interruptor del alternador y verificar que el voltaje y frecuencia se corresponde con los valores indicados en la placa informativa del grupo electrógeno.

Antes de conectar un equipo, verificar que la tensión y frecuencia de las bases de salida del grupo se corresponden con las indicada en la placa de características.

La suma de las potencias a consumir por los equipos eléctricos conectados no debe superar la potencia máxima suministrada por el grupo electrógeno.

La conexión de los equipos eléctricos debe realizarse con clavijas normalizadas estancas de intemperie. Nunca realizar conexiones directas hilo-enchufe.

No mover el grupo electrógeno mientras el motor esté en funcionamiento.

Al finalizar los trabajos, desconectar en primer lugar los equipos conectados a las bases de salida del grupo y, a continuación, desconectar el interruptor del alternador.

Finalmente, detener el motor siguiendo las indicaciones del fabricante y cerrar la llave de paso de

combustible. Dejar enfriar el motor antes de recoger el grupo.

Guardar el grupo en un lugar limpio, seco, protegido de las inclemencias del tiempo y donde no pueda ser usado por personal no autorizado.

No abandonar el grupo electrógeno con el motor en marcha al finalizar el trabajo.

Repostar el combustible en áreas bien ventiladas con el motor parado y frío y la llave de combustible cerrada. No fumar durante la operación.

No llenar excesivamente el depósito. Cerrar el tapón una vez repostado.

No guardar trapos grasientos o materiales inflamables cerca del grupo electrógeno. Evitar la proximidad de operaciones que puedan generar un foco de calor.

El combustible deberá verterse en el depósito con la ayuda de embudo para evitar derrames innecesarios. En caso de derramarse combustible, no poner en marcha el motor hasta no haber limpiado y secado completamente el líquido derramado.

Se debe disponer de extintor fácilmente accesible cerca del grupo electrógeno.

No tocar las partes previsiblemente calientes, mientras esté en marcha o permanezca caliente.

Rellenar siempre el depósito de aceite con el motor parado y frío.

27.12. HERRAMIENTAS MANUALES

27.12.1. Conservación de las herramientas en buenas condiciones de uso

- Utilizar las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo que se vaya a realizar.
- Proporcionar entrenamiento apropiado a los usuarios en el manejo de estos elementos de trabajo.
- Realizar transportes adecuados y seguros, protegiendo los filos y puntas y manteniéndolas ordenadas, limpias y en buen estado, en el lugar destinado a tal fin.

27.12.2. Recomendaciones específicas

A continuación se indican las recomendaciones a tener en cuenta, en el manejo de algunas herramientas manuales de uso más frecuente.

Alicates

Existen tres clases diferentes de alicates: universales, de puntas y de corte, debiendo seleccionarse los más apropiados para el trabajo que se pretende realizar.

Antes de utilizar unos alicates es preciso comprobar que no están defectuosos.

En cuanto a su utilización se recomienda:

- No emplear esta herramienta para aflojar o apretar tuercas o tornillos, ya que deforman las aristas de unas y otros, ni para golpear.
- Cuando se precise cortar un hilo metálico o cable, realizar el corte perpendicularmente a su eje, efectuado ligeros giros a su alrededor y sujetando sus extremos para evitar la proyección violenta de algún fragmento.
- Cuando se usen los alicates para trabajos con riesgo eléctrico, deben tener sus mangos aislados.
- No extender demasiado los brazos de la herramienta con el fin de conseguir un mayor radio. Si es preciso, utilizar unos alicates más grandes.

Destornilladores

Para trabajar correctamente con esta herramienta, debe escogerse el destornillador adecuado al tipo de tornillo que se desea apretar o aflojar, en función de la hendidura de su cabeza (ranura, cruz, estrella, etc.) así como de su tamaño, debiendo utilizarse siempre la medida mayor que se ajuste a dicha hendidura.

Antes de utilizar un destornillador debe comprobarse que se encuentra en buen estado.

En cuanto a su utilización, una vez emplazada la punta del destornillador sobre la cabeza del tornillo, el esfuerzo debe realizarse verticalmente, a fin de evitar que resbale la herramienta y pueda provocar lesiones.

La mano libre deberá situarse de forma que no quede en la posible trayectoria del destornillador. A este fin, la pieza que contiene el tornillo debe situarse en lugar firme y nunca debe sujetarse con la mano.

No utilizar el destornillador como palanca o cincel, porque además de propiciar el riesgo de lesiones diversas, se deteriora la herramienta.

Cuando un tornillo se resista a girar debe procederse a su lubricación y no forzar el destornillador con otra herramienta, como los alicates. Asimismo, cuando se gaste o redondee la punta de un destornillador, debe repararse con una piedra de esmeril o una lima, procurando que no pierda el temple por calentamiento. Esta operación deberá realizarse con gafas de seguridad.

Llaves

Estas herramientas son de uso muy extendido en trabajos mecánicos. Cuanto mayor es la abertura de la boca, mayor debe ser la longitud de la llave, a fin de conseguir el brazo de palanca acorde con el esfuerzo de trabajo de la herramienta.

Según el trabajo a realizar existen diferentes tipos de llaves, a saber: de boca fija, de cubo o estrella, de tubo, llave universal llamada también ajustable o llave inglesa y llave hallen.

Siempre que sea posible, utilizar llaves fijas con preferencia a las ajustables.

Elegir siempre la llave que se ajuste perfectamente a la cabeza de la tuerca que se desea apretar o aflojar.

Emplazar la llave perpendicularmente al eje de la tuerca. De no hacerlo así, se corre el riesgo de que resbale.

Para apretar o aflojar tuercas debe actuarse tirando de la llave, nunca empujando. En caso de que la tuerca no salga, debe procederse a su lubricación sin forzar la herramienta. Tampoco debe aumentarse el brazo de palanca de la llave acoplando un tubo para hacer más fuerza.

No deben utilizarse las llaves para golpear a modo de martillos o como palancas.

Estas herramientas deben mantenerse siempre limpias. En las ajustables es conveniente aceitar periódicamente el mecanismo de apertura de las mandíbulas.

Martillos

- Comprobar que la herramienta se encuentra en buen estado antes de utilizarla y que el eje del mango queda perpendicular a la cabeza, así como que el mango sea de madera dura, resistente y elástica; no son adecuadas las maderas quebradizas que se rompen fácilmente por la acción de golpes.
- Es necesario que la superficie del mango esté limpia, sin barnizar y se ajuste fácilmente a la mano. Conviene señalar que a mayor tamaño de la cabeza del martillo, mayor ha de ser el grosor del mango.
- Agarrar el mango por el extremo, lejos de la cabeza, para que los golpes sean seguros y eficaces.
- Asegurarse de que durante el empleo del martillo no se interponga ningún obstáculo o persona en el arco descrito al golpear.
- Utilizar gafas de seguridad cuando se prevea la proyección de partículas al manipular estas

herramientas.

Sierras

- Sujetar firmemente la pieza a cortar, de forma que no pueda moverse.
- Mantener bien tensada la hoja de la sierra que se destine a cortar metales.
- No serrar con demasiada fuerza, para evitar que la hoja se doble o se rompa.
- Proteger adecuadamente en fundas, las hojas de sierra cuando se transporten, con el fin de que los dientes no provoquen lesiones.
- Al empezar a cortar una pieza, la hoja de la sierra debe estar ligeramente inclinada y a continuación se arrastra la herramienta tirando de ella hasta producir una muesca. Nunca debe empezarse el corte empujando hacia delante. Cuando se esté llegando al final, se debe disminuir la presión sobre la hoja.
- Al terminar el trabajo, se colgarán las sierras en la pared, especialmente las de cortar metal.

27.13. MÁQUINAS PORTÁTILES

27.13.1. Amoladoras o radiales

El principal riesgo de estas máquinas estriba en la rotura del disco, que puede ocasionar heridas de diversa consideración en manos y ojos. También debe tenerse en cuenta el riesgo de inhalación del polvo que se produce en las operaciones de amolado, especialmente cuando se trabaja sobre superficies tratadas con cromato de plomo, minio, u otras sustancias peligrosas.

El origen de estos riesgos reside en:

- El montaje defectuoso del disco.
- Una velocidad tangencial demasiado elevada.
- Disco agrietado o deteriorado.
- Esfuerzos excesivos ejercidos sobre la máquina que conducen al bloqueo del disco.
- Carencia de un sistema de extracción de polvo.

Conviene señalar que los discos abrasivos pueden romperse ya que algunos son muy frágiles. Por ello, la manipulación y almacenamiento debe realizarse cuidadosamente, observando las siguientes precauciones:

Los discos deben mantenerse siempre secos, evitando su almacenamiento en lugares donde se alcancen temperaturas extremas. Asimismo, su manipulación se llevará a cabo con cuidado, evitando que choquen entre sí.

Escoger cuidadosamente el grano de abrasivo, evitando que el usuario tenga que ejercer una presión demasiado grande, con el consiguiente riesgo de rotura. Conviene asegurarse de que las indicaciones que figuran en el disco, corresponden al uso que se le va a dar.

Antes de montar el disco en la máquina debe examinarse detenidamente para asegurarse de que se encuentra en condiciones adecuadas de uso.

Los discos deben entrar libremente en el eje de la máquina, sin llegar a forzarlos ni dejando demasiada holgura.

Todas las superficies de los discos, juntas y platos de sujeción que están en contacto, deben estar limpias y libres de cualquier cuerpo extraño.

El diámetro de los platos o bridas de sujeción deberá ser al menos igual a la mitad del diámetro del disco. Es peligroso sustituir las bridas originales por otras cualesquiera.

Entre el disco y los platos de sujeción deben interponerse juntas de un material elástico, cuyo espesor debe estar comprendido entre 0,3 y 0,8 mm.

Al apretar la tuerca o mordaza del extremo del eje, debe hacerse con cuidado para que el disco quede firmemente sujeto, pero sin sufrir daños.

Los discos abrasivos utilizados en las máquinas portátiles deben disponer de un protector, con una abertura angular sobre la periferia de 180° como máximo. La mitad superior del disco debe estar completamente cubierta.

Cuando se coloca en la radial un disco nuevo es conveniente hacerlo girar en vacío durante un minuto y con el protector puesto, antes de aplicarlo en el punto de trabajo. Durante este tiempo no debe haber personas en las proximidades de la abertura del protector.

Los discos abrasivos utilizados en operaciones de amolado con máquinas portátiles deben estar permanentemente en buen estado, debiendo rechazar aquellos que se encuentren deteriorados o no lleven las indicaciones obligatorias (grano, velocidad máxima de trabajo, diámetros máximo y mínimo, etc.).

En lo concerniente a las condiciones de utilización, deben tenerse en cuenta las siguientes:

- No sobrepasar la velocidad máxima de trabajo admisible o velocidad máxima de seguridad.
- Disponer de un dispositivo de seguridad que evite la puesta en marcha súbita e imprevista de estas máquinas.
- Asegurar la correcta aspiración de polvo que se produce en el transcurso de las operaciones de amolado. Hay radiales que llevan incorporado un sistema de extracción en la propia máquina.
- Prohibir el uso de la máquina sin el protector adecuado, así como cuando la diferencia entre el diámetro interior del protector y el diámetro exterior del disco sea superior a 25 mm.
- Colocar pantallas de protección contra proyecciones de partículas, especialmente cuando se realicen trabajos de desbarbado.
- Parar inmediatamente la máquina después de cada fase de trabajo.
- Indicar a la persona responsable del trabajo, cualquier anomalía que se detecte en la máquina y retirar de servicio, de modo inmediato, cualquier radial en caso de deterioro del disco o cuando se perciban vibraciones anormales funcionando a plena velocidad.
- Evitar la presencia de cuerpos extraños entre el disco y el protector.
- No trabajar con ropa floja o deshilachada.

En cuanto a los *equipos de protección individual* de uso obligatorio cuando se trabaja con este tipo de máquinas portátiles son los siguientes:

- Gafas de seguridad de montura cerrada o pantalla protectora.
- Guantes de seguridad contra cortes y abrasión.
- Mandil especial de cuero grueso contra el contacto fortuito del disco con el cuerpo, cuando sea necesario adoptar posturas peligrosas.

27.13.2. Sierras circulares

Carcasa móvil de protección. Este elemento cubre de forma automática la hoja de la sierra, por debajo de la placa de apoyo, tan pronto queda libre aquélla, gracias al muelle de retorno. Ello permite retirar la máquina del punto de trabajo aunque la hoja esté girando todavía, sin riesgo de contactos involuntarios con las diversas partes del cuerpo o con objetos próximos.

Cuchillo divisor regulable. Cubre el borde de la hoja de corte por el lado del usuario y disminuye los

efectos de un contacto lateral con aquélla. Asimismo, guía a la hoja de sierra y mantiene separados los bordes del corte a medida que éste se va produciendo, evitando así las presiones del material sobre el disco y el rechazo de la máquina hacia atrás. El cuchillo debe ser regulable en función del diámetro del disco, de forma que diste de los dientes 2 mm como máximo. Constituye un elemento protector complementario de la carcasa, ya que ésta, como se dijo, puede bloquearse por las virutas y el serrín o por la rotura del muelle de retorno.

En operaciones en las que se utilizan sierras circulares portátiles se recomienda el uso de gafas de seguridad, con el fin de evitar la proyección en los ojos de serrín y virutas.

27.13.3. Taladradoras

Como primera medida de precaución, deben utilizarse brocas bien afiladas y cuya velocidad óptima de corte corresponda a la de la máquina en carga.

Durante la operación de taladrado, la presión ejercida sobre la herramienta debe ser la adecuada para conservar la velocidad en carga tan constante como sea posible, evitando presiones excesivas que propicien el bloqueo de la broca y con ello su rotura.

El único equipo de protección individual recomendado en operaciones de taladrado son las gafas de seguridad, desaconsejándose el uso de guantes y ropas flojas, para evitar el riesgo de atrapamiento y enrollamiento de la tela.

27.13.4. Máquinas portátiles de percusión

En cuanto al rechazo y proyección del útil puede evitarse mediante dispositivos de retención emplazados en el extremo del cilindro del martillo.

Debe vigilarse con frecuencia el buen estado de dichos dispositivos, porque en caso de rotura pueden proyectarse fragmentos de metal sobre las personas que se encuentran en las inmediaciones.

Ante el riesgo de proyección de fragmentos del material sobre el que se acciona el martillo neumático, deben disponerse pantallas que protejan a las personas y puestos de trabajo del entorno.

27.14. Energía eléctrica

Cuando se manipulen máquinas portátiles que funcionan con electricidad, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Estado del cable de alimentación (posibles daños en el aislamiento).
- Aberturas de ventilación de la máquina despejadas.
- Estado de la toma de corriente y del interruptor.
- Estado del prolongador (posibles daños en el aislamiento).
- Conexión a un cuadro eléctrico montado por un instalador cualificado, que disponga de interruptor diferencial de corte de alta sensibilidad y dispositivos de protección contra sobreintensidades.
- Conexión de puesta a tierra, si se trata de una máquina de la clase I.
- No exponer la máquina a la humedad o la lluvia, si no dispone de un grado especial de protección contra el contacto con el agua.

Avisar al supervisor para sustituir la máquina en caso de:

- -Aparición de chispas y arcos eléctricos
- -Sensación de descarga

- -Olores extraños
- -Calentamiento anormal de la máquina

27.15. Energía neumática

En cuanto a los riesgos que comporta el uso de aire comprimido, se derivan básicamente de la instalación de distribución de éste (sobrepresiones, caídas bruscas de presión, inflamación del vapor de aceite, etc.).

Las precauciones a tomar antes de la conexión de la máquina a la instalación son las siguientes:

- Purga de las conducciones de aire.
- Verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme, evitando la presencia de dobleces, codos y bucles que obstaculicen el paso del aire.
- Tras la utilización de una herramienta neumática, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- Cierre de la válvula de alimentación del circuito de aire.
- Apertura de la llave de admisión de aire de la máquina, a fin de que se purgue el circuito.
- Desconexión de la máquina.

27.16. Energía hidráulica

No es frecuente el uso de este tipo de energía como fuerza motriz de las máquinas portátiles, si bien las que la utilizan son menos ruidosas y provocan menos vibraciones que las neumáticas.

Entre las precauciones que deben adoptarse en las instalaciones de energía hidráulica, que funcionan a presiones superiores a 100 atmósferas cabe señalar las siguientes:

- Las tuberías flexibles no deben someterse a esfuerzos de tracción o torsión. Por su parte, los manguitos de empalme deben presentar idénticas características a las de las tuberías, en cuanto a resistencia a la presión.
- El fluido hidráulico utilizado en el circuito debe tener unas propiedades físicas, químicas y de lubricación acordes con las especificaciones establecidas por los fabricantes de los elementos de la instalación.
- La instalación oleodinámica debe estar provista de elementos de filtrado del fluido hidráulico, que aseguren el funcionamiento de todos los elementos y muy especialmente, de los que desempeñan funciones de seguridad, como las válvulas.
- La construcción e instalación de los acumuladores hidroneumáticos utilizados para absorber los llamados “golpes de ariete” o “puntas de presión” debe ser acorde con las normas vigentes sobre aparatos a presión.
- Los fluidos hidráulicos que se utilicen deberán ser químicamente compatibles con los materiales de construcción del acumulador o de los revestimientos de protección.

27.17. Conclusión

El presente Estudio Básico se ha realizado sobre la base de la legislación y reglamentación vigente, sirviendo como base para la redacción del Plan de Seguridad y Salud por parte de la empresa constructora adjudicataria de la ejecución material de la misma, que redactará para el:

Ángel Lora Cáceres

Sevilla, noviembre de 2015