



PROYECTO FINAL DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN E ILUMINACIÓN DEL TÚNEL DE MONROYO

MEMORIA

ALUMNO: ADRIÁN GASCA HORNA

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

DIRECTOR: ÁNGEL SANTILLÁN LÁZARO

CONVOCATORIA: JUNIO 2011

ÍNDICE

1. OBJETO.....	5
2. ÁMBITO	5
3. EMPLAZAMIENTO	5
4. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL.....	7
5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	8
6. ILUMINACIÓN.....	9
6.1 DESCRIPCIÓN	10
6.2 NECESIDAD DE ILUMINACIÓN.....	11
6.3 CRITERIOS LUMINOTÉCNICOS DE CALIDAD	12
6.3.1 Longitud y nivel de iluminancia en la zona de umbral	12
6.3.2 Longitud y nivel de luminancia en la zona de transición (Escalonamiento)..	12
6.3.3 Definición de tramos	14
6.3.4 Regímenes de iluminación.....	14
6.3.5 Alumbrado de accesos del túnel	15
6.3.6 Alumbrado de las paredes y el techo en todas las zonas.....	15
6.3.7 Uniformidad de la luminancia	15
6.3.8 Limitación del deslumbramiento.....	16
6.4 CÁLCULO LUMINANCIA EN LA ZONA DE ACCESO AL TÚNEL	17
6.5 SOLUCIÓN PROPUESTA	19
6.5.1 Sistemas de iluminación	19
6.5.2 Luminarias elegidas	19
6.5.3 Disposición de luminarias en el interior del túnel.....	19
6.6 HOJAS DE DATOS DE LUMINARIAS.....	21
6.6.1 Interior del túnel:	21
6.6.2 Accesos del túnel:.....	24
6.7 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	25
6.8 REVESTIMIENTO PARA EL GUIADO VISUAL.....	26
6.9 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	28
6.10 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	29
6.10.1 Descripción	29
6.10.2 Requisitos mínimos de la instalación	29

6.10.3 Calificación energética de las instalaciones de alumbrado.....	30
6.10.4 Tabla de eficiencia energética.....	31
6.11 MANTENIMIENTO	32
6.11.2 Mantenimiento correctivo	34
6.11.3 Puntos de luz apagados.....	34
7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA B.T.	35
7.1 DESCRIPCIÓN	36
7.2 RECEPTORES INSTALADOS.....	37
7.3 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORRIENTE Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES	40
7.3.1 Criterio de la caída de tensión.....	40
7.3.2 Criterio de densidad de corriente	41
7.3.3 Dimensionado de tubos y canales	42
7.4 ACOMETIDA AL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN.....	43
7.5 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	44
7.6 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....	45
7.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL INTERIOR DEL TÚNEL.....	46
7.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ZONA DE ACCESO	47
7.8.1 Protección contra contactos directos e indirectos.....	49
7.8.2 Puestas a tierra.....	50
7.9 GRUPO ELECTRÓGENO.....	51
7.9.1 Elección del generador	51
7.9.2 Características técnicas	51
7.9.3 Local	51
7.9.4 Situación del grupo en el local	52
7.9.5 Refrigeración y aireación	52
7.9.6 Conducción de gases de escape	53
7.10 SEMÁFOROS DE ACCESO, PANELES DE MENSAJE VARIABLE Y BARRERAS.....	55
7.10.1 Semáforos	55
7.10.2 Panel de mensaje variable	55
7.10.3 Barreras de cierre automático	55
7.10.4 Cálculo eléctrico.....	56
7.11 ESTUDIO DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN	57
7.12 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN B.T.....	58
7.13 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	59

7.14 VENTILACIÓN	60
7.15 SEÑALIZACIÓN DE SALIDAS Y EQUIPAMIENTOS DE EMERGENCIA	61
8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	62
8.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ELEGIDO	63
8.1.1 Descripción	63
8.1.2 Elementos que lo componen.....	63
8.1.3 Características técnicas	64
8.1.4 Características físicas	66
8.2 ESTUDIO DE TIERRAS	67
8.2.1 Puestas a tierra de protección.....	67
8.2.2 Puestas a tierra de servicio	68
8.2.3 Separación de tierra de los neutros.....	68
8.2.4 Aislamiento entre las instalaciones de tierra	68
8.2.5 Vigilancia periódica	69
9. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	70
9.1 DESCRIPCIÓN	71
9.2 CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA	73
9.3 ELECCIÓN AUTOVÁLVULAS.....	74
10. RESUMEN PRESUPUESTO	76
11. CONCLUSIÓN	77
12. ANEXO	78
12.1 MEDIDAS DE LUMINARIAS.....	79
12.2 MANUALES DE MONTAJE DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS	81
12.3 COLUMNAS	91
12.4 CIMENTACIONES	93
12.5 ARQUETAS	94
12.5.1 Arquetas de derivación a punto de luz o de paso de conductores.....	94
12.5.2 Arquetas de cruce de calzada.....	97
12.5.3 Ensayos	99

1. OBJETO

Esta especificación establece los requisitos técnico-particulares, funcionales, características de funcionamiento y calidad de las instalaciones del túnel de Monroyo, en la N-232 entre Monroyo y la provincia de Castellón que se requieren para garantizar un adecuado nivel de servicio y seguridad a los usuarios

2. ÁMBITO

El ámbito de aplicación del proyecto cubre principalmente el diseño, ejecución y legalización de las instalaciones de media y baja tensión del conjunto del túnel de 480 metros.

3. EMPLAZAMIENTO

Carretera N-232, de Monroyo a la zona limítrofe con la provincia de Castellón



Figura 1: Situación de la instalación



Figura 2: Vista satélite con callejero superpuesto del emplazamiento

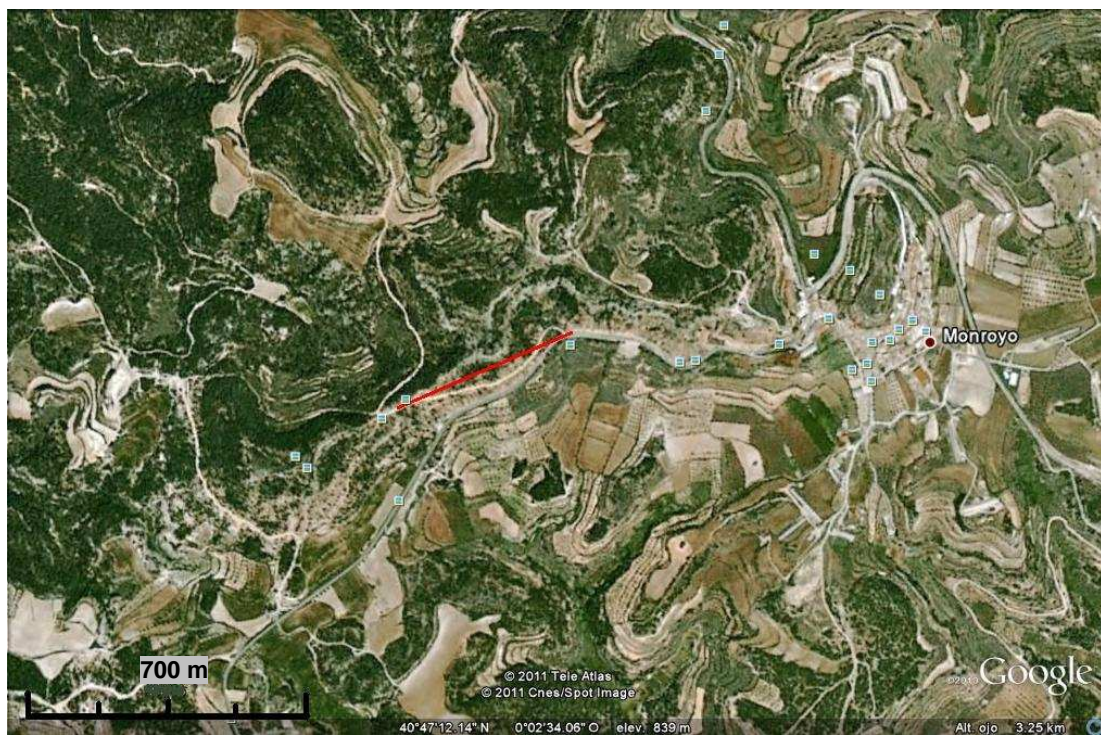


Figura 3: Vista satélite donde se indica el trayecto del túnel

4. DESCRIPCIÓN DEL TÚNEL

Se trata de una perforación circular con acabado en hormigón, delimitando un ancho de calzada 8 metros con arcén en ambos lados de 1,25 metros de ancho. La longitud del túnel será de 480 metros. Se dispondrá en la boca sur del túnel de dos casetas de obra y una prefabricada de hormigón. En una caseta de obra se instalará el cuadro de distribución eléctrica en B.T., módulo de protección y todos los elementos de control necesarios. En la otra caseta de obra se instalará el grupo electrógeno y la conmutación de servicios. La caseta prefabricada de hormigón será para la instalación del centro de transformación y las celdas de M.T.

El túnel se ilumina únicamente mediante luces de vapor de sodio de alta presión, ya que presentan un buen rendimiento, no son monocromáticas (facilitan la percepción de la señalización) y tienen un índice de depreciación y mortalidad muy bajo. Las luminarias llamadas blancas facilitarían el funcionamiento de sistemas tipo DAI pero perjudicaría la visión de los conductores. Sólo se utilizarán combinaciones de lámparas de 150, 250 y 400 W.

Para la iluminación interior se consideran 6 tramos diferentes y tres niveles diferentes de intensidad luminosa que permitan al usuario una adaptación progresiva a las condiciones e iluminación interior.

El montaje de las luminarias se efectuará a una altura de 4,5 metros mientras que los equipos de emergencia se montarán a 50 cm por encima del nivel de la calada. También en el interior del túnel se ha considerado un alumbrado de emergencia constituido por equipos autónomos, que en caso de un fallo general se mantendrá encendido.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El subsistema de las instalaciones que permitirá la alimentación y distribución de la energía del alumbrado, estará compuesto por los cuadros eléctricos de distribución en baja tensión con sus componentes, protecciones y automatismos; por la red de cables de alimentación de la línea de media tensión y todos los elementos necesarios para la distribución de la energía como el centro de transformación. También formarán parte del subsistema los equipos de continuidad.

Las líneas partirán desde los cuadros generales situados en el edificio de baja tensión, ubicados al lado de la boca sur del túnel. Los cables irán enterrados hasta la boca y pasarán, o bien por las canalizaciones, o bien por el interior de canaletas metálicas (bandeja ranurada) sujetas a las paredes de la estructura hasta llegar al nivel de las bandejas.

Las líneas de distribución del alumbrado y fuerza, discurrirán por bandejas metálicas, con una tensión de aislamiento en toda la instalación de 1 kV.

Todas las líneas estarán protegidas contra posibles cortocircuitos y corrientes de defecto por lo que con objeto de cumplir lo prescrito en la ITC-BT-17, se emplearán interruptores magnetotérmicos de limitación de las corrientes de cortocircuito y una protección diferencial general, o varias protecciones diferenciales con objeto de separar los eventuales defectos que puedan aparecer.

La sensibilidad de los relés será la descrita posteriormente en cada uno de los circuitos y reflejada en el esquema unifilar, contemplándose en él, los calibres de los aparatos seleccionados de acuerdo con los criterios anteriormente expuestos y respetando el concepto de selectividad diferencial.

En todas las derivaciones y a través de cajas de derivación se emplean dispositivos de conexión a tornillo o sistemas equivalentes.

Para el cálculo de las secciones de los conductores a utilizar en estas líneas se ha de tener en cuenta las caídas de tensión reglamentarias del 4,5 % para la iluminación y de 6,5 % para los demás casos ya que el C.T. es propiedad del abonado. Estas caídas permitidas se contabilizan desde el origen de la instalación (C.T.) hasta cualquier punto de utilización, de acuerdo con las intensidades máximas admisibles según la ITC-BT-19.

La derivación de la línea principal hacia cada luminaria interior del túnel se efectuará mediante cajas de derivación de doble aislamiento con múltiples salidas. Dichas cajas deberán disponer de una etiqueta con código especificado en el plano y se situará en la placa de baquelita del conjunto. Así como todas las líneas estarán marcadas mediante etiquetas resistentes a la intemperie cada 20 m con el código de circuito o bien con el código de luminaria según proceda, dicha identificación deberá existir también al inicio y fin de cada manguera y en las arquetas.

6. ILUMINACIÓN

6.1 DESCRIPCIÓN

Con el fin de conseguir un nivel de calidad adecuado dentro del túnel, se establecerán los siguientes criterios para el cálculo luminotécnico. Cuando se habla de niveles se entienden siempre medidos al nivel de la calzada y en servicio, es decir, ya afectados por el coeficiente de depreciación global (disminución de flujo y embrutecimiento de las luces) igual a 0,7. Los niveles se garantizan por la temperatura más favorable (margen de funcionamiento de -5 a 40 °C).

Los parámetros que han servido de base al proyecto son los siguientes:

- Factor de conservación _____ $F_c = 0,7$
- Clase de pavimento _____ R1
- Velocidad de diseño _____ 100 km/h
- Vehículos/día _____ < 2000

6.2 NECESIDAD DE ILUMINACIÓN

Para que el tráfico en el interior de un túnel sea seguro y fluido, es preciso que el conductor disponga de la suficiente información visual de manera que pueda distinguir la dirección del mismo, así como la presencia o ausencia de obstáculos y movimientos.

La situación más crítica se produce durante el día en la entrada de los túneles largos, considerando como tal aquél en que su longitud supera en más de siete veces su anchura y aquellos en los que no se puede distinguir la salida desde su entrada. En esta instalación sólo se cumple la primera condición pero aun así se iluminará como tal.

La salida de un túnel es menos problemática al adaptarse mejor la visión a un nivel de iluminación superior que a un nivel inferior pero en este túnel, al ser bidireccional, la salida en un sentido corresponde a la entrada en el otro.

Dado el distinto ambiente visual diurno y nocturno existente en la zona cubierta de la vía, son muy diversas las exigencias que en ambos casos debe satisfacer la iluminación de un túnel para que el conductor pueda acoger la información necesaria y realizar su tarea con un aceptable esfuerzo físico y psicológico.

Los problemas que se plantean al entrar o circular por un túnel son los siguientes:

- Efecto de agujero negro: Durante el día, el conductor debe tener una suficiente visibilidad de los objetos situados en el primer tramo interior desde la vía abierta, lo cual exige que la relación entre la iluminancia exterior y la interior se mantenga dentro de ciertos límites, a fin de evitar que el túnel se presente como un "agujero negro"
- Efecto de adaptación. Está producido por el hecho de que, aunque el túnel esté perfectamente iluminado, el ojo humano necesita un tiempo para adaptarse a niveles de iluminación inferiores o superiores y a un campo de visión mucho más reducido; por término medio este tiempo es de 3-4 segundos, dependiendo de la relación entre niveles de iluminación.
- Efecto de parpadeo o "efecto flicker". Es un fenómeno visual producido por la reflexión de la luz sobre superficies reflectantes en dirección del ojo del conductor en un vehículo y con una determinada frecuencia, que resulta peligroso por lo que conlleva de distracción y perturbación visual. Este efecto se acusa en mayor grado en los tramos interiores de los túneles, dado que para que su efecto sea realmente perjudicial se requiere la permanencia en este estado de parpadeo durante al menos 20 s.

Se consideran molestas las secuencias de puntos brillantes que se repitan en las frecuencias comprendidas entre 2,5 a 15 Hz (lo cual limitaría la instalación de aparatos fuera de una interdistancia entre 1,9 y 11 m para una velocidad máxima del tráfico en el interior del túnel de 100 km/h).

6.3 CRITERIOS LUMINOTÉCNICOS DE CALIDAD

La calidad de la instalación de alumbrado de los túneles para la circulación de vehículos viene determinada, de acuerdo con toda la normativa vigente, por:

6.3.1 Longitud y nivel de iluminancia en la zona de umbral

A fin de impedir la sensación de un agujero negro y para crear las condiciones de luminancia mínima para obtener visibilidad suficiente de objetos en la zona de umbral, la luminancia de la carretera en la zona de umbral debe alcanzar ciertos valores mínimos. Estos dependen de la luminancia en la zona de acceso (L_{20}) estudiada en el anexo de cálculos. En la práctica es necesario para distinguir una primera mitad dentro de la zona de umbral en la que la luminancia de la carretera es constante y denominada la luminancia de umbral (L_{TH}).

L_{TH} puede expresarse como una fracción k de L_{20}

$$L_{TH} = k \times L_{20}$$

El valor mínimo de k que ha de cumplirse depende de la distancia de parada de acuerdo con la Tabla A.1.3. presente en la CIE 88:2004, en la cual se indica que para 100 km/h, sistema de iluminación simétrico y clase de alumbrado 1 (factor de ponderación de alumbrado detallado en el anexo de cálculos), el valor de k será de 0,035. De esta forma quedarán los siguientes valores mínimos para las zonas umbral de las distintas entradas del túnel

$$L_{TH} \text{ (boca sur)} = 111,3 \text{ cd/m}^2$$

$$L_{TH} \text{ (boca sur)} = 122,15 \text{ cd/m}^2$$

Por lo que el nivel requerido a plena luz en la zona umbral estaría en torno a 1700 lux.

6.3.2 Longitud y nivel de luminancia en la zona de transición (Escalonamiento)

En túneles suficientemente largos y/o con curvas a lo largo de su trazado es habitual la partición del túnel en zonas con distintos niveles de iluminación.

La longitud del túnel de Monroyo hace que este planteamiento sea aplicable sólo parcialmente como ahora se verá.

De igual modo es necesario prever las distintas situaciones de iluminación que se producen en el exterior de los túneles y que condicionan el nivel de intensidad lumínica a conseguir en el interior en cada momento.

Tal y como se describe en la normativa en vigor, desde el nivel obtenido en la zona de entrada en un túnel (zona umbral) hasta el nivel de iluminancia en el interior del mismo, debe haber un descenso progresivo de niveles, que se consigue a partir de escalonamientos que se efectúan en los distintos tramos de adaptación o transición. Este escalonamiento debe observar aproximadamente una relación de 3 a 2 con respecto al tramo precedente al tramo en cuestión, no superándose en ningún caso la

relación 3 a 1, de acuerdo con las Recomendaciones del Comité Internacional de Iluminación (CIE).

El escalonamiento de los niveles de iluminación se hace en tamos de adaptación cuya longitud depende de la velocidad límite de circulación de los vehículos y de los valores de iluminancia de los tramos precedentes. Es muy importante determinar con exactitud la longitud de los diferentes escalones para permitir la tarea de adaptación visual del ojo humano desde las altas iluminancias exteriores a las bajas del interior del túnel.

El tramo más delicado es precisamente el de entrada o umbral, cuya longitud viene íntimamente ligada a la distancia de frenado. Al ser ésta función de la velocidad máxima permitida al vehículo, resulta sencillo, aplicando la Instrucción 3.1 IC, determinar la longitud de dicho tramo. En nuestro caso, suponiendo que la velocidad de proyecto son 100 km/h, la distancia será 179 m.

V (km/h)	40	50	60	80	90	100	120
D (m)	40	56	75	120	148	179	247

Figura 4: Tabla 4.1 de la Instrucción de Carreteras

En cuanto a los diferentes tramos de adaptación, bastará con aplicar la curva progresiva de adaptación del ojo humano que figura en la normativa y la recomendación CIE 88: 2004.

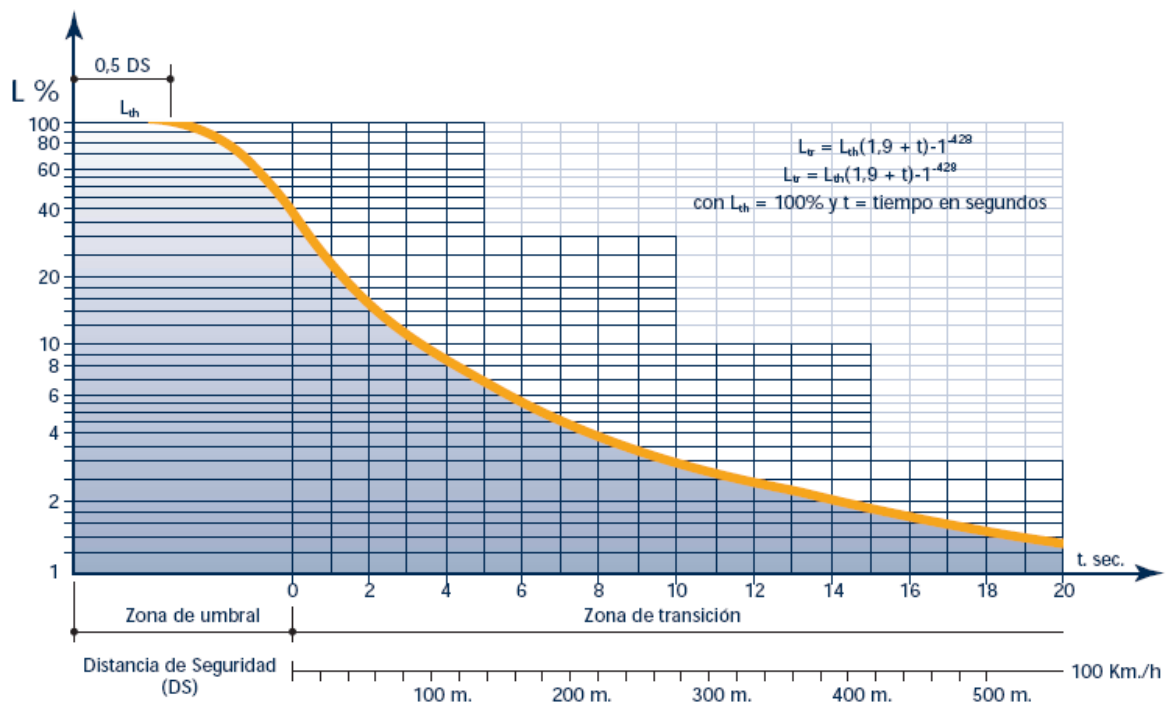


Figura 5: Curva de adaptación, representación esquemática del nivel de iluminación en las distintas zonas (C.I.E. 88:2004)

Una vez finalizado el proceso de adaptación del ojo se entraría a la zona llamada interior, que vendría inmediatamente posterior a la zona de transición en la que se requeriría una luminancia fija y por último, una zona de salida en la que se aumentaría de nuevo la iluminación con una pendiente inferior a la zona de adaptación; ya que al ojo le cuesta menos pasar de una zona oscura a otra luminosa que viceversa.

En el túnel de Monroyo, debido a la longitud del mismo, no es necesario determinar ninguna de estas dos zonas. La zona de adaptación de un sentido “choca” con la zona de adaptación del sentido opuesto llegando a un mínimo de lux justo en el centro del túnel.

6.3.3 Definición de tramos

Para cumplir con la curva de adaptación de la recomendación CIE explicada anteriormente, ha sido necesario dividir el túnel en 6 tramos para cada sentido (los 5 primeros están duplicados y el sexto es común para los 2), tal y como se puede observar en el plano correspondiente.

Para definir las longitudes de cada uno de los tramos, se ha procurado que sea similar a un múltiplo tipo de replanteo. Todos los tramos cumplen esta condición excepto el tramo I boca norte, al cual le faltan 4 metros para cumplirla.

El módulo tipo de replanteo, que representa la separación entre dos luminarias consecutivas de la misma alineación en el alumbrado nocturno o permanente, es de luminarias colocadas a tresbolillo a 4,5 m de altura con una interdistancia de 22m.

A continuación se va a detallar la longitud de cada uno de los tramos:

Tramo 1 boca sur: 110 m (5 x 22 m)

Tramo 1 boca norte 106 m (5 x 22 m) a falta de 4 m

Tramo 2I boca sur = Tramo 2 boca norte: 22 m

Tramo 3 boca sur = Tramo 3 boca norte: 22 m

Tramo 4 boca sur = Tramo 4 boca norte: 33 m (1,5 x 22 m)

Tramo 5 boca sur = Tramo 5 boca norte: 33 m (1,5 x 22 m)

Tramo 6 central: 44 m (2 x 22 m)

6.3.4 Regímenes de iluminación

Basándose en los diferentes tipos de insolación previstos en esta zona, se pueden adoptar diferentes regímenes de encendido de la instalación de alumbrado, de modo que se acomoden a días soleados, días nublados y noche.

6.3.5 Alumbrado de accesos del túnel

Al formar parte el túnel de una carretera sin iluminar y al tener una velocidad de diseño superior a 50 km/h, es recomendable el alumbrado nocturno de la zona de partida del túnel:

- Si el nivel de alumbrado nocturno en el túnel es más de 1 cd/m²
- Si es probable que aparezcan condiciones de tiempo diferentes a la entrada y a la salida del túnel.

El alumbrado de carretera en la zona de partida del túnel será proporcionado en toda la longitud de dos distancias de parada (360 metros en nuestro caso) con una luminancia no inferior a 1/3 de la luminancia nocturna en la zona interior del túnel. En el anexo de cálculos se puede comprobar que se cumple dicho requisito.

6.3.6 Alumbrado de las paredes y el techo en todas las zonas

Las paredes del túnel forman parte del fondo para la detección de obstáculos en el túnel; contribuyen al nivel de adaptación y al guiado visual. Por ello, la luminancia de las paredes del túnel es un componente importante para la calidad del alumbrado del túnel. La luminancia media de las paredes del túnel, hasta una altura de al menos 2 m, debe ser, según las recomendaciones del M^o de Fomento, similar a la luminancia media de la superficie de la calzada.

6.3.7 Uniformidad de la luminancia

En los túneles, la calzada y las paredes actúan como delimitadores o guías visuales para el tráfico de vehículos, de ahí que deba alcanzarse una buena uniformidad en la calzada y en las paredes de los túneles hasta una altura de 2 m.

En la tabla siguiente del libro “Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras y Túneles” del M^o de Fomento se establecen los valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de la uniformidad global y longitudinal de luminancias en las calzadas de los túneles, en todas sus zonas, es decir, en la longitud total de los mismos y la anchura completa de la calzada, en función de la clase de alumbrado. La uniformidad horizontal será medida a lo largo del eje de cada carril.

CLASE DE ALUMBRADO	UNIFORMIDADES	
	Global U ₀	Longitudinal U ₁
1-2-3	0,3	0,5
4-5-6-7	0,4	0,6

Figura 6: Tabla 7.3 de uniformidades de luminancia de la superficie de la calzada (Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras y Túneles)

6.3.8 Limitación del deslumbramiento

La limitación del deslumbramiento en un túnel se consigue mediante la utilización de luminarias con una distribución fotométrica adecuada para proporcionar una baja luminancia propia y evitar que su flujo luminoso pueda molestar al conductor de un vehículo.

6.4 CÁLCULO LUMINANCIA EN LA ZONA DE ACCESO AL TÚNEL

La luminancia de la zona de acceso L20 es la luminancia media contenida en un campo cónico de visión que subtiende un ángulo del 20%, con el vértice en la posición del ojo del conductor, situado a una distancia anterior al túnel igual a la distancia de parada, y orientado el cono hacia el portal de túnel sobre un punto situado a una altura de 1/4 de la boca del túnel.

Dicha luminancia de la zona de acceso depende de las condiciones atmosféricas del lugar donde está situado el túnel. El cálculo de la luminancia de la zona de acceso L20 se obtiene a partir de un croquis de los alrededores de la zona del túnel y se utiliza la fórmula siguiente:

$$L20 = a * Lc + b * Lr + c * Le + d * Lth$$

en donde:

a = % de cielo.

b = % de carretera.

c = % de entorno.

d = % de boca de túnel.

Lc = Luminancia de cielo.

Lr = Luminancia de carretera.

Le = Luminancia del entorno.

Lth = Luminancia de zona de umbral.

con: $a + b + c + d = 1$

En la fórmula la incógnita a determinar es el valor de la luminancia de la zona de umbral (Lth). Cuando nos encontramos con distancias de paradas superiores a 100 m, como en este túnel, el tanto por ciento de boca de entrada de túnel es bajo (< al 10%) y como Lth tiene también un valor bajo respecto a los otros valores de luminancia se puede despreciar la contribución de Lth.

Como no se dispone de valores de entornos o alrededores utilizamos los de las tablas de las recomendaciones:

Sentido de conducción	Cielo (L _c) Kcd/m ²	Carretera (L _r) Kcd/m ²	Entorno (L _e)		Kcd/m ²	
			Rocas	Edificios	Nieve	Hierba
N	8	3	3	8	15 (M, H)	2
E - O	12	4	2	6	10 (M) 15 (H)	2
S	16	5	1	4	5 (M) 15 (H)	2

Figura 7: Tabla B. Valores de las luminancias de cielo, carretera y alrededores

Boca sur: Lc (cielo) = 8 kcd/m² a = 6 %
 Lr (carretera) = 3 kcd/m² b = 35 %
 Le (entorno) = 3 kcd/m² c = 55 %

Boca norte: Lc (cielo) = 16 kcd/m² a = 7 %
 Lr (carretera) = 5 kcd/m² b = 37 %
 Le (entorno) = 1 kcd/m² c = 52 %

L_{20 boca sur} = 3,18 kcd/m²

L_{20 boca norte} = 3,49 kcd/m²

6.5 SOLUCIÓN PROPUESTA

6.5.1 Sistemas de iluminación

Los sistemas de iluminación de túneles para dividirse en dos familias: sistemas de iluminación simétrica y sistemas asimétricos de flujo contrario al sentido de circulación.

En el sistema simétrico, la luz es distribuida principalmente en el plano transversal al eje del túnel. Los ejemplos más conocidos están constituidos por implantaciones en las paredes del túnel o en el techo en líneas continuas o discontinuas.

En el sistema a contraflujo, la luz es dirigida paralelamente al eje del túnel y en contra del sentido de circulación. Los aparatos se colocan en el techo y en líneas discontinuas generalmente.

Se comprueba que el sistema a contraflujo da mejores resultados en la iluminación de interior de túneles para obtener una visibilidad correcta de los objetos más frecuentes, aunque este sistema sólo es aplicable en túneles de sentido unidireccional.

En nuestro caso, al tratarse de túneles con doble sentido de circulación, el sistema elegido es el simétrico, con los proyectores colocados sobre las paredes del túnel a una altura de 4,5 m sobre el nivel de calzada.

6.5.2 Luminarias elegidas

Para el alumbrado de los túneles se emplearán los siguientes tipos de luminarias:

- Luminarias de vapor de sodio de alta presión de 150 W de potencia para la iluminación permanente o nocturna a lo largo del túnel.
- Luminarias de vapor de sodio de alta presión de 250 W de potencia por la iluminación de días oscuros y claros.
- Luminarias de vapor de sodio de alta presión de 400 W de potencia por la iluminación de días oscuros y claros.

Para el alumbrado de los accesos al túnel se empleará el siguiente tipo de luminaria:

- Luminarias de vapor de sodio de alta presión de 250 W de potencia por la iluminación de días oscuros y claros.

6.5.3 Disposición de luminarias en el interior del túnel

La instalación de los aparatos será bilateral oposición para el alumbrado diurno y el alumbrado para días nublados y bilateral al tresbolillo para el alumbrado nocturno.

Como ya se ha mencionado, la altura aproximada de instalación de los proyectores será de 4,50 m, con una interdistancia en el alumbrado permanente de 22 m y una intersdistancia variable en los demás casos. En los planos se reflejan las interdistancias previstas para las luminarias en el caso de alumbrado diurno, nocturno y nublado.

La altura de las luminarias correspondientes al alumbrado de accesos será de 12 m y con una interdistancia de 15 m y montaje unilateral.

Los niveles de iluminación obtenidos y las uniformidades esperables con esta disposición a lo largo del túnel se reflejan en el apartado correspondiente.

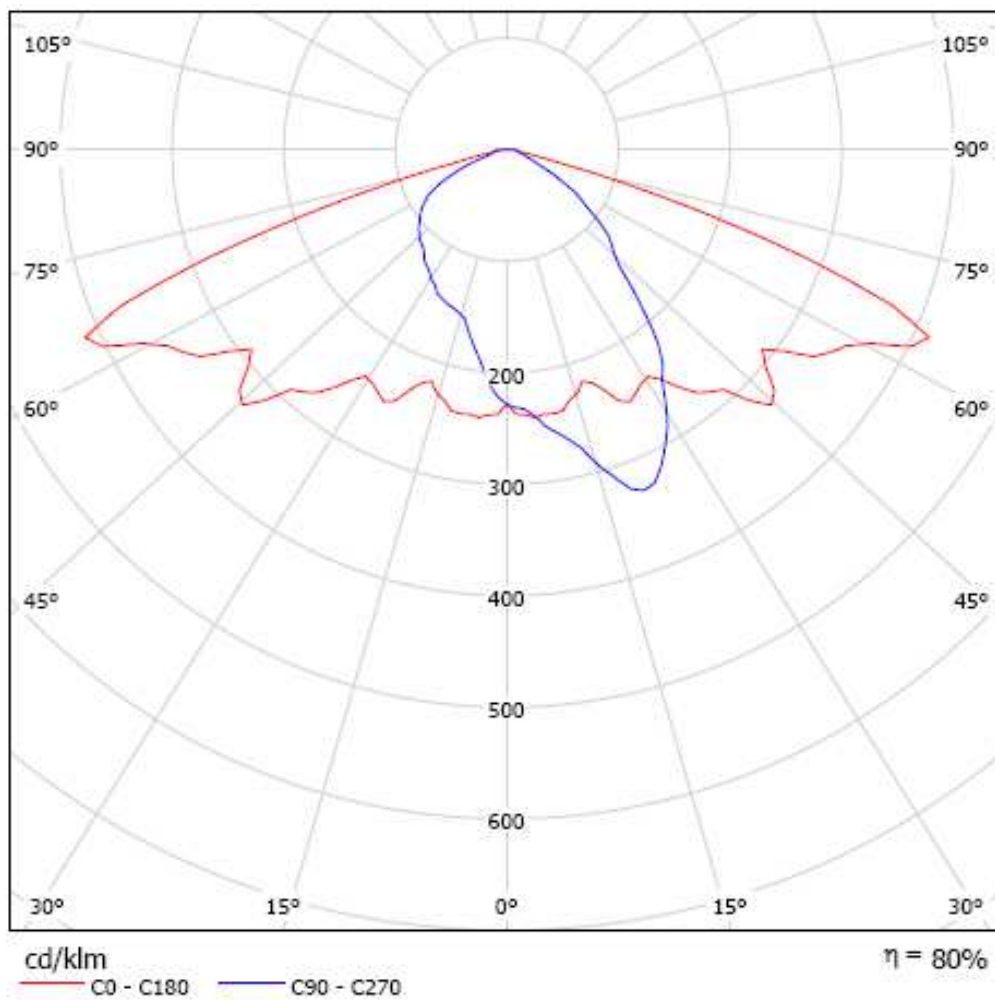
En lo que respecta al efecto Flicker y dado que la velocidad de diseño es 100 km/h:

- En zonas de iluminación máxima, el tiempo que tardaría un vehículo en recorrer una distancia similar a la del Túnel de Monroyo sería inferior a 20 s (12,7 s)
- En régimen permanente, la separación entre luminarias (22 m) hace que la frecuencia de puntos de luz a 100 km/h sea 1,26 Hz (fuera del intervalo peligroso: 2,5 – 15 Hz).
- En régimen de alumbrado diurno y de días nublados la separación, como se puede comprobar en los planos correspondientes oscila entre 2,2 y 22 metros por lo que también está fuera del intervalo peligroso.
- El alumbrado de acceso al túnel tiene una separación entre luminarias de 15 m por lo que tampoco entra dentro del intervalo peligroso.

6.6 HOJAS DE DATOS DE LUMINARIAS

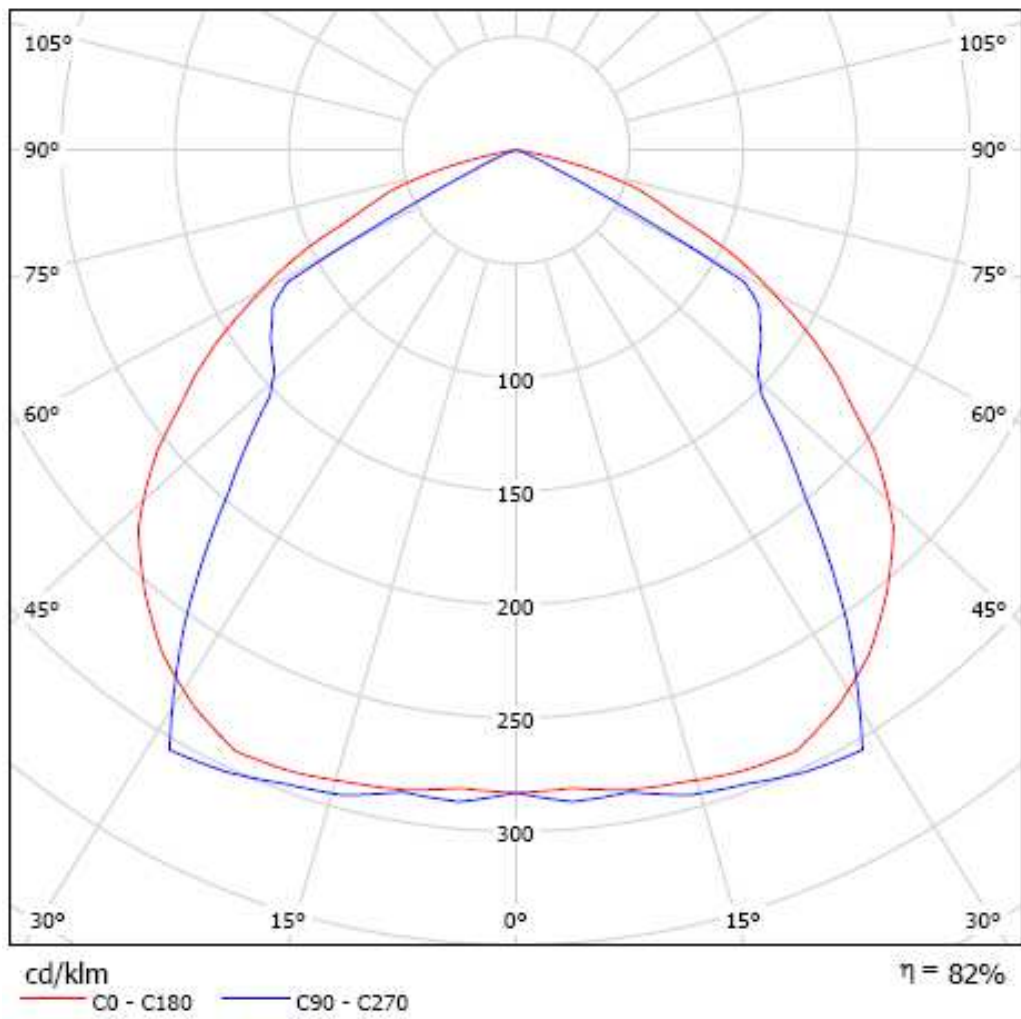
6.6.1 Interior del túnel:

- *Idman 621HGV AC 1xSON-T150W TP P10*
 - Flujo luminoso de las luminarias: 15000 lm
 - Potencia de las luminarias: 169.0 W



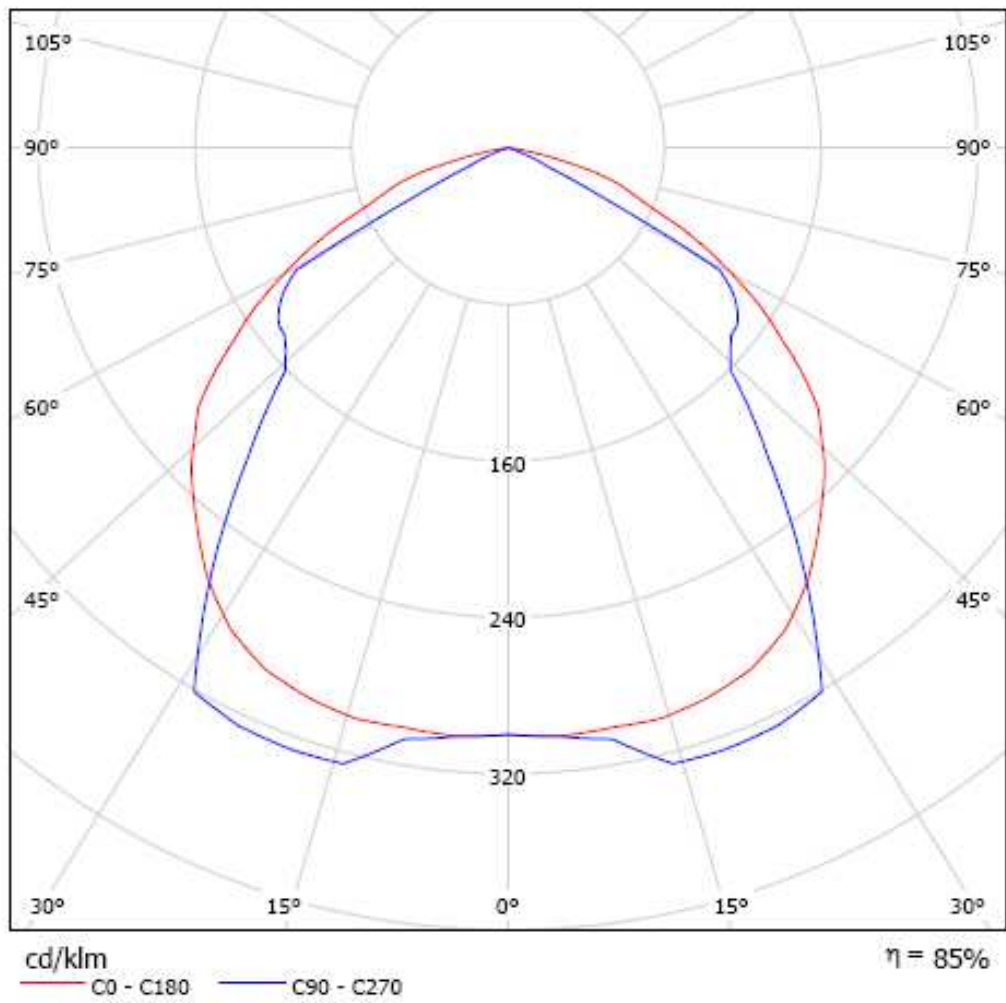
- Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP250W T3

- Flujo luminoso de las luminarias: 33200 lm
- Potencia de las luminarias: 274.0 W



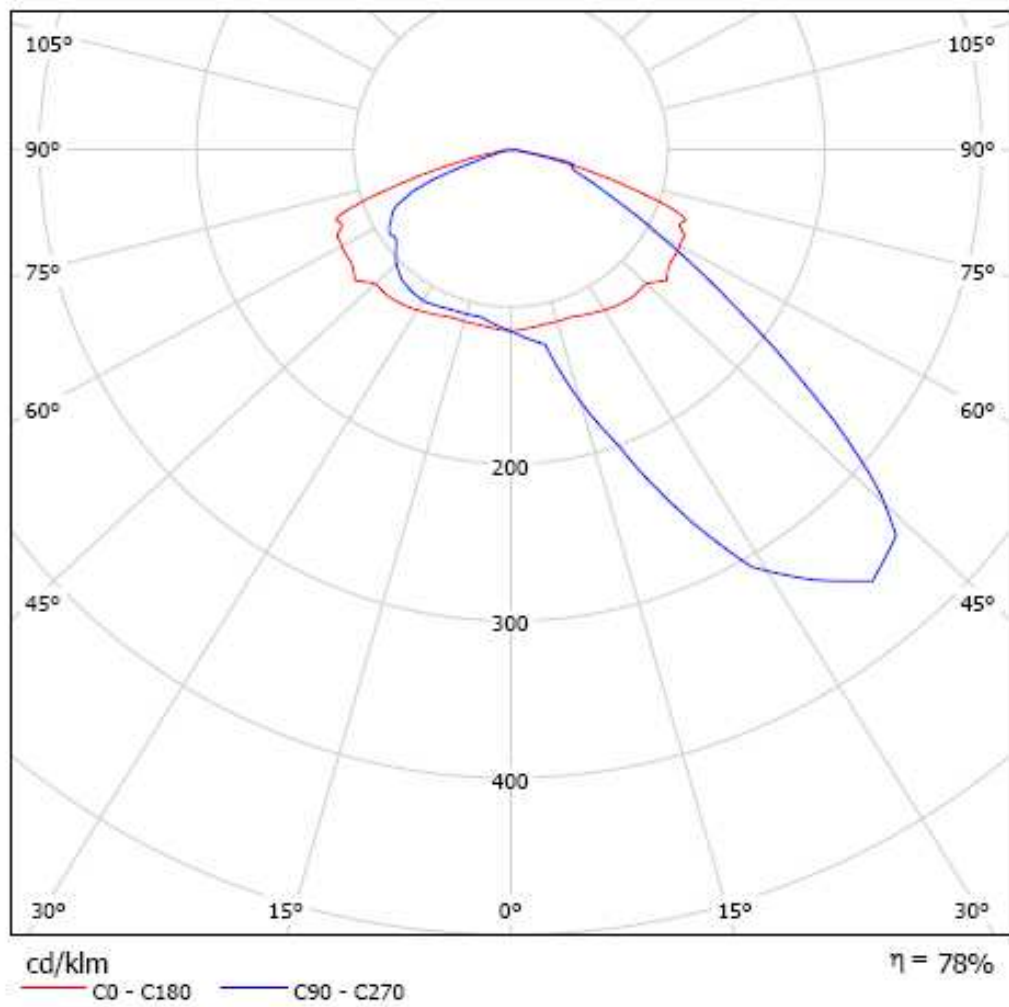
- Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP400W T3

- Flujo luminoso de las luminarias: 56500 lm
- Potencia de las luminarias: 431.0 W



6.6.2 Accesos del túnel:

- Philips SGP682 FG 1xCDO-TT250W CP P1
 - Flujo luminoso de las luminarias: 22500 lm
 - Potencia de las luminarias: 271.0 W



6.7 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia se realizará mediante equipos HFN-114-EM, colocados a una distancia entre sí aproximadamente de 12 m y a una altura de 0,5 m desde el pavimento. Según la Comisión Internacional de Iluminación tendrán una separación máxima de 50 metros y estarán colocadas a una altura no superior a 1,5 metros de altura.

Se recomienda también que el nivel de iluminancia medio a lo largo del túnel no sea inferior a 10 lux y que ningún tramo quede iluminado con menos de 2 lux. En nuestra instalación no se ha podido cumplir estos requisitos de iluminación al ser prácticamente inviables económicamente por el elevado número de luminarias que serían necesarias instalar.

6.8 REVESTIMIENTO PARA EL GUIADO VISUAL

Al circular por el interior del túnel el conductor de un vehículo debe poseer la información adecuada. El guiado visual resulta de especial importancia cuando se aproxima el usuario conduciendo el vehículo al túnel y, particularmente, si el nivel luminoso de la zona de entrada es bajo.

Las placas prefabricadas de hormigón que se usan como revestimiento tienen un papel fundamental en lo que al guiado visual se refiere.

En términos generales, las condiciones para un buen guiado del tráfico son:

- Acabado suave de las paredes.
- Elección de colores que “ensanchen” la sección del túnel
- Establecimiento de bandas de guiado de los conductores
- En el caso de túneles más largos, modulación longitudinal del túnel para evitar la monotonía y dar una adecuada sensación de profundidad.

El acabado suave de las paredes resulta conveniente a partir de la altura de los ojos del conductor, que es del orden de 1,20 m. Por debajo, es conveniente por el contrario que el obstáculo lateral de la pared se marque visualmente inhibiendo psicológicamente la aproximación a la pared.

Para obtener físicamente un acabado suave conviene revestir los hastiales con pintura y/o con placas que presenten una apariencia lisa.

El “ensanche” de la sección requiere:

- Colores claros en los hastiales.
- Colores oscuros en el techo.

Ello hace que la sección parezca más ancha y el techo algo más bajo.

Para el correcto guiado de los conductores se pueden utilizar bandas horizontales de color más definido y con un ancho que corresponde al desarrollo en altura del cono horizontal de visión de los conductores unos 2 m por encima de la línea horizontal a 1,20 m.

La modulación horizontal necesaria es aproximadamente:

- 0 a 0,05 m Acera
- 0,05 a 0,85 m Barrera rígida
- 0,85 a 3,75 m Banda de guiado
- > 3,75 m Techo oscuro
- ~ 5 m Luminarias

La modulación longitudinal del túnel debe hacerse mediante elementos verticales situado de forma que:

- Den impresión visual de profundidad.
- Sirvan de referencia para estimar las distancias delante del conductor.
- No estén tan cerca como para producir un efecto “parpadeo” o de resonancia óptica

La escasa longitud de estos túneles hace que la modulación longitudinal propuesta consista únicamente en la colocación de elementos verticales en las proximidades de las bocas.

6.9 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

En el anexo de cálculos se presentan las tablas donde se recogen todos los recintos de la nave nueva con el fin de justificar el número de luminarias a instalar. Definidos por zonas y en donde se indican sus características en cuanto a iluminación conseguida, coeficiente del local (dimensiones-reflexiones), plano de trabajo, tipo de lámpara, potencia y flujo de cada lámpara, número de lámparas y uniformidades. Para la realización de lo citado se han aplicado las siguientes fórmulas:

Iluminancia:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

$$E = \frac{I_{(c,\gamma)} \cdot \cos^3 \gamma}{h^2}$$

$$E_p = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{I_{(c_i,\gamma_i)} \cdot \cos^3 \gamma_i}{h^2}$$

Luminancia

$$L = q \cdot E$$

$$L = \frac{I_{(c,\gamma)} \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \cdot q_{(\beta,\gamma)}$$

$$L_p = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{I_{(c_i,\gamma_i)} \cdot \cos^3 \gamma_i}{h^2} \cdot q_{(\beta,\gamma)}$$

Siendo:

E: Iluminancia en lux

E_p: Iluminancia en un punto en lux

I_(c,γ): Intensidad de la luz definida por las coordenadas (c,γ) en la dirección del punto P

h: Altura de la luminaria (fuente luminosa)

I_(c_i,γ_i): Intensidad luminosa (en candelas) de una luminaria "i" en la dirección

q_(β,γ): Coeficiente de luminancia del punto P. Se determina en función de α

r: Coeficiente de luminancia reducido [r = q_(β,γ) · cos³γ]

6.10 EFICIENCIA ENERGÉTICA

6.10.1 Descripción

Se comprobará si la iluminación adoptada como solución satisface los criterios de eficiencia que marca el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias. En el destaca claramente los niveles para el alumbrado vial funcional, dejando, eso sí, que sea la recomendación CIE 88: 2004 "Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores" la que establezca los niveles mínimos de iluminación.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$$

ϵ = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares)

S = superficie iluminada

E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto.

6.10.2 Requisitos mínimos de la instalación

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla 1.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Figura 8: Tabla 1. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

6.10.3 Calificación energética de las instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos, festivos y navideños, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_E) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (\mathcal{E}) y el valor de eficiencia energética de referencia (\mathcal{E}_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en tabla 2.

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia \mathcal{E}_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia \mathcal{E}_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Figura 9: Tabla2. Valores de eficiencia energética de referencia

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_E}$$

La tabla 3, determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_{\epsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\epsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\epsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\epsilon} > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

Figura 10: Tabla 3. Calificación energética de una instalación de alumbrado

6.10.4 Tabla de eficiencia energética

TIPO ILUMINACIÓN	SUPERFICIE (m2)	ILUMINANCIA (lux)	EFICIENCIA	EFICIENCIA MIN	ICE	Calificación Energética
NOCTURNO	3840	46	22,72	22	1,41	D
NUBLADO						
Tramo 1	880	898	36,75	22	0,87	A
Tramo 2	176	636	36,11	22	0,88	A
Tramo 3	176	546	35,59	22	0,9	A
Tramo 4	264	302	34,66	22	0,92	B
Tramo 5	264	237	39,11	22	0,82	A
Tramo 6	352	144	31,68	22	1,01	B
SOLEADO						
Tramo 1	880	1657	38,88	22	0,82	A
Tramo 2	176	1234	36,81	22	0,87	A
Tramo 3	176	895	36,63	22	0,87	A
Tramo 4	264	559	36,43	22	0,88	A
Tramo 5	264	414	34,7	22	0,92	B
Tramo 6	352	238	32,22	22	0,99	B
ACCESOS	4500	33	24,75	22	1,29	C

6.11 MANTENIMIENTO

Para evitar la degradación de las instalaciones de alumbrado público en el transcurso del tiempo, se realizará, tal y como indica “Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles”, un adecuado doble mantenimiento; el denominado preventivo que establecerá una programación en el tiempo consistente en efectuar sobre las instalaciones un cierto número de intervenciones sistemáticas, y el mantenimiento correctivo, que comprenderá una serie de operaciones necesarias para reponer las instalaciones averiadas o que han sufrido deterioro a un correcto estado de funcionamiento. Cuando se lleve a cabo correctamente y de forma regular el mantenimiento preventivo, las operaciones de mantenimiento correctivo serán menos importantes y frecuentes.

Los trabajos de mantenimiento preventivo comprenderán los siguientes:

- Reposición masiva de lámparas
- Verificación, conservación y limpieza de luminarias
- Verificación y conservación de equipos auxiliares
- Verificación y conservación de soportes
- Verificación y conservación de las canalizaciones eléctricas
- Verificación, conservación y limpieza de armarios y de materiales de encendido y apagado.

Las operaciones de mantenimiento correctivo consistirán en reemplazar cualquier material defectuoso como consecuencia de un accidente de tráfico, actos de vandalismo, etc. y en reparar las averías ocasionadas por fallos eléctricos o mecánicos de los elementos que componen las instalaciones de alumbrado público, lo antes posible.

6.11.1 Mantenimiento preventivo

La programación del mantenimiento preventivo se establecerá teniendo en cuenta la vida media de las lámparas de descarga, la depreciación del flujo luminoso en función del porcentaje de vida media transcurrida, así como el grado de contaminación atmosférica.

El mantenimiento preventivo comprenderá la siguiente programación con la periodicidad en las operaciones que se indican:

1. Lámparas

- Reposición en instalaciones con funcionamiento permanente (24 horas) de 1 a 2 años.
- Reposición en instalaciones con funcionamiento nocturno de 2 a 4 años.

2. Luminarias

Limpieza del sistema óptico y cierre (refractor, difusor) de 1 a 2 años.

3. Centros de Mando y Medida

- Revisión del armario 1 año.
- Verificación de protecciones (interruptores y fusibles) 1 año
- Comprobación de la puesta a tierra 1 año
- Control dispositivo encendido/apagado instalación 6 meses

4. Instalación Eléctrica

- Revisión de las tomas de tierra 1 año
- Reconocimiento de la continuidad de la línea de enlace con tierra 1 año
- Control del sistema global de puesta a tierra de la instalación 1 año
- Examen de las conexiones 1 año
- Comprobación del aislamiento de los conductores 1 año

5. Soportes

- Soportes de acero galvanizado (Pintado primera vez) 15 años
- Soportes de acero galvanizado (Pintado veces sucesivas) 7 años
- Soportes de acero pintado 5 años

6. Condensadores

Reposición masiva de 6 a 8 años

Cuando en el transcurso del tiempo coincidan la reposición de lámparas y la limpieza de luminarias, ambas operaciones se ejecutarán de forma simultánea, ambas operaciones se ejecutarán de forma simultánea. La reposición masiva de lámparas y la limpieza de luminarias se completarán efectuando el control de las conexiones y verificando el funcionamiento del equipo auxiliar.

Sin el perjuicio de las acciones establecidas en la programación del mantenimiento preventivo, periódicamente se medirán las tensiones de suministro, intensidades, factor de potencia, etc.

6.11.2 Mantenimiento correctivo

Comprende las operaciones necesarias para la detección y reparación de las luminarias en las instalaciones de alumbrado público, y sus objetivos serán la rapidez en la detección y actuación a un coste bajo, con una buena calidad en la reparación que mejore la seguridad de este tipo de instalaciones. La reparación incluirá además de la sustitución o arreglo de los elementos averiados, la comprobación de la eliminación de las causas de la avería, evitando su repetición.

El factor de mantenimiento total en función de la frecuencia de mantenimiento y de la calidad de los materiales que será usado en este túnel es de 0.7 al considerar un mantenimiento intensivo y una elevada calidad de material.

La limpieza de las paredes de distintas superficies requiere el uso de disolventes químicos, agua sobrecalentada a presión y dispositivos mecánicos de limpieza que pueden tener un efecto perjudicial sobre el sistema de alumbrado del túnel. Algunos tipos de luminarias pueden ser propensos a fallos prematuros debido a su incapacidad para mantener la estanqueidad y la hermeticidad al polvo, características requeridas en el entorno del túnel.

El mantenimiento en los túneles es difícil de llevar a cabo en condiciones de tráfico regular o cierres de carriles parciales ya que puede causar severos problemas de tráfico y puede aumentar el potencial de accidentes. La reparación del sistema de iluminación y de sus componentes debe ser llevada a cabo empleando el mínimo tiempo en el túnel.

6.11.3 Puntos de luz apagados

Las lámparas apagadas y no sustituidas variarán de cantidad, dependiendo de las clases de lámparas y del programa de sustitución de lámparas usado. Deben consultarse las estadísticas de mortalidad de lámparas de los fabricantes para las prestaciones de cada tipo de lámpara de modo que el número de puntos de luz apagados pueda ser determinado antes de que se haya alcanzado el tiempo de sustitución planeado. Para aplicaciones en las que es crítica la iluminación mantenida, se recomienda conservar un registro riguroso de las características de apagado de las lámparas.

7. INSTALACIÓN **ELÉCTRICA B.T.**

7.1 DESCRIPCIÓN

La alimentación a los receptores que serán necesarios para el correcto funcionamiento del túnel se realizará en baja tensión, 230/400 V. La energía será suministrada por el equipo de media tensión instalado en la boca sur del túnel. Este equipo estará formado por un centro de transformación con su correspondiente aparamenta y un grupo electrógeno que conmutará con el transformador en caso de avería o caída de la red del distribuidor contratado.

Todos los circuitos partirán desde el local de distribución construido en la boca sur del túnel.

La distribución interior se efectuará por bandejas metálicas mientras que la distribución exterior se realizará subterránea.

La distribución exterior se realizará por red subterránea. Las características de la zanja, tal y como se verá más adelante, dependerán de si se ubican en calzada o en acera.

Toda la instalación eléctrica de baja tensión estará compuesta por elementos de cero halógenos, baja emisión de humos, no propagadores de llama y no propagadores de incendio. El cable con el que se efectuará la instalación será Afumex 1000V (AS), el cual posee las siguientes características:

- Designación: RZ1-K (AS)
- Norma constructiva UNE 21123-4
- Tensión de aislamiento 0,6/1 kV
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40°C,+90°C. Cable termoestable
- No propagación de la llama
- No propagación del incendio
- Libre de halógenos
- Reducida emisión de gases tóxicos
- Baja emisión de humos opacos
- Muy baja emisión de gases corrosivos

7.2 RECEPTORES INSTALADOS

La potencia de contratación se ha calculado mediante la suma aritmética de todas las cargas debido al ciclo de funcionamiento, ya que por causas del programa de funcionamiento del conjunto de la instalación es posible y probable el funcionamiento de todos los receptores simultáneamente.

La potencia instalada es la suma de todas las potencias nominales de todos los receptores conectados al centro de transformación.

Transformador: 145,488 kVA

La potencia de utilización o potencia a contratar: 250 kVA

La potencia máxima admisible de la instalación queda limitada por el conjunto de protección y medida en 250 kVA.

Circuito	Potencia (W)	P. cálculo (W)	cos fi	I (A)	I magn (A)
Permanente I	3300	5940	0,9	9,526	3P-16A
Permanente D	3300	5940	0,9	9,526	3P-16A
Nublado I 1	15000	27000	0,9	43,301	3P-50A
Nublado I 2	14450	26010	0,9	41,714	3P-50A
Nublado D 1	13850	24930	0,9	39,982	3P-50A
Nublado D 2	13700	24660	0,9	39,548	3P-50A
Soleado I 1	11450	20610	0,9	33,053	3P-40A
Soleado I 2	11450	20610	0,9	33,053	3P-40A
Soleado D 1	12600	22680	0,9	36,373	3P-40A
Soleado D 2	11950	21510	0,9	34,497	3P-40A
Accesos Norte	6000	10800	0,9	17,321	3P-20A
Accesos Sur	6000	10800	0,9	17,321	3P-20A
Emergencias	560	1008	0,9	1,617	3P-10A
Semáforos Norte	15	15	0,9	0,075	1P-10A
Semáforos Sur	15	15	0,9	0,075	1P-10A
Barrera Norte	200	250	0,8	1,14	1P-10A
Barrera Sur	200	250	0,8	1,14	1P-10A
PMV Norte	500	500	0,9	2,52	1P-10A
PMV Sur	500	500	0,9	2,52	1P-10A
Alumbrado casetas	2500	4500	0,9	22,72	1P-32A
Fuerza casetas	2500	3125	0,8	15,78	1P-25A

NOCTURNO	Potencia (W)	P. cálculo (W)
Permanente I	3300	5940
Permanente D	3300	5940
Accesos Norte	6000	10800
Acceos Sur	6000	10800
Emergencias	560	1008
Semáforos Norte	15	15
Semáforos Sur	15	15
Barrera Norte	200	250
Barrera Sur	200	250
PMV Norte	500	500
PMV Sur	500	500
Alumbrado casetas	2500	4500
Fuerza casetas	2500	3125

$P_{\text{NOCTURNO}} = 25590 \text{ W}$

$S_{\text{NOCTURNO}} = 28950 \text{ VA}$

NUBLADO	Potencia (W)	P. cálculo (W)
Permanente I	3300	5940
Permanente D	3300	5940
Nublado I 1	15000	27000
Nublado I 2	14450	26010
Nublado D 1	13850	24930
Nublado D 2	13700	24660
Emergencias	560	1008
Semáforos Norte	15	15
Semáforos Sur	15	15
Barrera Norte	200	250
Barrera Sur	200	250
PMV Norte	500	500
PMV Sur	500	500
Alumbrado casetas	2500	4500
Fuerza casetas	2500	3125

$P_{\text{NUBLADO}} = 70590 \text{ W}$

$S_{\text{NUBLADO}} = 75900 \text{ VA}$

SOLEADO	Potencia (W)	P. cálculo (W)
Permanente I	3300	5940
Permanente D	3300	5940
Nublado I 1	15000	27000
Nublado I 2	14450	26010
Nublado D 1	13850	24930
Nublado D 2	13700	24660
Soleado I 1	11450	20610
Soleado I 2	11450	20610
Soleado D 1	12600	22680
Soleado D 2	11950	21510
Emergencias	560	1008
Semáforos Norte	15	15
Semáforos Sur	15	15
Barrera Norte	200	250
Barrera Sur	200	250
PMV Norte	500	500
PMV Sur	500	500
Alumbrado casetas	2500	4500
Fuerza casetas	2500	3125

P_{SOLEADO} = 118040 W

S_{SOLEADO} = 135678 VA

7.3 CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORRIENTE Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

Para este proyecto, el cálculo de intensidades se ha determinado según el criterio de caída de tensión, que es el determinante para instalaciones con líneas eléctricas de larga longitud, como en este caso.

7.3.1 Criterio de la caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el REBT en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

Dicha pérdida de potencia, es debido a que todos los conductores, sea cual sea su naturaleza, ofrecen una resistencia al paso de los electrones.

La resistencia equivalente de un conductor ha sido calculada en función de la resistividad del material del cual está formado, la sección del conductor y su longitud.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Siendo:

ρ : resistividad del material ($\Omega \cdot m \cdot mm^2$)

S: sección del conductor (mm^2)

L: longitud del conductor (m)

Los materiales empleados como conductor en las instalaciones del túnel son cobre de resistividad de $0.017857 \Omega \cdot m \cdot mm^2$, y aluminio con una resistividad de $0.028571 \Omega \cdot m \cdot mm^2$.

Puesto que la longitud del conductor no la podemos variar, para un mismo material e intensidad, el único modo de disminuir la resistencia y con ello la caída de tensión, es aumentando la sección del conductor.

A la dependencia de la resistencia del conductor, en el cálculo de caídas de tensión, se le añade la intensidad, rigiéndose dicha tensión por la ley de Ohm ($V=R \cdot I$), quedando como fórmulas para el cálculo las siguientes:

Trifásico:

$$I = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos \varphi}$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{S}$$

Monofásico:

$$I = \frac{W}{V \cdot \cos \varphi}$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{S}$$

Siendo:

I: Intensidad (A)

P: Potencia de la línea (W)

V: Tensión de la línea (V)

$\cos \varphi$: Coseno del ángulo de desfase entre tensión y corriente

ΔV : Caída de tensión (V)

L: Longitud de la línea (m)

ρ : Resistividad del cable

S: Sección del cable (mm²)

En sistemas monofásicos alimentados mediante el reparto de sistemas trifásicos, el criterio empleado es la combinación de ambos.

7.3.2 Criterio de densidad de corriente

Con el criterio de densidad de corriente se establecen las instalaciones máximas admisibles para cada sección de conductor dependiendo de si es cobre o aluminio.

Con objeto de cumplir lo prescrito en el REBT y en particular las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-09 y ITC-BT-19.

7.3.3 Dimensionado de tubos y canales

El dimensionado de los tubos y canales se realizará conforma a la instrucción ITC-BT-21 del REBT.

Si no es posible, el dimensionado de los tubos y canales se realizará multiplicando por 3 la sección total de los conductores para determinar la medida comercial, en su defecto se escogerá la inmediatamente superior.

7.4 ACOMETIDA AL CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Este cuadro queda alimentado desde el centro de transformación por una canalización enterrada y entubada con cable RZ1-K(AS) 3 x 1 x 240 + 1 x 150 + TT 150 mm² Cu y diámetro de tubo de 225 mm.

La zanja por la que discurre el cableado tendrá las especificaciones que marca ENDESA para zanjas bajo arcenes, medianas, aceras y jardines.

Tendrá aproximadamente una profundidad de 70 cm, de manera que la superficie superior del tubo de plástico se encuentre a una distancia de 50 cm por debajo de la rasante del suelo de tierra y una anchura de 40 cm, pudiéndose admitir que la misma será de 30 cm cuando existan otras canalizaciones o servicios que dificulten la ejecución de la zanja.

Una vez limpio el fondo de la zanja de piedras y cascotes, se colocará el tubo de PVC liso, tipo presión según norma UNE-53.112, rellenando el fondo de la zanja y recubriendo los tubos de arena de mina o de río lavada de espesor mínimo de 0,5 m.

Por encima se colocará otra capa de arena de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener protección mecánica (placa de plástico) colocadas transversalmente. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m y a la parte superior del cable de 0,25 m.

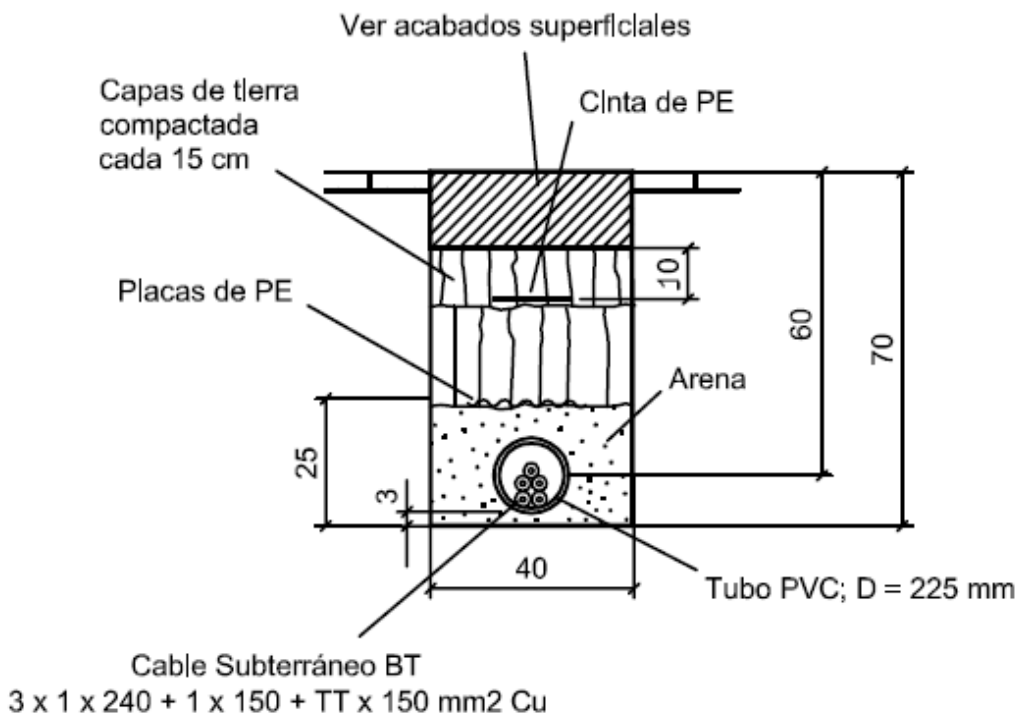


Figura 11: Zanjas de circuitos de B.T. por acera

7.5 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Esta instalación dispondrá de un cuadro general de distribución, protección y maniobra desde el que se alimentará a todos los receptores de B.T. con las protecciones apropiadas en cada uno de los circuitos cumpliendo el REBT.

Se instalará en un local independiente del destinado para el grupo electrógeno y el utilizado para el transformador.

El cuadro de distribución dispondrá de una sola alimentación.

En el cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos. Estos dispositivos, al ser nuestro sistema TT, serán tripolares cuando alimenten a un sistema trifásico (neutro sin protección) y monopolares al proteger un sistema monofásico, tal y como indica la ITC-BT-22.

En el cuadro también se instalarán los interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos. Estos interruptores tendrán que aguantar las corrientes que puedan producirse en el punto de instalación. El nivel de sensibilidad de estos interruptores cumplirá con la instrucción ITC-BT-17.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Las secciones de los diversos circuitos que parten desde el cuadro de B.T. quedan reflejadas en los planos y en las tablas de cálculos; y la distribución de los dispositivos de protección aparece en los planos.

7.6 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

La alimentación de estos equipos se realizará con manguera RZ1-K(AS) de cinco conductores de 6 mm^2 (tres fases + neutro + cond. Protección), discurrirá por la bandeja general y dispondrá de una protección mecánica en los bajantes hasta el equipo realizada con tubería de acero de M20, se usará una caja de conexiones de 70 mm estanca fijada en la misma canal para llevar a cabo dicha derivación.

Las luminarias son monofásicas por lo que habrá que tener en cuenta el equilibrio de cargas; y realizar el debido enganche a la red trifásica en cajas de derivación de 5 entradas y 3 salidas con fusibles de 6 A para proteger la luminaria.

Esta iluminación está alimentada también por el grupo electrógeno de manera que dichas luminarias no queden nunca sin alimentación por motivos de seguridad.

7.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL INTERIOR DEL TÚNEL

Toda la instalación de B.T. por el interior del túnel irá sobre bandeja perforada a una altura de 4.5 metros. El cruce de calzada para la alimentación del lado del túnel opuesto al C.T. se realizará también por bandeja a la misma altura.

La bandeja presentará las características mínimas que se exigen en la instrucción ITC-BT-29, al ser una instalación con riesgo de incendio, la cual dicta que el grado de resistencia de penetración de objetos no será menor de 2.

El cable usado es RZ1- K(AS), entubados según la ITC-BT-21, con una sección de neutro igual a la sección de las fases. Las secciones e intensidades de cada circuito se encuentran detalladas en el anexo de cálculos.

Los conductores de protección usados tendrán la misma sección que los conductores de fase al formar parte de la canalización de alimentación. A este conductor se le identificará por el color verde-amarillo.

Las derivaciones a las luminarias de emergencia se efectuarán bajo tubo protector y con la unión protectora correspondiente entre tubo y luminaria.

La caída de tensión permitida en la instalación, al ser un C.T. propio, es de 4,5 % en circuitos de alumbrado y 6,5 % para los demás usos.

Las luminarias instaladas son monofásicas, por lo que habrá que tener en cuenta el equilibrado de cargas ya descrito en su apartado correspondiente.

El enganche de la luminaria monofásica a la red trifásica se hará mediante cajas de derivación y protección de 5 entradas y 3 salidas con fusibles de 6 A para proteger la luminaria.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que se deberá realizar siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse así mismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

7.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ZONA DE ACCESO

La iluminación de la zona de acceso se efectuará mediante luminarias colocadas a 12 metros de altura sobre soportes y separadas 15 metros entre sí para cumplir con la CIE 88:2004 y según nos marca las “Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles” del Mº de Fomento.

Toda la instalación se ejecutará siguiendo el REBT, en particular la instrucción ITC-BT-09 y al producirse la alimentación por red subterránea habrá que seguir la ITC-BT-07.

La disposición del cable de alimentación será entubado y enterrado y en el tramo que atraviese la calzada se procederá a cubrir de hormigón los tubos por los que discurrirán los cables, como manera de protección de esfuerzos mecánicos producidos por el tráfico rodado. Además en caso de cruce de calzada serán instalados 2 tubos más para futuras instalaciones. Los tubos de protección se regirán bajo las indicaciones en la instrucción ITC-BT-21.

La zanja por la que discurre este circuito ya sean en acera o calzada es aprovechada en algún tramo para la instalación de otros tres circuitos, semaforización, barreras y panel de mensaje variable, que se detallarán más adelante.

Las especificaciones que marca Endesa para las zanjas bajo calzada son las que a continuación se indican. La zanja tendrá una profundidad adecuada, aproximadamente de 110 cm, de manera que la superficie superior de los tubos de plástico más próxima a la calzada se encuentre a 70 cm por debajo del pavimento de la misma y una anchura de 60 cm. El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, preparando un lecho de hormigón de resistencia característica H-250 de 10 cm de espesor, colocando seis tubos de PVC liso tipo presión según norma UNE-53112 de diámetro indicado en el anexo de cálculos y 3,2 mm de espesor mínimo, instalando sobre dichos tubos, apoyados en el lecho de hormigón, separadores de PVC cada 80 cm y colocando dos tubos de plástico de idénticas características a los anteriores sobre los citados separadores, rellenando y cubriendo los cuatro tubos con hormigón H-250 y espesor mínimo de 15 cm por encima de los mismos. El resto de la zanja se rellenará con hormigón pobre o grava cemento, al objeto de evitar posibles asentamientos. A 10 cm de la parte superior del dado de hormigón, donde se encuentran los tubos, se colocará una malla de señalización de 30 cm de ancho.

Todo ello tal y como se representa en la figura siguiente:

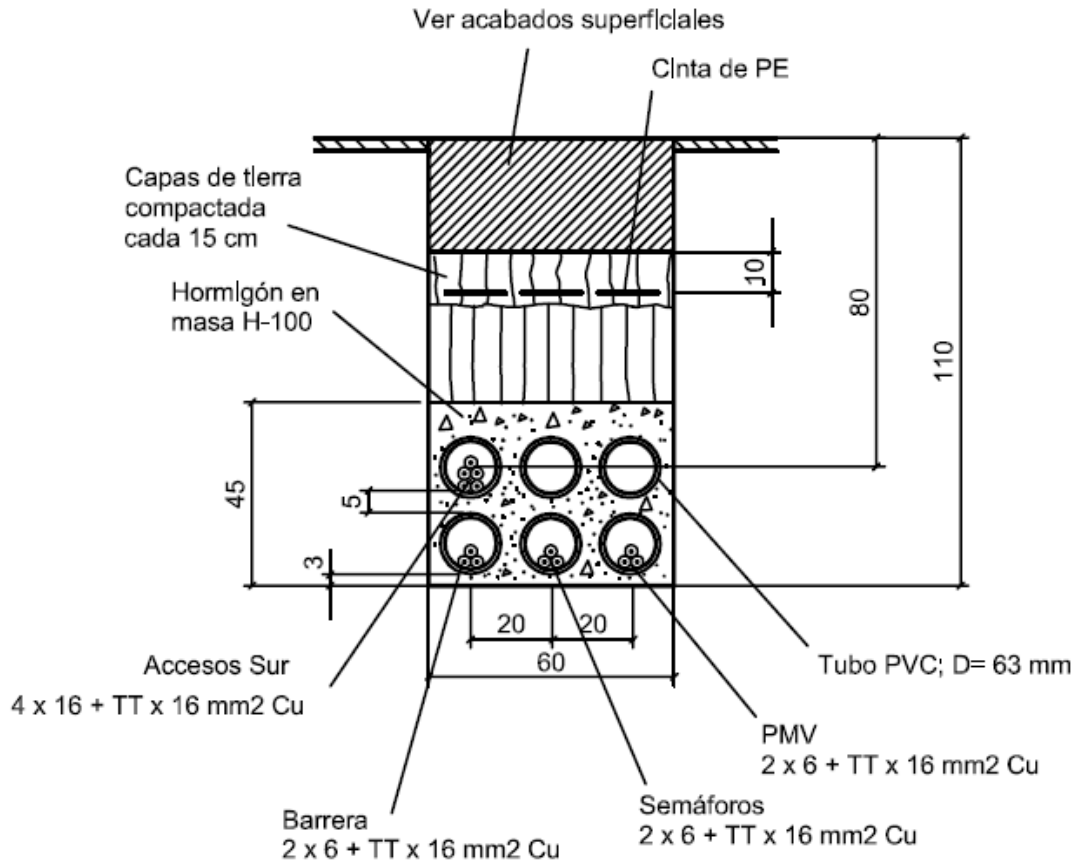


Figura 12: Zanjas de 4 circuitos de B.T. por calzada

La zanja bajo acera posee características similares.

Tendrá aproximadamente una profundidad de 90 cm, de manera que la superficie superior del tubo de plástico se encuentre a una distancia de 70 cm por debajo de la rasante del suelo de tierra y una anchura de 100 cm, pudiéndose admitir que la misma será de 30 cm cuando existan otras canalizaciones o servicios que dificulten la ejecución de la zanja.

Una vez limpio el fondo de la zanja de piedras y cascotes, se colocará el tubo de PVC liso, tipo presión según norma UNE-53.112, rellenando el fondo de la zanja y recubriendo los tubos de arena de mina o de río lavada de espesor mínimo de 0,5 m.

Por encima se colocará otra capa de arena de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener protección mecánica (placa de plástico) colocadas transversalmente. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m y a la parte superior del cable de 0,25 m.

Todo ello tal y como se representa en la figura siguiente:

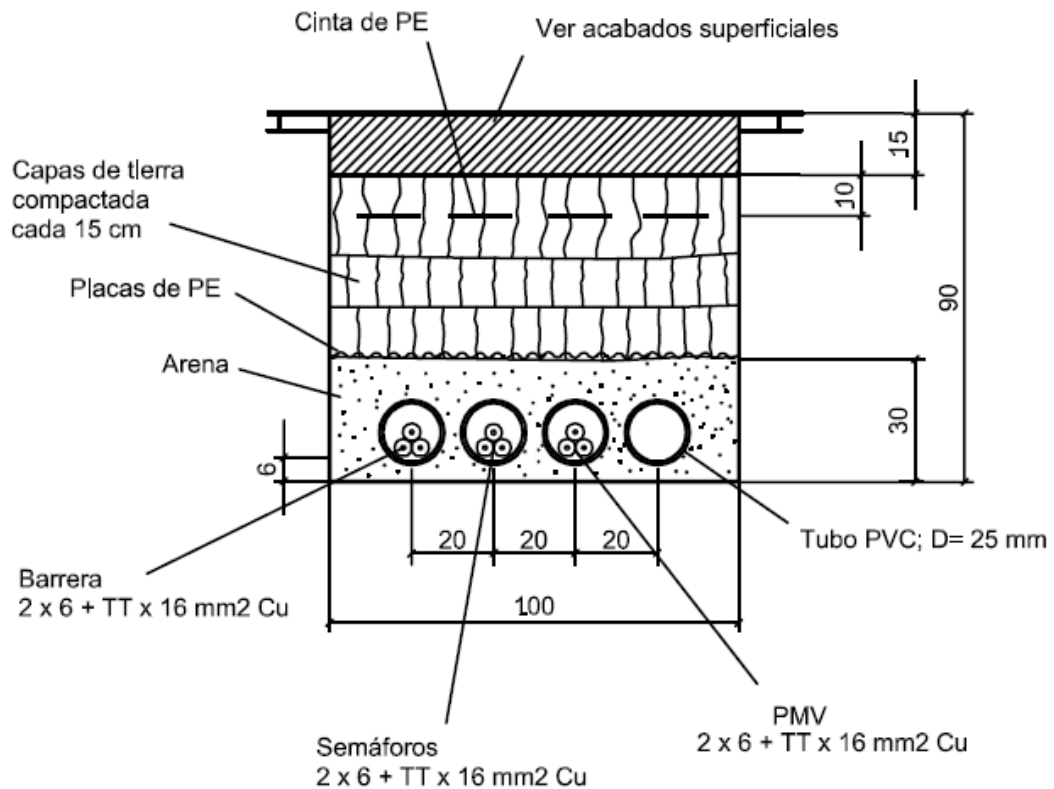


Figura 13: Zanja de 3 circuitos B.T. por acera

El cable utilizado es RZ1-K (AS). La sección mínima en zanja es de 6 mm^2 y de 2.5 mm^2 en luminaria. Las secciones elegidas quedan indicadas en los planos y en las tablas de cálculo.

Esta iluminación se encenderá únicamente con el tipo de alumbrado nocturno, es decir, cuando dentro del túnel sólo estén encendidas las luces permanentes. Con esta medida evitaremos la aparición en los conductores del efecto de agujero negro.

La longitud del tramo iluminado será, tal y como indica la normativa, de dos veces la distancia de seguridad, con un mínimo de 200 metros. En nuestra instalación, al superar ese mínimo, la longitud iluminada será de $2 \times 180 \text{ m} = 360 \text{ m}$.

Las luminarias se dispondrán únicamente en el lado de salida según el sentido del tráfico.

7.8.1 Protección contra contactos directos e indirectos

Tal y como se indica en la ITC-09, las luminarias serán de clase I o clase II.

Cuando las luminarias sean de clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2.5 mm^2 de cobre.

7.8.2 Puestas a tierra

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea, tal y como marca la ITC-09 al no disponer la provincia de Teruel de ninguna restricción en sus ordenanzas municipales.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, 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, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

Para esta instalación se usarán cables aislados de tensión asignada 0.6/1 kV y sección 16 mm² al ser red subterránea y no formar parte de la propia red de tierra.

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 0.6/1 kV, con recubrimiento de color verde-amarillo, y de sección de 16 mm² de 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.

7.9 GRUPO ELECTRÓGENO

La instalación de un grupo electrógeno tiene por objeto suplir el suministro de la compañía de forma parcial. Pese a que según el RD 635/2006 no obliga a usar grupo electrógeno para esta instalación, se optará por un suministro alternativo, dando de esta forma servicio a todas las luminarias de emergencia y de alumbrado permanente que posee el túnel, manteniendo en todo momento un nivel alto de seguridad.

7.9.1 Elección del generador

El generador elegido es trifásico, con una potencia nominal bastante superior a la requerida por la potencia de las luminarias de emergencia y un arranque automático cuando detecte una disminución de tensión del 70 %.

7.9.2 Características técnicas

GRUPO ELECTRÓGENO	ITC POWER 15 KVA
Tensión (V)	380/440
Potencia nominal	12 kW/15 kVA
Potencia máxima	13,2 kW/16,5 kVA
Frecuencia (Hz)	50
Motor	
Cilindros	4
Cilindrada (c.c.)	2156
Arranque	Eléctrico
Embalaje	
Dimensiones (cm)	200x90x115
Peso neto (kg)	760

7.9.3 Local

Dimensiones

El local para la instalación del grupo tendrá una puerta de entrada lo suficientemente grande como para poder entrar y sacar el grupo sin necesidad de desmontarlo.

El volumen del local debe estar en proporción a las dimensiones y forma constructiva del grupo, debiendo quedar suficiente espacio para poder efectuar los trabajos de mantenimiento y revisión del grupo con facilidad

Dimensiones mínimas

Se procurará que alrededor del grupo exista un pasillo, libre de obstáculos, con anchura comprendida entre 0.80 m y 1m.

La altura del local, como mínimo, un metro por encima del colector de escape del motor diésel y nunca inferior a 2m.

7.9.4 Situación del grupo en el local

El grupo debe situarse en posición horizontal o con inclinaciones inferiores a:

- Longitudinal 15°
- Transversal 30°

El grupo se asentará en el local sobre el pavimento.

Sobre el pavimento

Se coloca el grupo sobre el pavimento intercalando apoyos antivibratorios entre el suelo y la bancada de acero del grupo que amortiguan la transmisión de vibraciones, quedando una vibración residual de 5 al 20 %, según el tipo de silenblocks. Hay apoyos antivibratorios que se colocan simplemente por adherencia y otros tipos fijándolos al pavimento.

7.9.5 Refrigeración y aireación

Un factor muy importante a tener en cuenta del local, es la entrada y salida del volumen de aire necesario para lograr una perfecta refrigeración del grupo. La refrigeración del motor se realizará por radiador.

Entrada de aire

Para la aportación de aire fresco necesario para la combustión del motor y refrigeración de los distintos elementos, el local debe disponer de una abertura en la pared, puerta o canalización de entrada de aire. Como orientación, la sección neta de la entrada de aire debe ser dos veces la superficie útil del radiador. En la tabla adjunta se da la superficie mínima que deben tener la o las entradas de aire al local calculada para el grupo.

La temperatura del local no debe sobrepasar los 45°C.

En zonas frías, para evitar la entrada directa de aire cuando el motor esté parado, se dispondrá de unas persianas de láminas que cierren las aberturas y que puedan ser accionadas a mano o automáticamente.

Salida de aire del radiador

El aire que circula a través del radiador debe tener salida libre al exterior, por ello, la ventana por la que sale el aire irá equipada con persiana de aletas superpuestas y móviles (que permitan cerrar cuando el grupo esté parado y se abran, automáticamente, al empezar a funcionar el grupo) que no dificulten la salida del aire del radiador. En los grupos con arranque automático, la ventana dispondrá de persiana con aletas siempre abiertas o la apertura de éstas será automática al ponerse en marcha el grupo. Si el número y grueso de las aletas de la persiana reducen en más del 10 % la superficie de salida del aire, debe aumentarse la sección de la ventana en esta proporción.

El grupo debe quedar a unos 70 cm de la ventana (para que pueda revisarse en su parte frontal si fuera necesario) y se canalizará el aire caliente del radiador a la ventana para asegurarse de que salga del local.

En los casos en que el local sea reducido, puede situarse el radiador a unos 20 cm de la ventana.

Para que las vibraciones del grupo no se transmitan a dicha canalización, se efectuará un acoplamiento elástico (fuelle) entre la salida del radiador y la canalización.

Las aberturas de entrada y salida de aire se dispondrán lo más alejadas posible entre sí, para evitar que el aire de salida se mezcle con el de entrada.

7.9.6 Conducción de gases de escape

Son el tupo o tubos que llevan al exterior del local los gases producidos en el interior del motor debido a la combustión del gasóleo. Estos gases salen a una temperatura de 400 a 600 °C y algunos de sus componentes son tóxicos.

En la instalación de tubos de escape se ha de tener presente dos puntos muy importantes que son:

- La contrapresión provocada por la conducción del escape, frenando la salida de los gases.
- La eliminación de ruidos y vibraciones.

El valor de la contrapresión de la conducción de escape, para un caudal dado de los gases de escape, está determinado por el tipo de silencioso, por la longitud y diámetro interior del tubo de escape y por el número y forma de las curvas.

Las conducciones de escape se construirán con tubo de acero corriente de al menos 3mm de espesor para que la corrosión y la humedad no las deteriore con rapidez.

El motor diesel utilizado está compuesto por 4 cilindros en línea con un solo tubo de escape.

Diámetro

Para calcular el diámetro del tubo de escape debe averiguarse la longitud teórica equivalente del escape. Esta longitud se obtiene sumando:

- Longitud geométrica del tubo de escape.
- La resistencia que oponen las curvas, transformada en longitud. Se recomienda utilizar curvas en las que el radio de curvatura sea 2.5 veces el diámetro exterior.
- La resistencia que opone el silencioso.

En caso de una longitud mayor, como primera aproximación, puede considerarse un incremento de diámetro del 3 % por metro adicional.

7.10 SEMÁFOROS DE ACCESO, PANELES DE MENSAJE VARIABLE Y BARRERAS

Aunque según el RD 635/2006 no sería necesaria la instalación de ninguno de estos tres elementos de seguridad se va a proceder a su instalación para mejorar la instalación.

Estos tres elementos se podrán controlar y gestionar desde el centro de control

7.10.1 Semáforos

Se instalarán dos tipos de semáforos según su función:

- Semáforo de acceso al túnel cuerpo 3/200 RAV de led, que se instalará a la entrada del túnel en cada sentido.

- Semáforo de preaviso cuerpo 2/200 AA de led, que se instalará a unos 150 metros de la entrada del túnel en cada sentido.

7.10.2 Panel de mensaje variable

Se instalará un panel en la entrada de cada acceso del túnel, a unos 20 m de cada boca aproximadamente.

Para cada panel se construirá una cimentación de 0.90 m de ancho, 6 m de largo y 1 m de profundidad para alojar la banderola de aluminio que soporta el panel de mensaje variable.

Junto a la cimentación se construirá una arqueta de hormigón HM-20, de 60 x 60 cm en la que se aloja una pica para la puesta a tierra del panel, unida la estructura del mismo mediante un cable de cobre desnudo, también aquí estará la derivación de los cables de alimentación eléctrica del panel.

Los cables de alimentación de los paneles discurren por la canalización enterrada construida para las obras de alumbrado de acceso al túnel y será de sección 6 mm².

7.10.3 Barreras de cierre automático

En lo que respecta a las barreras de cierre automático, se instalarán dos, una en cada sentido de circulación y estarán situadas a una distancia entre 18 y 20 m de las bocas de los túneles.

Para su instalación se construirá una cimentación de hormigón de 50 cm de ancho y largo y 60 cm de profundidad, en la que se alojará una canalización de tubo corrugado que conecta con una arqueta de hormigón HM-20 de 60 x 60 cm, construida para realizar la derivación de los cables de alimentación eléctrica y control de la barrera.

7.10.4 Cálculo eléctrico

Se unificará para un mismo circuito los semáforos, paneles de mensaje variable y barreras. Los tres elementos tienen alimentación monofásica. Este circuito estará conectado al grupo electrógeno. En la siguiente tabla se reflejan las características eléctricas.

Se usará el mismo cable que para toda el resto de instalación RZ1-K-(AS), compuesto de 3 conductores (fase + neutro + cond. Protección).

Las zanjas por las que discurren dichos cables ya se han detallado en apartado de alumbrado de accesos al aprovechar la zanja para todos ellos.

Boca norte	L (m)	P inst (W)	I (A)	S (mm²)	cdt. Exacta	cdt. (%)
Semáforo acceso	10	10	0,025	6	0,019	0,008
Semáforo preaviso	160	5	0,013	6	0,010	0,004
Panel de mensaje variable	30	500	1,255	6	0,970	0,422
Barrera	30	200	0,502	6	0,388	0,169
Boca sur						
Semáforo acceso	480	10	0,025	6	0,019	0,008
Semáforo preaviso	630	5	0,013	6	0,010	0,004
Panel de mensaje variable	500	500	1,255	6	0,970	0,422
Barrera	500	200	0,502	6	0,388	0,169

7.11 ESTUDIO DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN

Se verificará que las masas puestas a tierra del túnel, así como los conductores de protección asociados a estas masas, no están unidos a la toma de tierra de las masas del centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Para asegurar esta independencia habrá que cumplir las siguientes condiciones de la ITC-BT-18:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 m para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($< 100 \Omega/\text{m}$).
- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

En nuestra instalación, la distancia entre la red de tierra del túnel se situará a no menos de 15 m de la red de tierra del C.T. al tener una resistividad nuestro terreno de arena silíceo de $100 \Omega/\text{m}$.

La configuración seleccionada para esta puesta a tierra tiene las siguientes propiedades:

- Configuración UNESA seleccionada: 60-60/5/45
- Geometría del sistema: Anillo cuadrangular
- Profundidad del electrodo: 0,5 m.
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2

Estos electrodos están formados por picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, dispuestas en un cuadrado de 6 m x 6 m y conectadas mediante un cable de Cu desnudo de 50 mm^2 , tendido en el fondo de una zanja de 0,50 metros de profundidad.

Esta configuración debe asegurar una resistencia máxima de puesta a tierra de 15Ω exigida para evitar tensiones de contacto peligrosas Este cálculo aparece detallado en el anexo correspondiente.

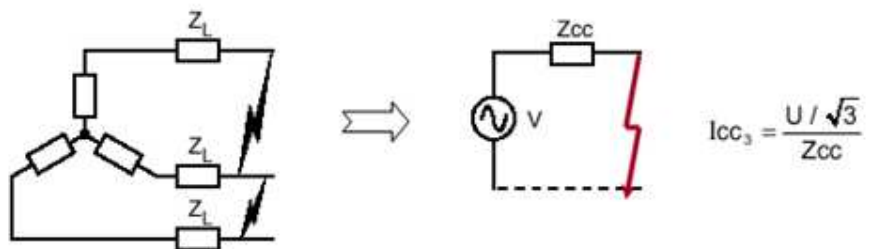
7.12 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN B.T.

Es el defecto que corresponde a la unión de fases, fase-neutro, fase-tierra. La intensidad que circula en un cortocircuito de B.T. es del orden de kA estando ésta limitada por la resistencia del conductor y por la potencia de cortocircuito del transformador.

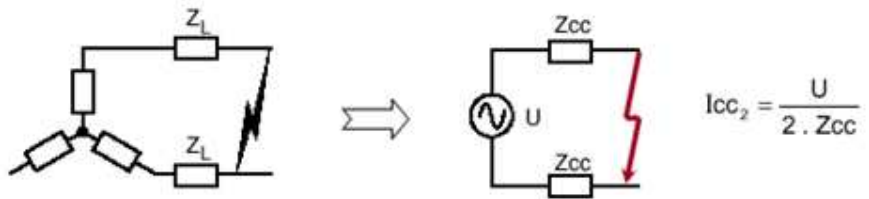
Según los documentos facilitados por ENDESA, la P_{CC} que se maneja en M.T, en una línea de 15 kV es de 500 MVA.

A continuación se muestran las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad de cortocircuito, usando siempre el caso más desfavorable:

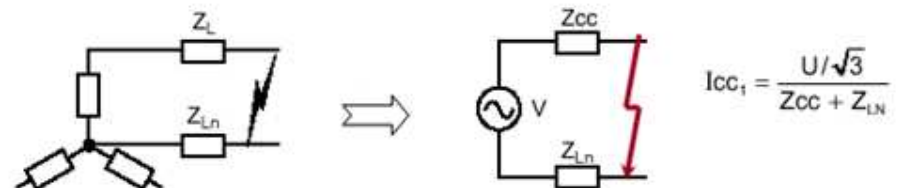
Defecto trifásico



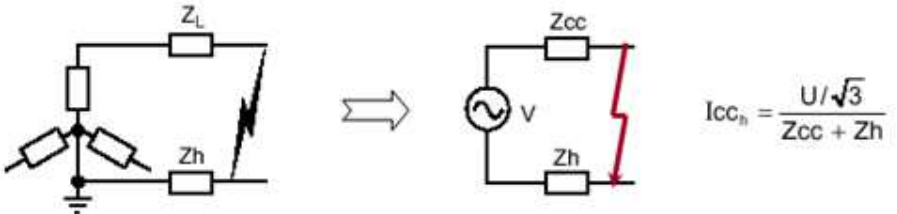
Defecto bifásico



Defecto monofásico



Defecto a tierra



7.13 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Al no contar en el túnel con motores de ventilación sólo se atenderá a corregir el factor de potencia de las luminarias de alumbrado.

De acuerdo con la ITC-BT-09 se debe corregir el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor igual o superior a 0,9.

No se necesita instalar baterías de condensadores para mejorar este factor ya que cada luminaria incorpora un condensar de 4,7 μF para tal fin.

7.14 VENTILACIÓN

La instalación de ventilación forzada en los túneles carreteros tiene como objetivo fundamental diluir, hasta los niveles requeridos, los gases nocivos provenientes de las emisiones de los vehículos que circulan a través de los túneles. En túneles de longitud similar al de Monroyo, la previsión de medidas de ventilación para el caso de accidentes en el interior de los mismos no tiene objeto debido a la facilidad de evacuación de los túneles por la escasa distancia a las bocas.

El dimensionamiento de la ventilación de los túneles sigue básicamente los criterios y recomendaciones formulados por el Comité Técnico de Túneles de Carretera de la AIPCR.

La AIPCR propone un criterio estimativo general para la valoración previa de la necesidad de ventilación de un túnel bidireccional en función de su longitud y de su intensidad horaria máxima de tráfico. La expresión que regula el criterio es la siguiente:

$$L_{max} \approx \frac{C_{bi}}{M_{max}}$$

Siendo:

L_{max} (km): longitud del túnel por encima de la cual es necesaria la ventilación forzada

C_{bi} : coeficiente adimensional que suele oscilar entre 300 y 600

M_{max} (veh/h): Intensidad horaria máxima de vehículos

Según este criterio y aplicando el caso más restrictivo del coeficiente C_{bi} , la intensidad máxima horaria correspondiente que haría necesario estudiar la adopción de un sistema de ventilación forzada sería:

$$M_{max} \approx 625 \text{ veh/h}$$

7.15 SEÑALIZACIÓN DE SALIDAS Y EQUIPAMIENTOS DE EMERGENCIA

Se han colocado cabinas en la pared con equipamientos de emergencia a intervalos inferiores a 150 metros compuestos por:

- 2 extintores de polvo ABC de 9 kg
- teléfono de emergencia. Para su funcionamiento es necesario llevar la línea de teléfono desde la red más cercana hasta las cabinas, como puede observarse en el plano correspondiente.

Asimismo se ha señalado cada cabina con las señales S-910 y S-960 y las salidas de los túneles más cercanas con las señales S-990. En los planos se puede comprobar la distancia a la que se deben colocar las señales S-990.

8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

8.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ELEGIDO

8.1.1 Descripción

El centro de transformación no será de propiedad de la compañía sino de abonado y será prefabricado compacto de superficie. Se situará a la entrada de la boca sur y estará alimentado por la línea de M.T. subterránea proveniente de la conversión aéreo-subterránea.

Estará compuesto por una celda de entrada de línea, una de medida y una última de protección por fusibles, todas ellas de aislamiento integral de gas, el transformador y la aparata de baja tensión. Contará con el espacio necesario para cumplir las normas de seguridad, tanto en distancias como en elementos. Tendrán asignado el lugar para el transformador, para las celdas de media tensión y para el cuadro de baja tensión tal y como se indica en el plano correspondiente.

8.1.2 Elementos que lo componen

Según la previsión de potencia realizada en apartados anteriores se ha elegido un centro de transformación mini Blok de Ormazabal de 250 KVA, de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto de Media Tensión MB de Ormazabal, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV cumpliendo la norma UNE-EN 62271-202 sobre aparata de alta tensión. Las celdas de media tensión tendrán un aislamiento integral en gas SF6.

Este centro de transformación está compuesto por:

-Celda de línea CGMCOSMOS-L provista de un interruptor-seccionador de 3 posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra). Se utiliza para la acometida de entrada de los cables de M.T. permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

-Celda modular CGMCOSMOS-V, función de protección con interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra). Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

-Celda modular CGMCOSMOS-M, función de medida, se utiliza para alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

-Celda modular CGMCOSMOS-P, función de protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores.

-Transformador de Distribución de Media Tensión de 250 KVA

- Cuadro de Baja Tensión CBTO-K con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.

- Interconexiones directas de MT y BT.

- Bastidor autoportante.

-Conexión de circuito de puesta a tierra.

-Alumbrado y servicios auxiliares.

-Envolverte monobloque de hormigón armado más cubierta amovible.

8.1.3 Características técnicas

Aparamenta M.T.

Celda de línea

Tensión nominal (kV)	24
Intensidad nominal (A)	400
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min (kV)	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	125
Intensidad de corta duración (circuito principal y tierras) (kA)	20
Poder de corte de corriente (A)	400
Poder de cierre del seccionador de tierra (kA)	50

Celda de protección con interruptor automático

Tensión nominal (kV)	24
Intensidad nominal (A)	400
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min (kV)	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	125
Intensidad de corta duración (circuito principal y tierras) (kA)	20
Poder de corte de corriente (A)	400
Poder de cierre del interruptor principal (kA)	50

Celda de medida

Tensión nominal (kV)	24
----------------------	----

Celda de protección con fusibles

Tensión nominal (kV)	24
Intensidad nominal (A)	400
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min (kV)	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	125
Intensidad de corta duración (kA)	20
Poder de corte de corriente (A)	400
Poder de cierre del interruptor principal (kA)	50
Intensidad de corta duración de tierras (kA)	3
Poder de cierre del seccionador de tierra (kA)	7,5

Transformador

Potencia (kVA)	250
Intensidad nominal (A)	630
Tensión primaria (kV)	20
Tensión secundaria (V)	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Impedancia de cortocircuito (%)	4
Caída de tensión a plena carga (%)	1,37

Cuadro de B.T

Intensidad asignada (A)	1600
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	2,5 (partes activas)
	10 (partes activas-masa)
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	20
Intensidad de cortocircuito (kA)	25

8.1.4 Características físicas

Ancho (mm)	4008
Fondo (mm)	3180
Alto (mm)	1532
Peso (kg)	1600

Además dispone de las siguientes características:

- Envolvente prefabricada de hormigón:
- Reducidas dimensiones: idóneo para espacios limitados.
- Baja altura: escaso impacto visual.
- Cuerpo de construcción monobloque con cubierta amovible.
- Foso interior de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, como medio de protección contra la contaminación del suelo.
- Elementos de protección cortafuegos: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación por circulación natural de aire, clase 10, a través de dos rejillas de entrada instaladas en las paredes de la envolvente y una salida perimetral superior.
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos.
- Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón: Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base del edificio.
- Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en lateral de la envolvente. Permite la entrada de cables provenientes de un grupo electrógeno, para alimentar a través del cuadro de baja tensión a clientes en situaciones de incidencia.

8.2 ESTUDIO DE TIERRAS

De acuerdo con el Reglamento de Centrales y Subestaciones, toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra que limite las tensiones de paso o de contacto a las establecidas por las siguientes fórmulas.

8.2.1 Puestas a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.

La configuración seleccionada para esta puesta a tierra tiene las siguientes propiedades:

- Configuración UNESA seleccionada: 60-60/5/45
- Geometría del sistema: Anillo cuadrangular
- Profundidad del electrodo: 0,5 m.
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2

Estos electrodos están formados por picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, dispuestas en un cuadrado de 6 m x 6 m y conectadas mediante un cable de Cu desnudo de 50 mm², tendido en el fondo de una zanja de 0,50 metros de profundidad.

Esta configuración debe asegurar una resistencia máxima de puesta a tierra de 15 Ω exigida para evitar tensiones de contacto peligrosas, estudio detallado en el anexo de cálculos.

Las tensiones de paso y de contacto derivadas de la puesta a tierra de protección también aparecen detalladas en el anexo de cálculos.

8.2.2 Puestas a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de transformadores, que lo precisen en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas. En nuestro caso será el neutro de B.T.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

La configuración seleccionada para esta puesta a tierra tiene las siguientes propiedades:

- Configuración UNESA seleccionada: 5/42
- Geometría del sistema: Picas en hilera
- Profundidad del electrodo: 0,5 m.
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2
- Separación entre picas: 3 m.

La toma de tierra partirá de la borna de B.T. del neutro del Transformador, y se realizará con cable de Cu aislado 0.6/1 kV RV de 50 mm² sección, protegido en su instalación intemperie con tubo de PVC de 32 mm diámetro. Irá alojado en una zanja de 0.5 m. de profundidad hasta el electrodo de puesta a tierra, que estará situado a una distancia de 20 m, garantizando una resistencia de la puesta a tierra de servicio menor de 20 Ω .

Esta configuración debe asegurar una resistencia máxima de puesta a tierra de 15 Ω exigida para evitar tensiones de contacto peligrosas, estudio detallado en el anexo de cálculos.

8.2.3 Separación de tierra de los neutros

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general, pueden conectarse a una tierra separada.

En nuestro proyecto, la distancia entre estas dos tierras no será inferior a 20 metros.

8.2.4 Aislamiento entre las instalaciones de tierra

Cuando, de acuerdo con lo dicho en el apartado anterior, se conecten los neutros de baja tensión a una tierra separada de la tierra general del C.T., se cumplirán las siguientes prescripciones:

- Las instalaciones de tierra deberán aislarse entre sí para la diferencia de tensiones que pueda aparecer entre ambas.
- El conductor de conexión entre el neutro de baja tensión del transformador y su electrodo de tierra ha de quedar aislado dentro de la zona de influencia de la tierra general. Dicha conexión podrá realizarse conectando al electrodo directamente, un punto del conductor neutro y estableciendo los aislamientos necesarios.
- Las instalaciones de baja tensión en el interior de los centros de transformación poseerán, con respecto a tierra, un aislamiento correspondiente a la tensión señalada en la primera prescripción.

8.2.5 Vigilancia periódica

Las instalaciones de tierra serán revisadas, al menos, una vez cada tres años a fin de comprobar el estado de las mismas.

9. LÍNEA DE MEDIA **TENSIÓN**

9.1 DESCRIPCIÓN

La alimentación al túnel vendrá suministrada por una línea de 15 kV que discurre a 250 metros de la entrada sur del túnel, con un trayecto paralelo a éste. El punto de enlace facilitado por la compañía distribuidora será el poste con el número 38.

No será necesario levantar un poste de celosía contiguo al de compañía para la conversión aéreo-subterránea, puesto que dicha conversión se realizará en el poste ya existente de la compañía. Al tratarse de un poste de celosía de pocos años de servicio y con un coeficiente de seguridad muy elevado se ha recibido la autorización previa por parte de la compañía suministradora. Será en este poste donde se instalarán los seccionadores con fusibles de tipo XS, junto con las autoválvulas como elemento de protección para las sobretensiones. También será imprescindible un elemento anti escalo y los tubos por los que discurrirá la línea subterránea acabando en botellas terminales.

Por medio de este poste la línea pasará de ser aérea a subterránea aplicando todas las medidas de seguridad que disponen las normas y el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, específicamente la instrucción ITC-RAT-06, en el apartado “conversión de línea aérea a subterránea”.

El conductor será de aluminio y con una sección de 150 mm², su denominación es RHZ1-OL H-16 12/20 kV 3x1x150mm² Al, e irá enterrado hasta el centro de transformación a una profundidad de 120 cm. En dicha zanja se instalarán 2 tubos de 180 mm de diámetro, quedando uno libre para posibles usos posteriores.

El cable está alojado, en una zanja de 1,20x 0,50 m y se ha tendido, en tresbolillo, sobre un lecho de arena de 6 cm de espesor y sobre ellos se ha dispuesto una capa de la misma arena. Encima de esta capa de arena se colocó una placa de PPC, que servirá de protección mecánica y testigo.

El relleno de las zanjas se ha realizado por compactación mecánica, por tongadas de unos 20 cm de espesor de zahorras. Siendo, el material utilizado para la reposición del pavimento el mismo que él existente a la apertura de la zanja.

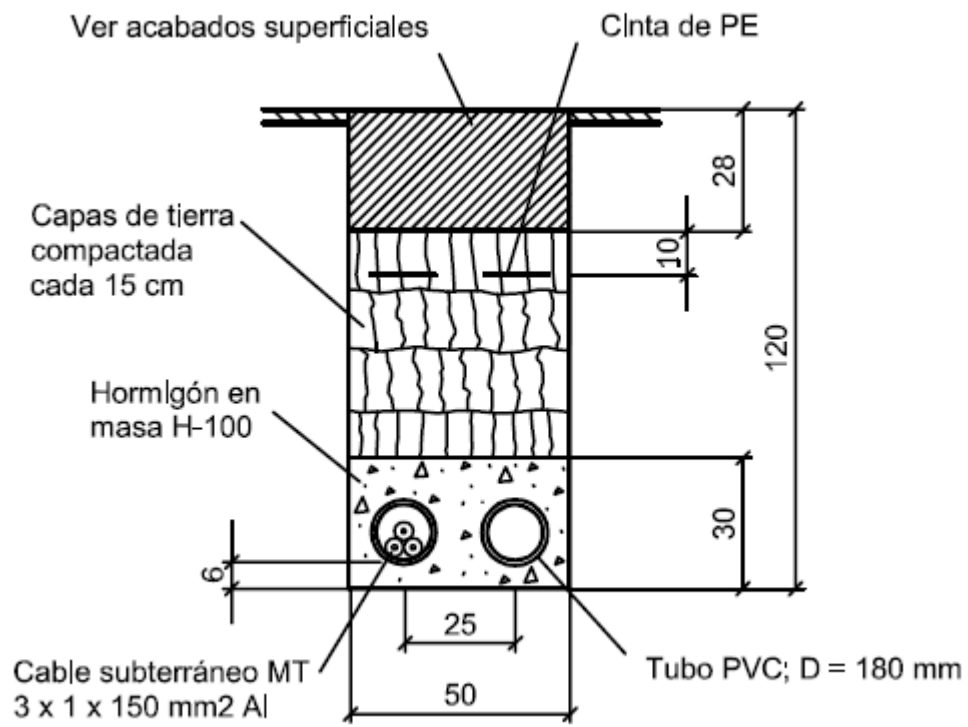


Figura 14: Zanjas para circuitos de M.T.

9.2 CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA

Se tratará de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora y tendrá las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo está destinado a alimentar un centro de transformación de abonado se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo-subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo-subterránea.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido con un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cable si son unipolares y , en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.
- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.
- Al instalar las protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos, autoválvulas o descargadores se garantizará que la conexión sea lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

9.3 ELECCIÓN AUTOVÁLVULAS

Tensión asignada: 15 kv

Neutro puesto a tierra y autoválvula elegida de tipo oxidos metálicos tipo ZS, por lo que la tensión máxima de servicio continuo U_c se define con la siguiente fórmula:

$$U_c \geq U_{m\acute{a}x} \cdot \left(\frac{0,81}{T_c} \right)$$

$U_c = 11,62$ kv

A través del catálogo de Inael elegimos la autoválvula con un valor de U_c inmediatamente superior a 11,62 kV.

Tensión Asignada U_r (kV eficaces)	Tensión Continua U_c^* (kV eficaces)	STT ⁽¹⁾		Equivalente al frente de onda ⁽²⁾ (kV cresta)	Máxima sobretensión de maniobra ⁽³⁾ (kV cresta)	Tensión residual máxima (kV cresta) Usando una onda de corriente 8/20 μ seg						
		1 s (kV eficaces)	10 s (kV eficaces)			1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	15 kA	20 kA	40 kA
3	2.55	3.7	3.5	7.4	5.7	6.5	6.8	6.9	7.3	7.7	8.0	8.6
6	5.10	7.4	7.1	14.7	11.3	13.1	13.5	13.9	14.6	15.5	16.1	17.2
9	7.65	11.1	10.6	22.1	17.0	19.6	20.3	20.8	21.8	23.2	24.1	25.8
10	8.40	12.2	11.6	24.5	18.9	21.8	22.5	23.2	24.3	25.8	26.8	28.7
12	10.2	14.8	14.1	29.4	22.6	26.2	27.0	27.8	29.1	31.0	32.1	34.4
15	12.7	18.4	17.6	36.8	28.3	32.7	33.8	34.7	36.4	38.7	40.1	43.0
18	15.3	22.2	21.2	44.1	34.0	39.3	40.5	41.7	43.7	46.5	48.2	51.6
21	17.0	24.7	23.5	51.5	39.6	45.8	47.3	48.6	51.0	54.2	56.2	60.2
24	19.5	28.3	27.0	56.4	43.4	50.2	51.8	53.3	55.8	59.2	61.5	65.9
27	22.0	32.0	30.4	63.7	49.1	56.7	58.5	60.2	63.1	67.2	69.6	74.5
30	24.4	35.4	33.8	71.1	54.7	63.3	65.3	67.1	70.4	74.9	77.6	83.1
36	29.0	42.1	40.1	84.1	64.8	74.9	77.3	79.5	83.3	88.7	91.8	98.4
39	31.5	45.8	43.6	91.5	70.4	81.4	84.1	86.4	90.6	96.4	100	107
45	36.5	53.0	50.5	107	82.4	95.3	98.3	101	106	113	117	125
48	39.0	56.7	54.0	113	86.8	100	104	107	112	119	123	132
54	42.0	61.0	58.1	118	90.7	105	108	111	117	124	129	138
60	48.0	69.7	66.4	134	103	120	123	127	133	142	147	157
66	54.0	78.4	74.7	151	116	134	139	143	149	159	165	177
72	57.0	82.8	78.9	160	124	143	147	152	159	169	175	188
90	70.0	102	96.9	199	153	177	183	188	197	210	217	233
96	76.0	110	105	218	168	194	200	206	216	230	238	255
108	84.0	122	116	235	181	210	216	222	233	248	257	275
120	98.0	142	136	273	224	243	251	258	271	288	298	320
132	106	154	147	302	248	269	277	285	299	318	329	353
144	115	167	159	321	263	286	295	303	318	338	350	375
168	131	190	181	370	303	329	340	349	366	390	404	432
172	140	203	194	391	321	348	359	370	387	412	427	457
180	144	209	199	403	330	359	370	381	399	425	440	471
192	152	221	210	424	348	378	390	401	420	447	463	496
228	180	261	249	521	428	464	479	493	516	550	569	610
240	190	276	263	537	452	478	494	508	532	566	586	628

- Frente de onda: $36,8/1,15 = 32$ kV
- Sobretensión maniobra : 28,3 kV
- Tensión residual máxima (10 kA) :36,4 kV

Para determinar el nivel de protección (NP) se elige la máxima tensión de entre las tres anteriores por lo que elegiremos la tensión residual máxima.

NP = 36,4 kV.

La elección del nivel de aislamiento (NA) se realizará mediante la siguiente tabla y a partir de la tensión elegida de 36,4 kV.

Tensión mas elevada para el material (Um)	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo		Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial
kV eficaces	Lista1	Lista2	kV eficaces
	kV cresta		
3.6	20	40	10
7.2	40	60	20
12	60	75	28
17.5	75	95	38
24	95	125	50
36	145	170	70

Figura 15: Tabla1. ITC MIE-RAT 12, nivel de aislamiento para materiales del Grupo A

El nivel de aislamiento respecto a impulsos tipo rayo elegido será el correspondiente a la lista 1 debido a que el neutro de nuestra instalación va conectado a tierra.

NA = 145 kV

Para comprobar si la elección de la autoválvula ha sido adecuada, se comprobará que el margen de protección (PM) es superior al 30 %

$$PM = \left(\frac{NA}{NP} - 1 \right) \cdot 100$$

PM = 398,35 % > 30 %

10. RESUMEN PRESUPUESTO

TOTAL ALUMBRADO PRINCIPAL	298.973,40 €
TOTAL ALUMBRADO EMERGENCIA	12.577,20 €
TOTAL RED DE TIERRAS	880,29 €
TOTAL ACOMETIDA Y CUADROS	18.203,50 €
TOTAL CAMINO DE CABLES	85.871,09 €
TOTAL LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	14.516,90 €
TOTAL GRUPO ELECTRÓGENO	17.671,60 €
TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	45.155,00 €
TOTAL SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	10.896,00 €
TOTAL	493.859,97 €

11. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente comentado se intenta dar respuesta al problema de electrificar e iluminar el túnel de la carretera N-220 entre Alcañiz y Monroyo.

En todo momento se ha seguido el principio de trabajar del lado de la seguridad de los instaladores, personal de mantenimiento y control y de los usuarios futuros del túnel.

Basado en las normas, reglamentos y recomendaciones establecidos hasta la fecha de este proyecto, tanto a nivel local, nacional, europeo e internacional.

Quedando a su total disposición para cualquier aclaración a posibles dudas y también a la admisión de sugerencias.

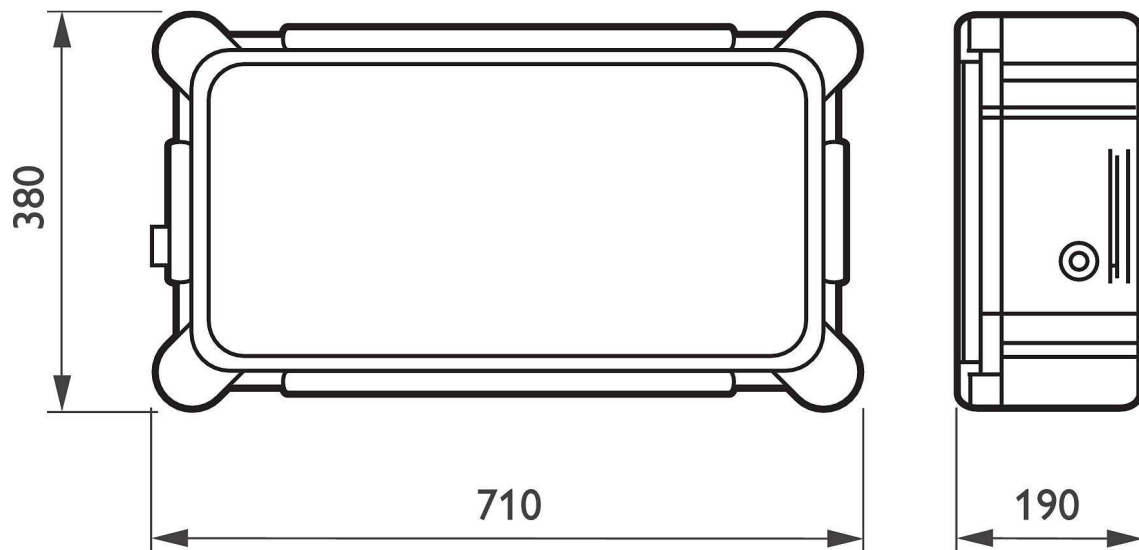
Firmado:

Adrián Gasca Horna

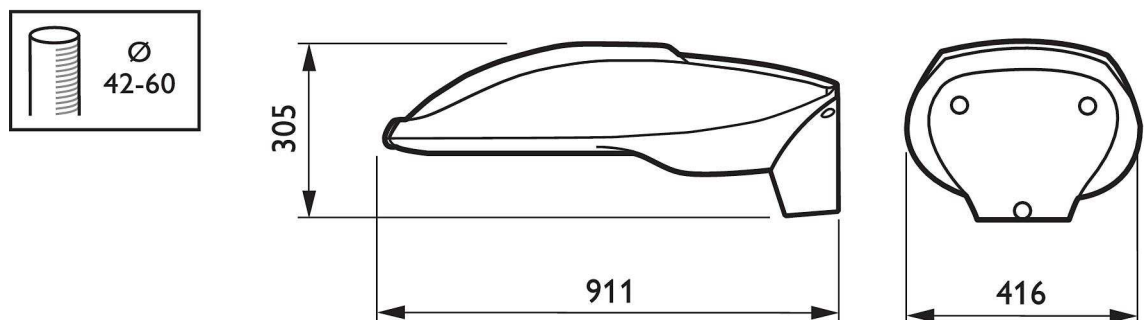
12. ANEXO

12.1 MEDIDAS DE LUMINARIAS

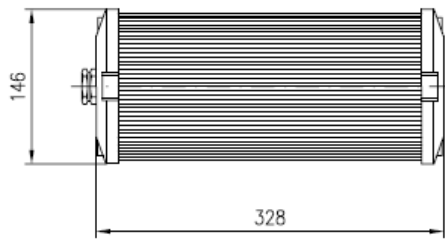
- Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP400W T3
- Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP250W T3



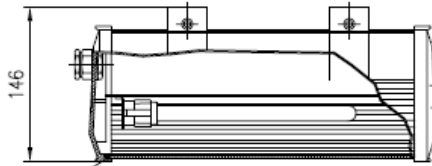
- Philips SGP682 FG 1xCDO-TT250W CP P1



- HFN-114 – EM



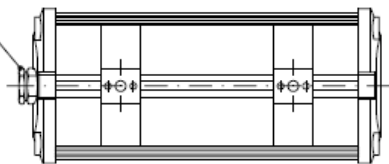
VISTA INFERIOR



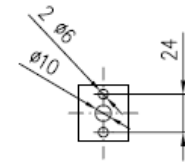
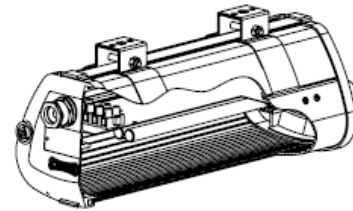
SEMI-SECCION LONGITUDINAL

③

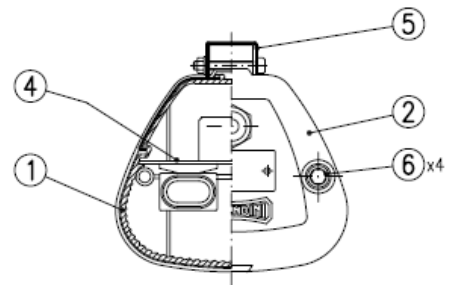
⑦



PLANTA



FIJACIONES



SEMI-SECCION TRANSVERSAL

7	PRENSAESTOPAS M20	LATÓN NIQUELADO
6	TORNILLO ALLEN – CIERRE	ACERO INOXIDABLE
5	DISPOSITIVO DE FIJACION	ACERO INOXIDABLE
4	REFLECTOR – SOPORTE EQUIPO	CHAPA ALUMINIO
3	JUNTAS DE ESTANQUEIDAD	CAUCHO
2	TAPAS LATERALES	POLICARBONATO
1	CUERPO PRINCIPAL	POLICARBONATO
MARCA	DENOMINACION	MATERIAL

(1) Emergencia NO PERMANENTE. Incluye lámpara

TIPO	EQUIPO (W)
HFN-114/EM (1) 2G7	Fluorescente S11

12.2 MANUALES DE MONTAJE DE LAS LUMINARIAS UTILIZADAS

- **Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP400W T3**
- **Philips CRX204 Y ROT 1xSON-TPP250W T3**

ZRX208

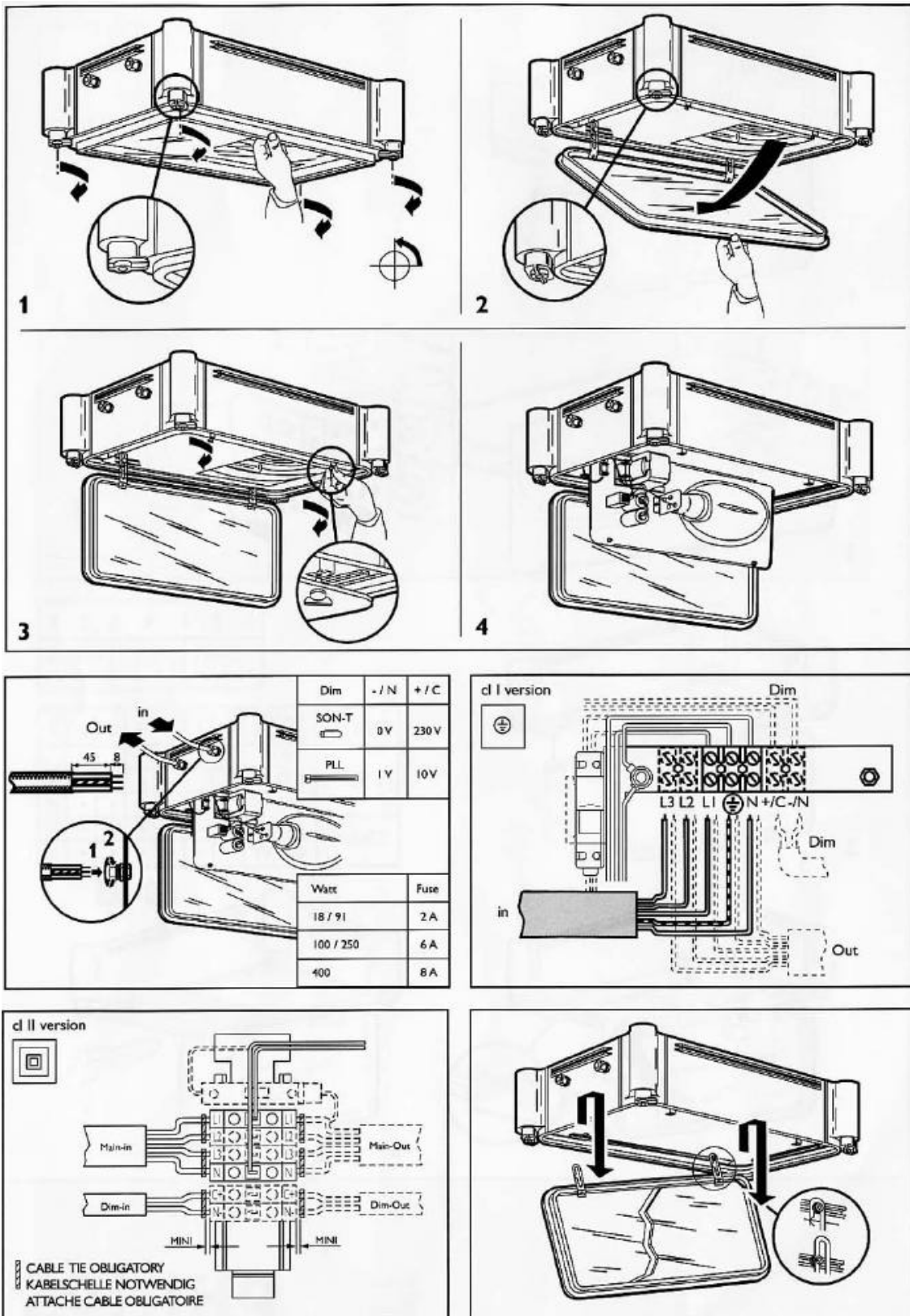
A - B	
•RX202	330 x 600
•RX203	415 x 730
•RX204	415 x 435
•RX206	1085 x 435

ZRX210

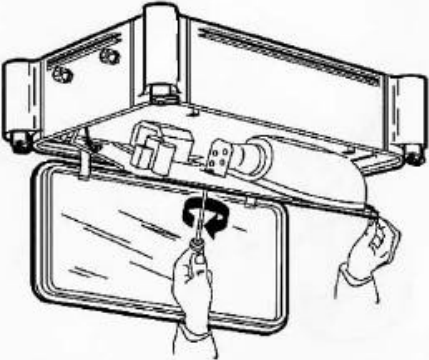
C - D	
•RX203	120 x 765
•RX204	120 x 765
•RX206	120 x 1435

ZRX209

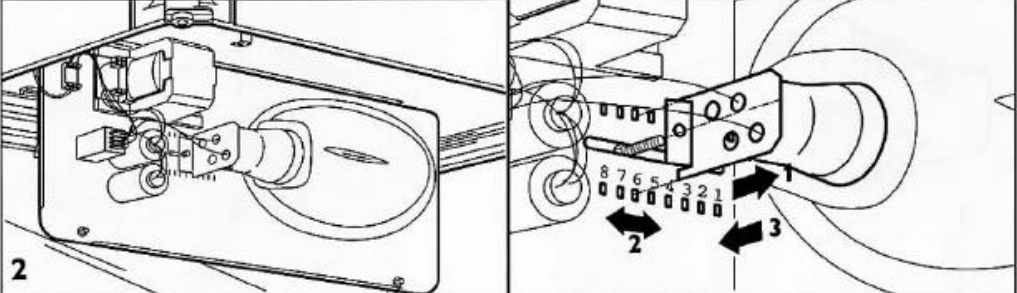
	E - F	E - G
•RX203	80 x 777	80 x 747
•RX204	80 x 777	80 x 447
•RX206	80 x 1450	-



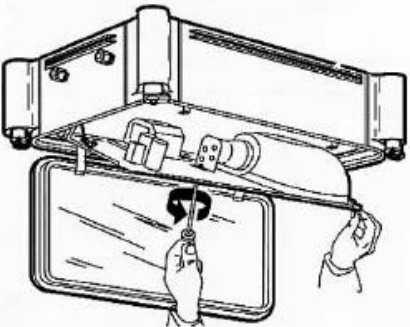
4411 102 84161
04/98
Printed in France
Data subject to change



1



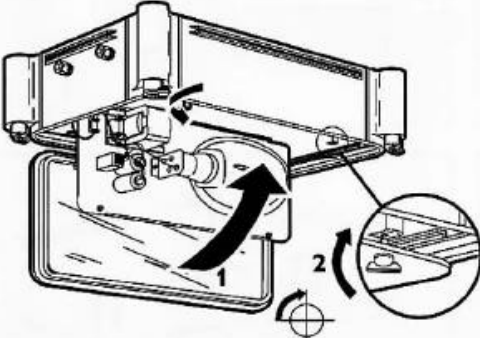
2



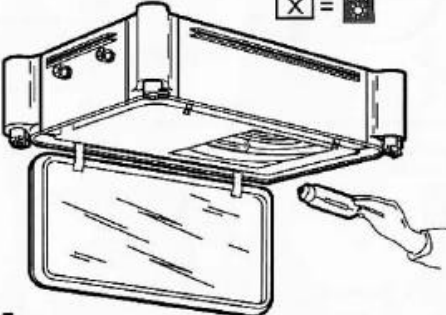
3

		1	2	3	4	5	6	7
OPTIC	LAMP SON-T	1	2	3	4	5	6	7
	70 W	•	•	X				
	100 W				•	•	•	X
	150 W				•	•	•	X
	250 W	•	•	•	•	•	•	X
	400 W	•	•	•	•	•	•	X

☒ =



4



5

- **Philips SGP682 FG 1xCDO-TT250W CP P1**

MODENA P - SGP681 MODENA G - SGP682

Mounting instructions

Instructions de montage
Montageanleitung
Montage instructie
Istruzioni di montaggio

Instrucciones de montaje
Instruções de montagem
Monteringsinstruktioner
Monteringsvejledning

Kokoonpano- ja kiinnitysohjeet
Montaj yönergesi
Οδηγίες τοξασυναμθηθηςX
Instrukcja montazu




Szerelési utasítások
Návod k montázi
bycniherwbz g vjynfe
Návod k montázi



-20°C... +35°C


IP66


IEC 598

	W				EB + CONV
HPL	250	●	●	10.5	
	50/80	●	●	10.5	
	80	●	●	10.5	
SON-I	50	●	●	11.5	
	70	●	●	11.5	
SON	50	●	●	10.4	●
	50/70	●	●	10.7	
	70	●	●	11.4	●
SON-T	70/100	●	●	11.1	
	100	●	●	12	●
	100/150	●	●	11.8	
	150	●	●	12.9	●
	150	●	●	17.5	
	250	●	●	18.6	
	150/250	●	●	19.5	
	400	●	●	20.3	
CDM-T	250/400	●	●	20.9	
	70	●	●	10.4	●
CDO-TT	150	●	●	11.3	●
	70	●	●	10.4	●
CPO-T	100	●	●	11.3	●
	150	●	●	11.1	●
	60	●	●	11.2	●
	140	●	●	11.2	●


SGP681 / SGP682

389 / 418




282 / -

763 / 911




283 / -


282 / 305




225 / 303




282 / 335



192 / 230




399 / 410



290 / -

max. 9Ca 0,021m² / 0,020m²


944 / 988




290 / -

max. 9Ca 0,095m² / 0,095m²


225 / 303




225 / 303








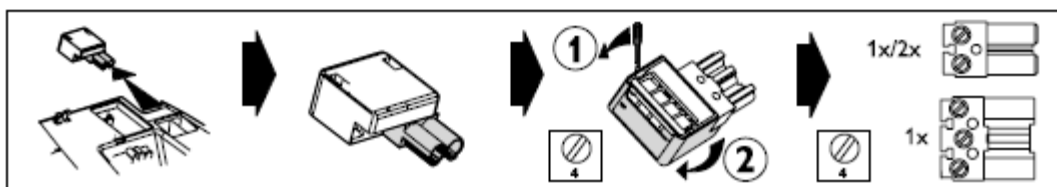
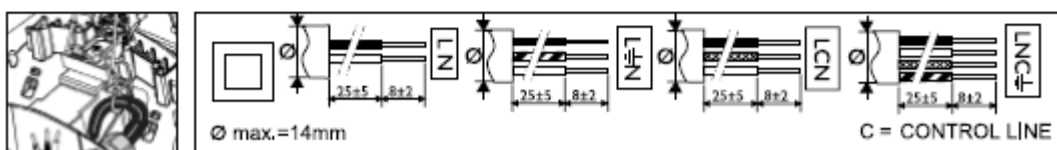
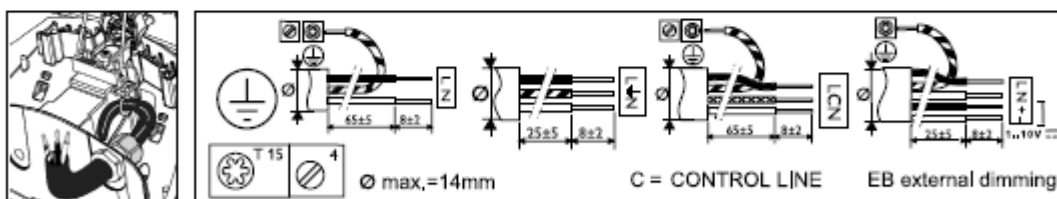
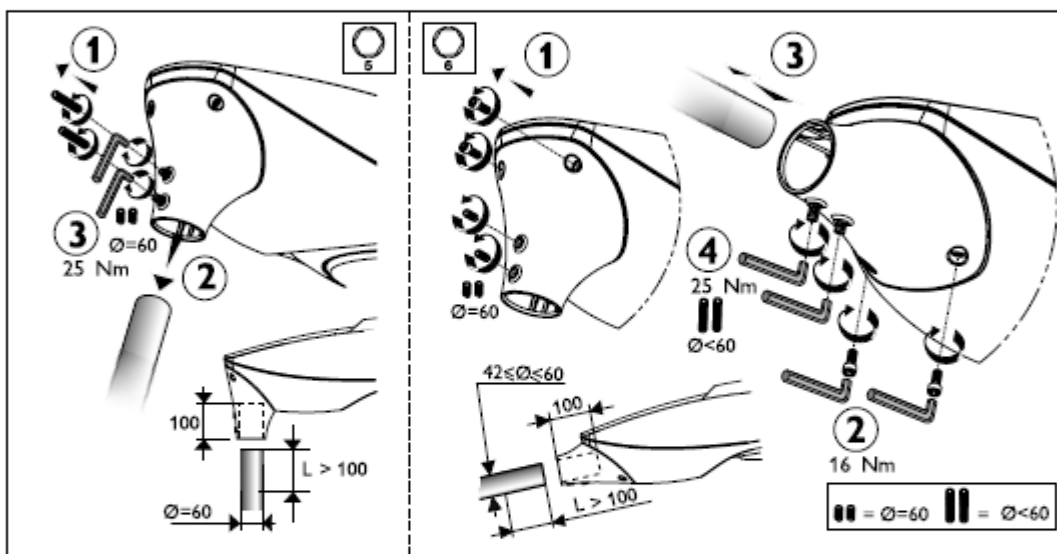
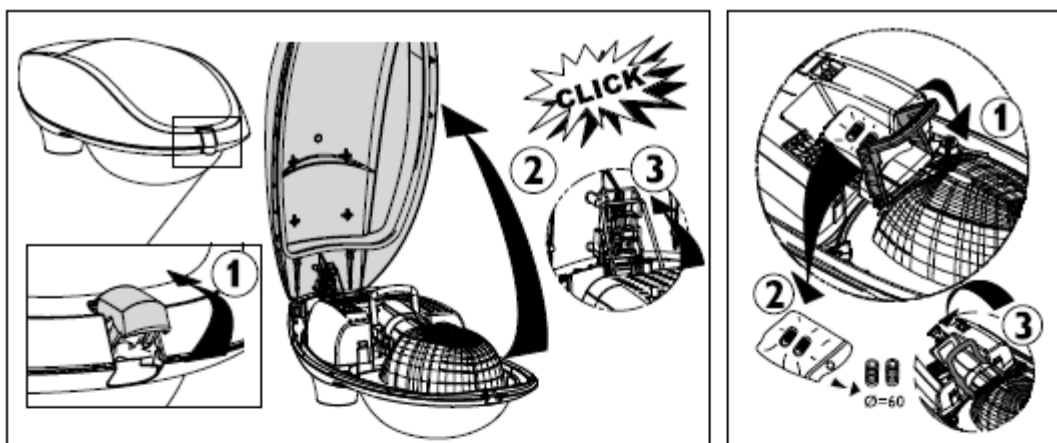
221 / 245

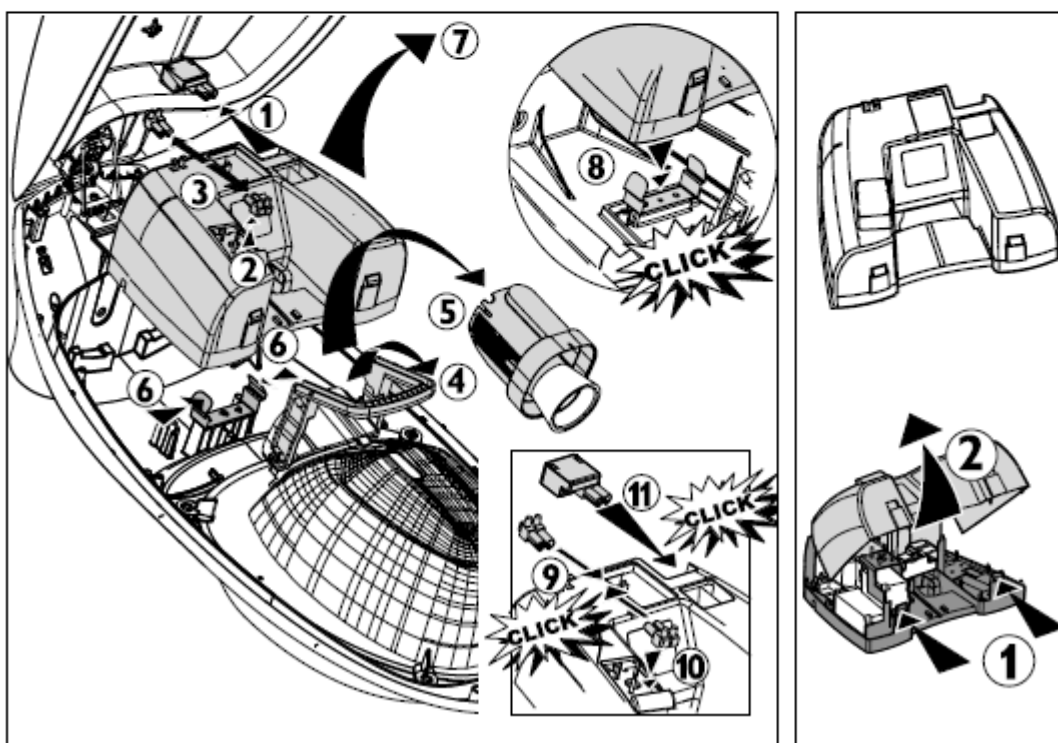
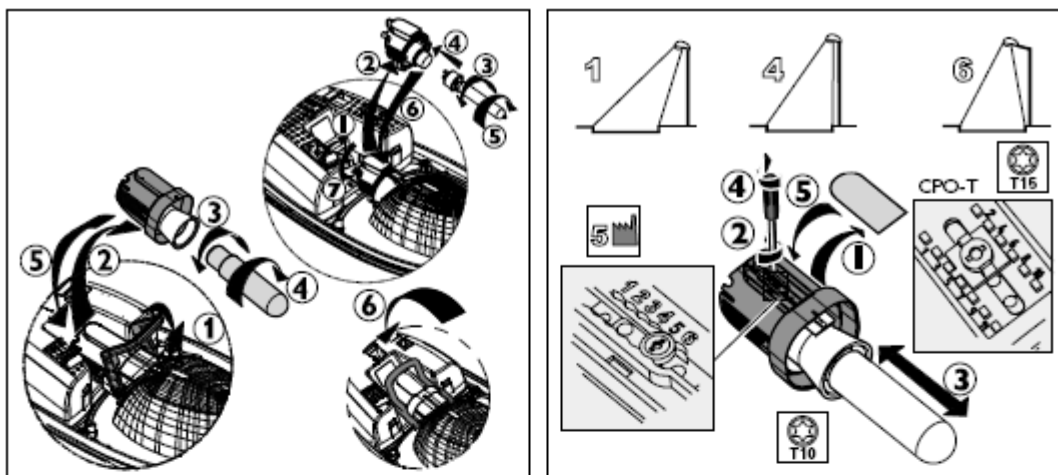


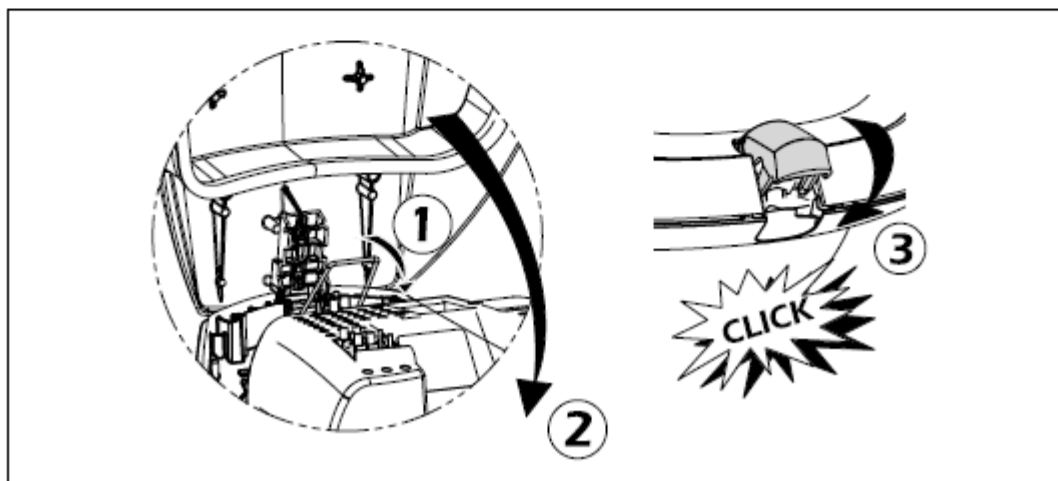
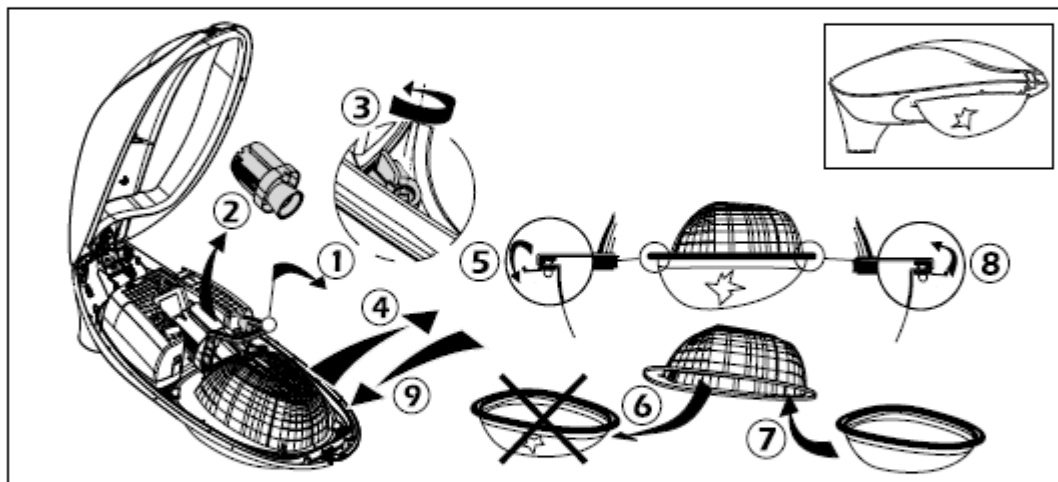
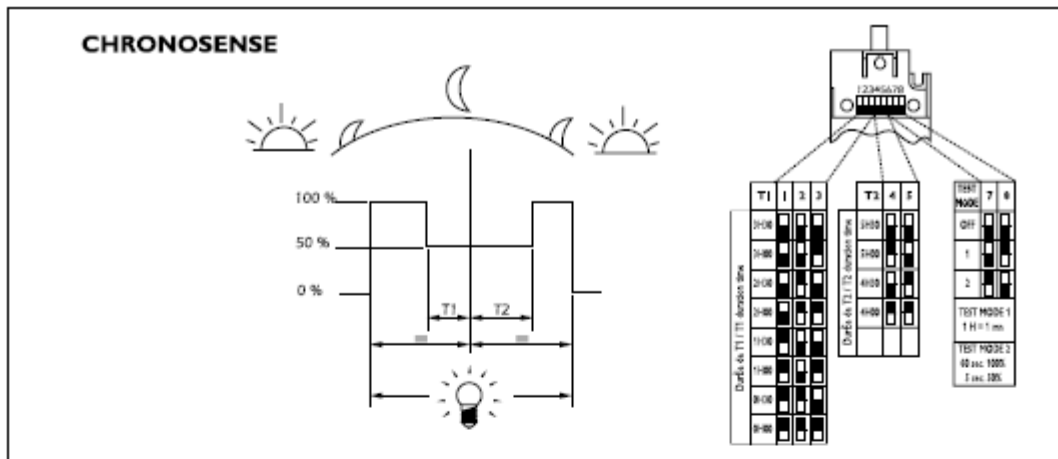
192 / 230

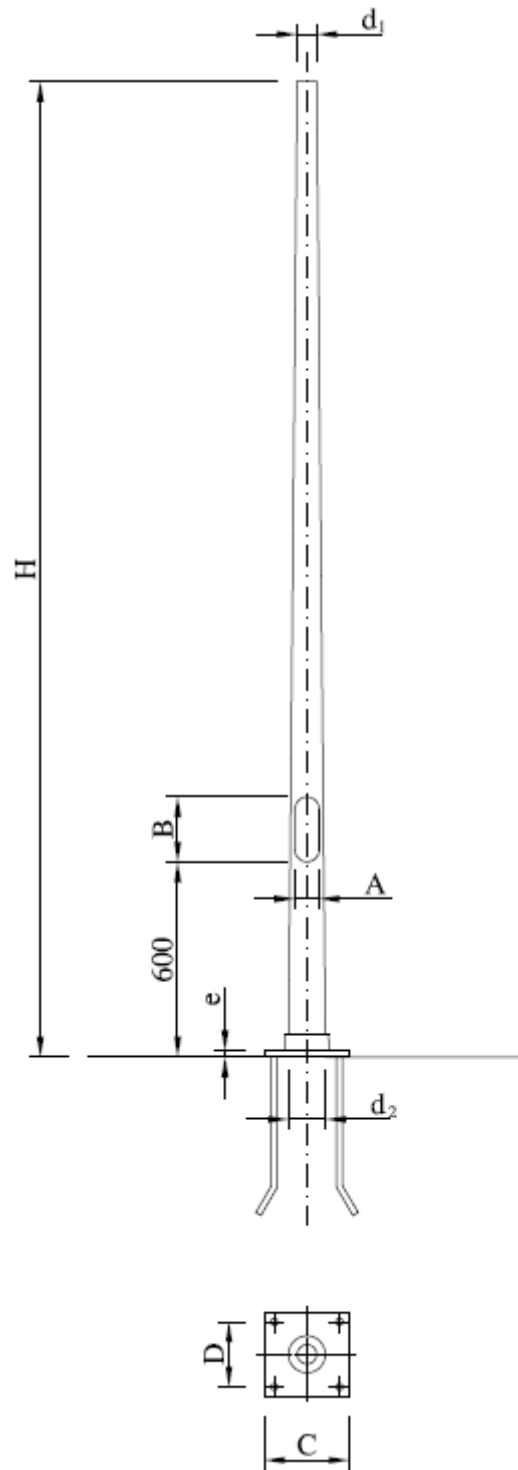








12.3 COLUMNAS

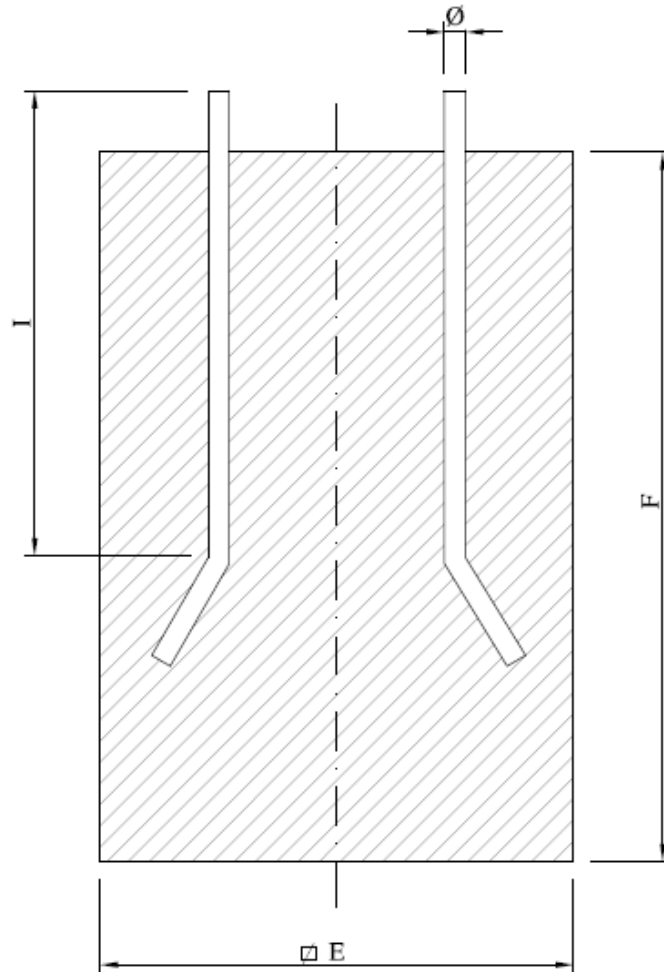
$H = 12$ m; $d_1 = 78$ mm; $d_2 = 294$ mm; $A = 85$ mm; $B = 300$ mm; $C = 400$ mm; $D = 300$ mm; Peso aproximado = 126 kp; $e = 30$ mm, Conicidad = 18 mm/m

Cada columna dispondrá de dos ramificaciones para la puesta a tierra de éste, la primera corresponderá al electrodo tipo pica y la segunda a la red de tierras. Ambas derivaciones se efectuarán mediante soldadura aluminotérmica y estarán protegidas mediante tubo corrugado para evitar el contacto directo del hormigón de la base sobre el conductor desnudo. La unión de ambas se realizará en el interior de la columna mediante terminales de presión y la pletina ubicada para este fin.

La alimentación eléctrica en todos los casos se realizará con manguera armada con fleje de acero de tensión de aislamiento 1 kV y de sección $5 \times 6 \text{ mm}^2$ protegido con tubo de PVC D110 corrugado reforzado de doble capa. Las derivaciones en cada columna hacia cada luminaria se realizarán con manguera RVK 0,6/1kV de $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$, dicha disminución de sección quedará protegida con fusibles de 6 A utilizando cajas de derivación de alumbrado público.

12.4 CIMENTACIONES

El cemento a emplear en las cimentaciones cumplirá los Pliegos de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de RC-96, o normativa que lo sustituya, y en las cimentaciones de los puntos de luz se utilizará como mínimo hormigón de resistencia característica H-250. Las dimensiones del dado de hormigón en metros de las cimentaciones de los puntos de luz, a título orientativo, serán las siguientes:



E = 500 mm; F = 1100 mm; I = 800 mm; Φ M-24

12.5 ARQUETAS

Se consideran dos tipos:

- a) Las de derivación a punto de luz o de paso de conductores, tanto en zanjas en aceras, arcenes y medianas, como en jardines.
- b) Las de cruce de calzada.

En todos los casos, podrán ser realizadas con hormigón o estar constituidas por piezas de material termoplástico, polipropileno con cargas, pero siempre dando una pequeña inclinación a las caras superiores con la finalidad de evitar la entrada de agua.

12.5.1 Arquetas de derivación a punto de luz o de paso de conductores

Las arquetas de derivación a punto de luz que se realicen con hormigón serán del tipo HM-30, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 22 mm en terreno de exposición, clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica 30 N/mm² y un espesor mínimo de paredes de 15 cm, siendo las dimensiones interiores en el caso de zanjas en aceras, arcenes y medianas, de 60 ´ 60 cm, admitiéndose de 40 x 40 cm en casos particulares y una profundidad mínima de 81 cm. En todo caso la superficie inferior de los tubos de plástico liso estará a 10 cm sobre el fondo permeable de la arqueta.

Las arquetas de derivación a punto de luz que se realicen con piezas de material termoplástico, polipropileno con cargas, serán modulares y desmontables, por lo que las paredes se ensamblarán entre sí, con un espesor mínimo de paredes de 2,5 mm, hasta una altura de 60 cm, y de 3 mm en los 20 cm superiores, y con espesores mínimos de los nervios de 2,5 mm. En cuanto a las características químicas de este tipo de material están las siguientes: inertes, no contaminantes, reciclables, insolubles en agua, resistentes a los ácidos, álcalis, etc., no envejecerán por los agentes climatológicos adversos, inalterables a bacterias, hongos y mohos e invulnerables a los roedores. Las dimensiones interiores serán idénticas a las de hormigón.

Todas las arquetas irán dotadas de marco y tape de fundición nodular de grafito esferoidal tipo FGE 50-7, o tipo FGE 42-12 según Norma EN-124 Clase/C-250, y de calidad según Norma UNE 36.118-73, con testigo control de forma troncocónica de diámetro 15 mm, con salida 3 °. El anclaje del marco solidario con el mismo estará constituido por cuatro escuadras situadas en el centro de cada cara, de 5 cm de profundidad, 5 cm de saliente y 10 cm de anchura, con unos pesos de tape de 36,8 kg y de marco de 11,2 kg para las arquetas de 60 x 60 cm.

El tape de la arqueta de 60 x 60 cm tendrá dos agujeros, para facilitar su levantamiento, constando en el mismo la leyenda "Ayuntamiento de Zaragoza-Alumbrado Público", y en el fondo de la arqueta, por el propio terreno y limpio de cualquier resto de obra, cascotes, pegotes de hormigón, etc., se dejará un lecho de

grava gruesa de 10 cm de profundidad para facilitar el drenaje. En este tipo de arqueta se situarán los tubos de plástico liso descentrados respecto al eje de la arqueta, a 5 cm de la pared opuesta a la entrada del conductor al punto de luz y separando ambos tubos 5 cm al objeto de facilitar el trabajo en la misma.

Perfiles en arquetas de hormigón: En la pared opuesta, citada anteriormente, al efectuar las operaciones de hormigonado se enclaustrará verticalmente o bien se fijará mediante tacos y tornillos adecuados un perfil metálico acanalado en forma de C cuadrada, cadmiado o cincado, de 20 ´ 10 mm y de longitud tal que, partiendo de la cara inferior de los tubos de plástico liso, quede a 10 cm del marco de la arqueta y a la distancia necesaria a la pared de la misma, para la posterior fijación de las bridas sujetacables, de forma que los conductores no estén tensos, sino en forma de bucle holgado.

A 20 cm de la parte superior de la arqueta se situarán, en sentido transversal a la pared de entrada del conductor al punto de luz, dos perfiles metálicos idénticos al anteriormente citado, de longitud adecuada, sujetos en sus extremos a un perfil cincado en forma de "L" que se sujeta mediante tacos y tornillos adecuados a las paredes de hormigón de la arqueta. Sobre dichos perfiles se situará, mediante tornillos y tuercas cadmiados o cincados, la caja de derivación a punto de luz, de características fijadas en el proyecto, dotada de fichas de conexión y fusibles calibrados que cumplirán con la Norma UNE 20.520, debiendo llevar grabado el calibre y la tensión de servicio. Dicha caja será plastificada y tendrá un aislamiento suficiente para soportar 2,5 veces la tensión de servicio, así como la humedad e incluso la condensación.

La figura siguiente aclara todo lo descrito anteriormente:

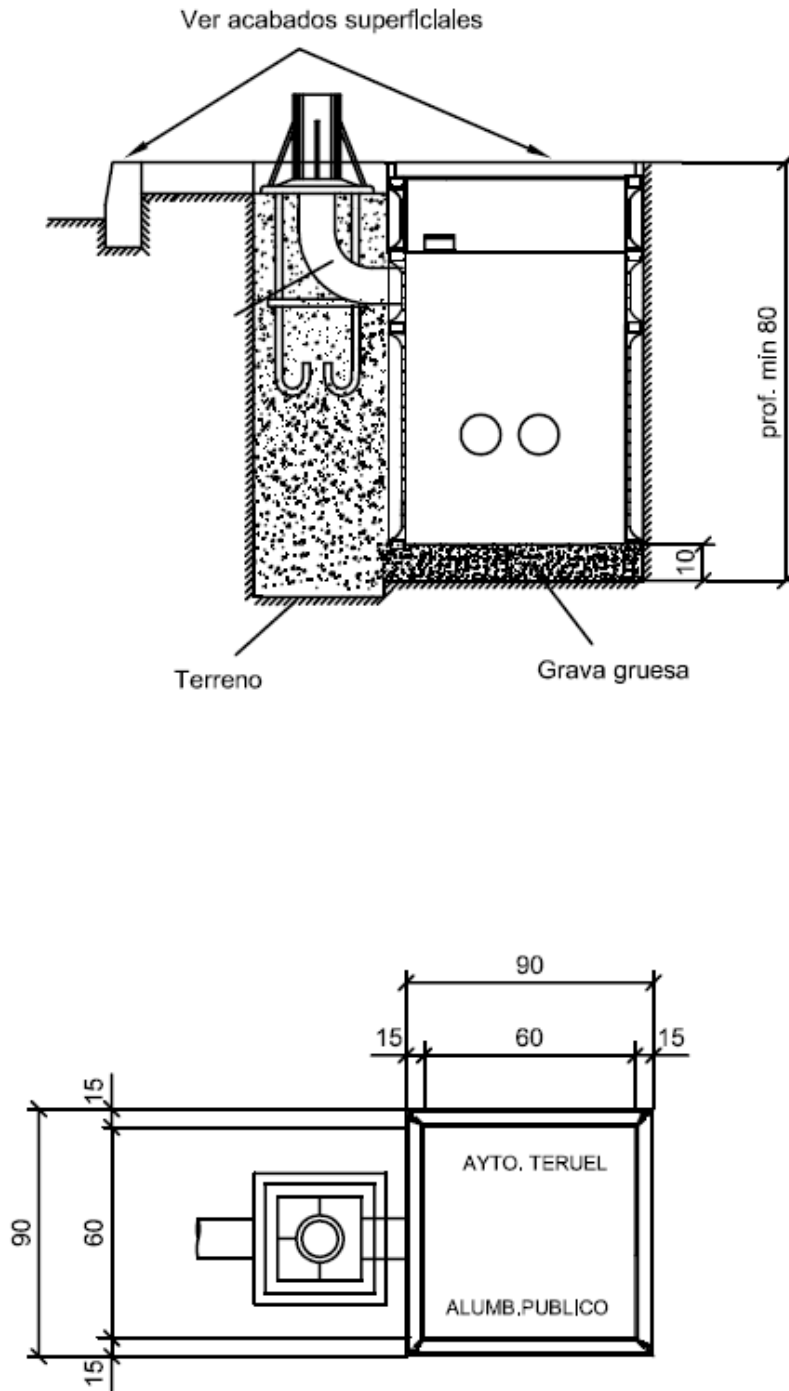


Figura 16: Arqueta derivación a punto de luz

12.5.2 Arquetas de cruce de calzada

Podrán ser de hormigón o de material termoplástico, propileno con cargas.

En las de hormigón se utilizará hormigón HM-30, de consistencia plástica, con tamaño máximo del árido 22 mm en terreno de exposición, clase normal, subclase húmeda alta, de resistencia característica 30 N/mm², con un espesor en las paredes de 15 cm y una profundidad de 130 cm. En todo caso, la superficie inferior de los tubos de PVC-U tipo presión PN 6, quedará como mínimo a 10 cm sobre el fondo permeable de la arqueta. Las dimensiones interiores serán de 60 x 60 cm, dotadas con marco y tape de fundición nodular, de iguales características que las indicadas para las arquetas de derivación a punto de luz, y en el fondo se dejará un lecho de grava gruesa de 15 cm de profundidad para facilitar el drenaje.

En las de material termoplástico, propileno con cargas, se estará a lo dispuesto para las del mismo tipo en las de derivación a punto de luz. En casos especiales podrá autorizarse la utilización de la arqueta de cruce de calzada para derivación a punto de luz, instalando en la misma los perfiles longitudinales, transversales, escuadras, cajas, etc., previstas en las arquetas de derivación a punto de luz.

La terminación de la arqueta y la reposición del pavimento se realizará de forma idéntica a la prevista para las arquetas de derivación a puntos de luz.

Todo ello tal y como se representa en la figura siguiente:

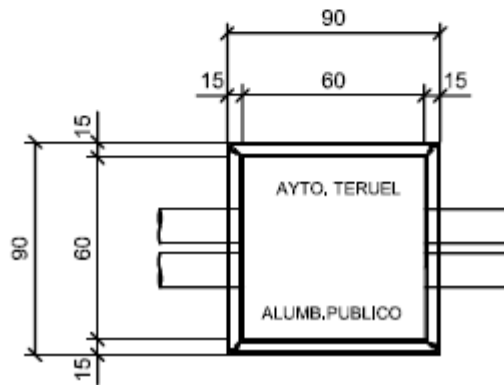
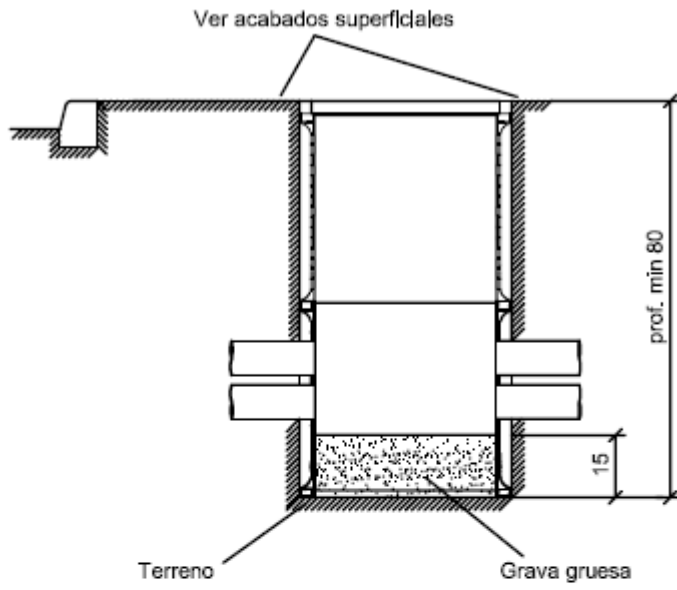


Figura 17: Arqueta de cruce de calzada

12.5.3 Ensayos

El control de los materiales en la ejecución de zanjas y arquetas, así como los ensayos a realizar, se ajustará a lo dispuesto en la instrucción de hormigón estructural EHE. Se realizarán ensayos de compactación de todas las zanjas, no pudiéndose ejecutar su terminación hasta tanto se verifique que las densidades de compactación sean, como mínimo, el 98% del proctor modificado.

Mediante análisis metalográfico del testigo control troncocónico de los tapes de arqueta, o en su caso de un tape, se comprobará que el tipo de fundición se ajusta a las características exigidas. No obstante, podrá ser válido igualmente si se ensaya un testigo de la colada y se enumeran todos y cada uno de los tapes y marcos de dicha colada con el mismo número del ensayo. De igual forma, se pesarán los tapes y marcos, teniendo que resultar los pesos mínimos que vengan reflejados en los planos. Las arquetas que se realicen con material termoplástico, polipropileno con cargas, cumplimentarán los métodos de ensayo según las siguientes normas ISO: 178, 180, R 527, 1133 y 1183.

Cuando se estime necesario, se someterá a ensayo de compresión un tape de arqueta cogido al azar de un mismo lote.



PROYECTO FINAL DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN E ILUMINACIÓN DEL TÚNEL DE MONROYO

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ALUMNO: ADRIÁN GASCA HORNA

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

DIRECTOR: ÁNGEL SANTILLÁN LÁZARO

CONVOCATORIA: JUNIO 2011

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETO DE ESTE ESTUDIO	5
3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	5
3.1. Descripción de la obra y situación.....	5
3.2. Características de los terrenos y servidumbres	5
3.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra	5
<u>3.3.1.- PRESUPUESTO.....</u>	<u>6</u>
<u>3.3.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN</u>	<u>6</u>
<u>3.3.3.- PERSONAL PREVISTO</u>	<u>6</u>
3.5. Centro asistencial más próximo.....	6
3.6. Promotor de las obras	6
3.7. Coordinador de seguridad.....	6
3.8. Autor del proyecto de ejecución	6
4. TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA	7
4.1. Vallado de la obra.....	7
4.2. Instalación de servicios higiénicos, comedor, vestuarios y aseos	7
4.3. Instalación eléctrica provisional de obra.....	8
<u>A.- RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES:.....</u>	<u>8</u>
<u>B.- MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.....</u>	<u>8</u>
<u>C.- MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS ELÉCTRICOS.....</u>	<u>10</u>
5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS A EVITAR. PREVENCIÓN. PROTECCIÓN.....	11
5.1. Movimientos de tierra	11
<u>A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....</u>	<u>11</u>
<u>B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.</u>	<u>11</u>
<u>C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.</u>	<u>13</u>
<u>D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</u>	<u>14</u>
<u>E.- PROTECCIONES COLECTIVAS.</u>	<u>15</u>
5.2. Saneamiento, abastecimiento, gas natural y telefonía	15
<u>A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....</u>	<u>15</u>
<u>B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.</u>	<u>15</u>
<u>C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.</u>	<u>16</u>
<u>D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</u>	<u>17</u>
<u>E.- PROTECCIONES COLECTIVAS.</u>	<u>17</u>
5.3. Muros de hormigón y mampostería	17

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	17
5.4. Electrificación y alumbrado público	21
A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	21
B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES:	21
C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	22
D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	22
5.5. Albañilería.....	22
A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	22
B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.	23
C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	23
D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	23
5.6. Pavimentos asfálticos	24
A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	24
B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.	24
C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	24
D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	25
6. MEDIOS AUXILIARES, PEQUEÑA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.	25
6.1. Andamios. Normas de seguridad en general	25
A.- RIESGOS MÁS COMUNES.	25
B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	25
6.2. Andamios sobre borriquetas.....	26
A.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.	26
B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	26
6.3. Escalera de mano.....	27
A.- RIESGOS MÁS COMUNES.	27
B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	27
C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	28
6.4. Sierra circular de mesa	28
A.- RIESGOS MÁS COMUNES.	28
B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	28
C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	29
6.5. Vibrador	29
A.- RIESGOS MÁS COMUNES.	29
B.-MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	29
C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	29
6.6. Soldadura eléctrica	30

<u>A.- RIESGOS MÁS COMUNES.....</u>	<u>30</u>
<u>B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....</u>	<u>30</u>
<u>C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</u>	<u>30</u>
6.7. Máquinas-herramienta en general.....	31
<u>A.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.....</u>	<u>31</u>
<u>B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....</u>	<u>31</u>
<u>C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</u>	<u>31</u>
6.8. Herramientas manuales.....	32
<u>A.- RIESGOS MÁS COMUNES.....</u>	<u>32</u>
<u>B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....</u>	<u>32</u>
<u>C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</u>	<u>32</u>
7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUE NO PUEDEN EVITARSE.....	32
7.1. Riesgos graves de sepultamiento.....	32
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>32</u>
7.2. Riesgos graves de caída de altura.....	33
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>33</u>
7.3. Riesgos por exposición a agentes químicos.....	33
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>33</u>
7.4. Riesgos por exposición al medio ambiente.....	33
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>33</u>
7.5. Riesgos en maquinaria y equipos.....	34
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>34</u>
7.6. Riesgos relativos a medios auxiliares.....	34
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>34</u>
7.7. Medios de protección colectiva.....	34
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>34</u>
7.8. Medios de protección individual.....	35
<u>MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.....</u>	<u>35</u>
8. FORMACIÓN.....	35
9. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	35

1. ANTECEDENTES

EUITIZ encarga la redacción del proyecto de “Electrificación e Iluminación del túnel de Monroyo”. En la elaboración del proyecto el estudiante de ingeniería técnica industrial esp. Electricidad Adrián Gasca Horna, procede a la redacción de este Estudio de Seguridad y Salud para la ejecución de las obras referidas.

2. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Este Estudio de Seguridad y Salud, redactado durante la fase de redacción del Proyecto establece, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como las instalaciones preceptivas de Higiene y Bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar las directrices básicas a los CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS y AUTÓNOMOS, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la Prevención de Riesgos Laborales facilitando el desarrollo del PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD o de LOS PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD de la obra, bajo el control del Coordinador de Seguridad o de la Dirección Técnica de acuerdo con el Real Decreto 1627/97 del 24 de Octubre de 1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la obras de Construcción.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

3.1. Descripción de la obra y situación

Se trata de alumbrar y electrificar el túnel de Monroyo situado a las afueras de dicha localidad. Las situaciones de más riesgos se ocasionarán en la obra durante los movimientos de tierra, y saneamiento.

3.2. Características de los terrenos y servidumbres

Topografía y Superficie:

-El terreno es de topografía llana no existiendo desniveles pronunciados.

Características y situación de los servicios y servidumbres existentes:

-En construcción.

3.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

3.3.1.- PRESUPUESTO

Total presupuesto de ejecución material. 493.859,97 €

3.3.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto desde la iniciación hasta su terminación completa es de DOCE (12) MESES.

3.3.3.- PERSONAL PREVISTO

Dadas las características de la obra, se prevé un número máximo en la misma de:

Movimientos de tierras y saneamiento: 20 operarios y el encargado.

Abastecimiento, vídeo comunitario y gas natural y telefonía: 3 operarios y el encargado.

Electrificación y alumbrado público: 15 operarios y el encargado.

3.5. Centro asistencial más próximo

HOSPITAL MIGUEL SERVET, ZARAGOZA

3.6. Promotor de las obras

EUITIZ.

3.7. Coordinador de seguridad

El Coordinador de Seguridad en fase de Ejecución de la obra lo designará el promotor antes del inicio de la misma, será el que aprobará el Plan de Seguridad a elaborar por el contratista.

3.8. Autor del proyecto de ejecución

Adrián Gasca Horna, estudiante de ingeniería técnica Industrial esp. Electricidad.

4. TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN MATERIAL DE LA OBRA

4.1. Vallado de la obra

Se realizará el vallado en zonas colindantes con zonas urbanizadas.. El coordinador en fase de ejecución determinará antes del inicio de la obra el vallado a realizar.

El vallado será de 2 metros de altura, y se realizará con soportes metálicos y malla de acero.

El portón para el acceso de vehículos será de 4 metros de anchura. El vigilante en seguridad deberá velar constantemente para que el vallado se encuentre en perfectas condiciones, reponiendo el que se deteriore o vuelque, así como deberá también reponer las señalizaciones de obra que durante el transcurso de ésta desaparezcan.

En caso de paralización de la obra, el vigilante en seguridad deberá personarse diariamente en la obra para comprobar la situación en que se encuentran las medidas de seguridad establecidas.

No se retirará el vallado de la obra hasta que lo ordene el Coordinador de Seguridad.

4.2. Instalación de servicios higiénicos, comedor, vestuarios y aseos

Se ubicará una caseta metálica para las funciones necesarias de servicios higiénicos capaces de absorber las necesidades de unas nueve personas. Se instalará en una de las parcelas que se le han adjudicado al Ayuntamiento. En un lugar bien visible de la caseta quedará expuesto un listado con los teléfonos más significativos para casos de urgencias (Servicios de Urgencias, Centro de Salud, Policía Municipal, Bomberos, Hospital, Ambulancias, etc.).

El comedor estará dotado de una mesa y dos bancos con capacidad para 10 operarios, como máximo también dispondrá de una zona para calentar la comida y lavatorio.

El vestuario estará provisto de asientos y taquillas individuales con llave, para guardar la ropa y el calzado, según se especifica en el plano correspondiente, con lo que se cumplen el Anexo IV, del RD. 1627/97.

Se instalara un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.(6 Kg.).

El aseo deberá disponerse de agua caliente y fría en duchas y lavabos, al igual que de dos inodoros, un urinario, dos duchas, dos lavabos y dos espejos, y de todos los accesorios necesarios para su perfecto funcionamiento.

4.3. Instalación eléctrica provisional de obra

Desde el punto de enganche dado por la compañía eléctrica, que se prevé que sea aéreo, se instalará el cuadro general de contadores y el de automáticos desde éste punto partirán las líneas a los diferentes servicios demandados por la obra.

A.- RIESGOS DETECTABLES MÁS COMUNES:

Heridas punzantes en manos.

Caídas al mismo nivel.

Electrocución; contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:

Trabajos con tensión

Intentar trabajar sin tensión, y nunca sin cerciorarse de que está interrumpida o de que no puede conectarse inopinadamente.

Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección de la toma de tierra en particular.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO.

1.- SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de Puesta a Tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto, Interruptores diferenciales.

1.1.- NORMAS DE PREVENCIÓN TIPO PARA LOS CABLES.

Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables).

No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

El tendido de cables y mangueras, se realizara a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutaran mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.

1.2.-NORMAS DE PREVENCIÓN TIPO PARA LOS INTERRUPTORES

Se ajustaran expresamente, a los especificados en el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

Los interruptores se instalaran en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad, y estarán señalizadas.

1.3.-NORMAS DE PREVENCIÓN TIPO PARA LOS CUADROS ELÉCTRICOS.

Serán metálicos o de PVC de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.

Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP. 447).

Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

Los circuitos generales estarán protegidos con interruptores automáticos o

Magnetotérmicos, y disyuntores

Diferenciales de 300 mA (Maquinaria), 30mA (Alumbrado).

1.4.-NORMAS DE PREVENCIÓN TIPO PARA LAS TOMAS DE TIERRA.

La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MI.BT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra. El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra en una primera fase se efectuara a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 35 mm de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

1.5.-NORMAS DE PREVENCIÓN TIPO PARA LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.

Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectaran a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447).

En caso de iluminación de algún tajo se realizará mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

1.6.-NORMAS DE SEGURIDAD TIPO, DE APLICACIÓN DURANTE EL MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.

El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.

Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rotulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los electricistas.

C.- MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS ELÉCTRICOS.

Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.

Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia, y se pondrá un palet de madera en su base para que el operario esté aislado.

Los postes provisionales de colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables.

Se comprobará el estado de penetración en el terreno antes de ejecutar ninguna operación de subida para mover líneas, deberán tener un mínimo de (80 cms) enterrados, y se efectuará siempre por instaladores autorizados cualquier maniobra que se requiera.

Las líneas eléctricas de acometidas de obra, al igual que los cuadros se realizarán conforme indicaciones de la Compañía suministradora, bajo proyecto de técnico competente, visado y pasado para su revisión por el Ministerio de Industria.

Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio y señalizados.

5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS A EVITAR. PREVENCIÓN. PROTECCIÓN.

5.1. Movimientos de tierra

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos a realizar que se incluyen dentro de este apartado son los correspondientes al desbroce del terreno, movimientos de tierras en explanaciones (excavaciones en desmonte y terraplenes), excavaciones y rellenos y compactados de zanjas, extendido y compactado con zahorras, y el transporte de los productos procedentes del desbroce y excavaciones a vertedero, así como del materiales a utilizar en la obra. La maquinaria a emplear será, la pala cargadora, retroexcavadora, camiones, motoniveladora, cuba regadora, compactador vibratorio autopropulsado.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

En la utilización de maquinaria en general:

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamiento de las máquinas.
- Caídas en altura.
- Generación de polvo.
- Desprendimientos de tierras.
- Ruidos.
- Vibraciones
- Atrapamientos.
- Afloramiento de agua.
- Desprendimiento del material de la pala, dumper o camión.
- Interferencia con las líneas de eléctricas.
- Tormentas.
- Avenidas de agua.
- Falta de carcasa protectora en motores, correas, engranajes, etc.
- Falta de diseño para la subida y bajada de las máquinas.
- Superar las posibilidades de la máquina,
- Falta de mantenimiento.
- Fatiga física del maquinista.
- Colector de escape.
- Repostaje del combustible.
- Nivel refrigerante.
- Baterías.

En utilización de pala cargadora:

- No utilizar la pala adecuada para el trabajo a realizar (oruga o neumáticos).
- No utilizar el tipo de cuchara adecuado para el material a cargar.
- Sobre pasar la cota para la que esté diseñada en determinados tipos de carga.
- No llevar las cadenas tensadas o los neumáticos a la presión adecuada.

- No colocar balizas visibles, cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zanjas peligrosas.
- No utilizar el maquinista el casco de seguridad, calzado antideslizante y cinturón antivibratorio.

En utilización de retroexcavadora:

- No utilizar la retro adecuada para el trabajo a realizar (oruga o neumáticos).
- No utilizar los gatos de estabilización de la máquina.
- Sobrepasar pendientes máximas admisibles (20 % en terrenos húmedos y 30 % en terrenos secos)
- Excavar por debajo de la máquina.
- Pasar la cuchara de la máquina por encima de la cabina del camión.
- Falta de vigilancia en la ejecución de los trabajos.
- No llevar las cadenas tensadas o los neumáticos a la presión adecuada.
- No colocar balizas visibles, cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zanjas peligrosas.
- No utilizar el maquinista el casco de seguridad, calzado antideslizante y cinturón antivibratorio.

En utilización de maquinaria de transporte:

- No utilizar mecanismos que impidan el desbloqueo, cuando se repare el vehículo con el basculante levantado.
- No colocar topes al bascular sobre vertederos.
- Circular con el basculante levantado.
- No disponer de luz de maniobra de marcha atrás ni bocina para esa marcha.
- Proximidad de personas en las zonas de carga y descarga.
- No elegir el vehículo adecuado para el material al transportar.
- No elegir el tipo de neumáticos adecuados.
- No disponer el conductor de casco y calzado antideslizante.

En utilización de dumper:

- Vuelco: por descuido del operario, manejo inadecuado por persona que no esté instruida debidamente, circular por excesiva pendiente, proximidad de zanjas, vaciados, carga excesiva o mal colocada, dejar la máquina sin frenarla y calzarse si es necesario, dejar la máquina en marcha.
- Atropello de personas: por descuido del conductor, circular por zonas inadecuadas, transportar personas en la máquina, excesiva velocidad en el desplazamiento, falta de visibilidad en maniobras.
- Golpes: por manejo inadecuado de la manivela al hacer la puesta en marcha del motor, distracción del conductor.
- Enfermedades renales producidas por vibraciones: al carecer o estar en malas condiciones los elementos de suspensión del sillín del conductor, no utilizar faja o cinturón antivibratorio cuando se trabaja mucho tiempo en la máquina.

En utilización de compactador de bandeja y pisón:

- Golpes con máquina
- Vuelcos
- Manejo inadecuado de manivela de arranque.
- Giros en zanjas estrechas.

En daños a terceros:

- Derivados por la circulación de vehículos por la zona de trabajo.
- La existencia de curiosos en la proximidad de la obra.

- Excavaciones próximas a edificaciones
- Vibraciones excesivas en la compactación de los terraplenes en lugares próximos a las edificaciones.
- Acopios inadecuados.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Para la maquinaria:

- Señalización de la zona de trabajo, zanjas y desniveles existentes.
- Dar acceso adecuado a la zona de tajo a la maquinaria a utilizar.
- Averiguar y señalar el trazado de las conducciones y canalizaciones de la zona (eléctricas, saneamiento, abastecimiento, acequias, teléfono, etc.)
- Asignar a cada maquinaria un operario para dirigir las maniobras. Toda la maquinaria dispondrá de luz de marcha atrás y bocina para esa marcha.
- Conocer las características de la maquinaria a utilizar, teniéndola en cuenta para la ejecución de los distintos trabajos.
- Utilizar la maquinaria adecuada al terreno donde se va a trabajar (oruga o neumáticos).
- Utilizar el útil a acoplar adecuado al trabajo que va a desarrollar.
- Revisión periódica de la maquinaria.
- Comprobar que la máquina tiene las carcasas protectoras de motores, correas, engranajes etc.
- Trabajar con los gatos de estabilización de la máquina.
- Disminuir la intensidad del vibrado en compactaciones de terraplenes, disminuyendo el espesor de la capa a compactar.
- Colocar topes y balizas en zonas próximo a desniveles.
- No sobrepasar las pendientes máximas admisibles
- No excavar por debajo de la máquina.
- No pasar la carga por encima de la cabina del conductor.
- No circular con el basculante levantado.
- Prohibición de estancia de personal en la proximidad de las máquinas durante el trabajo de éstas (5,00 metros).
- Aviso de salida de camiones a la vía pública por operario diferente al conductor.
- Correcta disposición de la carga de tierras en camiones.
- Las máquinas no se utilizarán en ningún caso como transporte de personal.
- Señalización del tráfico de forma ordenada y sencilla.
- Se evitará en lo posible el paso de camiones de gran tonelaje por las calle de la población, estableciendo el contratista un itinerario en el Plan de Seguridad para su aprobación por el Coordinador en seguridad en fase de ejecución de la obra.

En la ejecución de los trabajos:

- Se regará periódicamente las plataformas explanadas para evitar molestias por producción de polvo.
- No acopiar materiales en los bordes de las excavaciones.
- No acopiar materiales en la zona de tránsito.

- Control de paredes de excavación, sobre todo después de los días de lluvia, o interrupción de los trabajos más de 24 horas.

En las zanjas habrá de prestarse atención a los puntos siguientes dados en la "LISTA DE O.S.H.A. DE CONTROL DE SEGURIDAD EN LAS ZANJAS", para ello antes de excavar VERIFIQUE:

- Las condiciones del suelo
- La proximidad de los edificios, instalaciones de servicio público, carreteras de mucho tráfico, y cualquier otra fuente de vibración.
- Si el suelo ha sido alterado de alguna forma.
- Proximidad de arroyos, alcantarillas antiguas, cables soterrados, etc.
- Equipos, equipos de protección del personal, materiales de apuntalamiento, letreros, barricadas, luces, maquinaria, etc.

Mientras excava OBSERVE:

- Si cambian las condiciones del suelo, especialmente después de haber llovido.
- Si las condiciones indican algo de oxígeno o gas en la zanja.
- Las condiciones del apuntalamiento si es adecuado según avanza la obra.
- La manera de entrar y salir de la excavación.
- Cambio en el movimiento de vehículos; mantenga los camiones lejos de los muros de la excavación.
- Que el material excavado está a más de 60 cm de los bordes de la zanja.
- Colocación de los equipos pesados o tuberías.
- Si las pantallas portátiles de protección de zanjas son adecuadas.
- Posición correcta de las riostras atravesadas o gatos y si son adecuados para evitar que pueda correrse el apuntalamiento.
- Que los trabajadores conocen los procedimientos apropiados y seguros y que no se suponen pasando por altos estas verificaciones.

En particular, en la afección a viales, para los paralelismos, se procurará que la zanja a excavar, al inicio de una jornada quede, tras las oportunas operaciones de instalación de conductos, pruebas de éstos, debidamente rellena y compactada al final de la jornada siguiente, si no en la totalidad de su profundidad, si en al menos los 2/3 de ésta; y para los cruzamientos, efectuándose éstos en tantas fases como carriles tenga la vía a cruzar, procurando que la zanja excavada al inicio de una jornada quede, tras las oportunas operaciones de instalación de conductos y prueba de éstos, debidamente rellena y compactada al final de la misma en la totalidad de su profundidad. En ambos casos la señalización será la indicada en el plano 7 (señalización tráfico para obras). En el caso de que para el cruzamiento sea necesario el corte total de la vía, éste no se efectuará sin el oportuno estudio de desvío del tráfico rodado y peatonal, aprobado por los responsables de tráfico de la localidad, realizándose el cruzamiento de acuerdo con el estudio aprobado.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Mono de trabajo.

Casco homologado.

Botas de seguridad.

Botas de agua.

Impermeables.
Guantes de cuero reforzado.
Chalecos llamativos y reflectantes.
Cinturón antivibratorio.
Protector acústico.
Mascarilla autofiltrante.

E.- PROTECCIONES COLECTIVAS.

Vallas de protección y limitación (en zanjas, en zonas de distinto nivel, etc.)
Cinta de balizamiento.
Malla naranja de señalización
Balizas luminosas
Chapas de acero para paso.
Tapas para pequeños huecos.
Señales de tráfico en viales de acceso y salida de la obra.
Señales de seguridad en tajos según los riesgos.
Entibaciones adecuadas.

5.2. Saneamiento, abastecimiento, gas natural y telefonía

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos a realizar que se incluyen dentro de este apartado son los correspondientes a la instalación de tubería de hormigón, PVC, fundición y polietileno, prefabricados de hormigón (anillos, conos y arquetas), fábricas de ladrillo, y colocación de válvulas, hidrantes, bocas de riego y tapas de fundición. La maquinaria a emplear será, la pala cargadora, retroexcavadora, camiones, sierra de disco, cuba regadora, pisón, compactador de bandeja, compactador vibratorio autopropulsado.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

En la utilización de maquinaria en general:

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamiento de las máquinas.
- Caídas en altura.
- Ruidos.
- Atrapamientos.
- Desprendimiento del material de la pala, dumper o camión.
- Superar las posibilidades de la máquina
- Fatiga física del maquinista.
- No estar el maquinista atento a las señalizaciones del operario durante el montaje de los tubos.
- Forma de sustentación del material por las eslingas.

- Rotura de eslingas y cables.
- No utilizar el tipo de maquinaria adecuada para el material a cargar.
- Sobrepasar la cota para la que esté diseñada la maquinaria en determinados tipos de carga.
- No utilizar los gatos de estabilización de la máquina.
- Pasar la carga de la maquinaria por encima de la cabina del camión.

En el acopio y ejecución de la obra:

- No colocar calzos para el acopio de los tubos.
- Acopiar los tubos sin calzar en rampas.
- Acopiar los anillos por su generatriz.
- Cortes y golpes
- Gases en acometidas a red de saneamiento.
- Falta de vigilancia en la ejecución de los trabajos.

Daños a terceros:

- La existencia de curiosos en la proximidad de la obra.
- Rotura de redes existentes.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Para la maquinaria:

- Dar acceso adecuado a la zona de tajo a la maquinaria a utilizar.
- Atención del maquinista a las señalizaciones del operario para la instalación de los elementos prefabricados en las zanjas.
- Conocer las características de la maquinaria a utilizar, teniéndola en cuenta para la ejecución de los distintos trabajos.
- Utilizar el útil a acoplar adecuado al trabajo que va a desarrollar.
- Revisión periódica de la maquinaria.
- Revisión periódica de cables y eslingas.
- Trabajar con los gatos de estabilización de la máquina.
- No pasar la carga por encima de la cabina del conductor.
- Prohibición de estancia de personal en la proximidad de las zanjas.

En los acopios y ejecución de los trabajos:

- Acopiar los tubos en plataformas horizontales.
- Colocar calzos para el acopio de los tubos.
- Acopiar los anillos por su diámetro.
- Darle a las zanjas los taludes previstos en proyecto y se entibarán cuando sea preciso.
- Colocar pasarelas para el cruce de zanjas.
- Emplear las escaleras móviles para el acceso a las zanjas.
- No colocarse bajo la carga para la manipulación del material a instalar.
- No introducirse en los pozos de registro sin el equipo de oxígeno una vez realizada la acometida a la red general de saneamiento.
- No entablar conversación en el momento del corte con disco.
- Escoger la herramienta de mano más apropiada para cada tarea.

Daños a terceros:

- Vallar la zanja a 1,00 de su borde.
- Evitar golpes en las redes existentes que crucen.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Mono de trabajo.
Casco homologado.
Botas de seguridad.
Botas de agua.
Impermeables.
Guantes de cuero reforzado.
Mascarilla autofiltrante.

E.- PROTECCIONES COLECTIVAS.

Tapas provisionales para los huecos de los pozos
Escaleras para el acceso a zanja.
Pasarelas protegidas.
Chapas de acero.

5.3. Muros de hormigón y mampostería

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a realizar serán los correspondientes a la ejecución de muros de hormigón armado y de mampostería.

Proceso de ejecución: Para el muro de mampostería se procederá a la ejecución de la cimentación con hormigón en masa y posteriormente a la colocación de los mampuestos recibidos como mortero de cemento para la formación del alzado del muro. Para el de hormigón armado, se procederá al encofrado de la zapata corrida, colocación de armadura y vertido del hormigón para la ejecución de la zapata, dejando las armaduras de espera para la ejecución del alzado, para ello se colocará la armadura solapándolas a las de esperas dejadas en la cimentación, se encofrará a una o dos caras, y se verterá el hormigón.

El hormigón utilizado en obra será suministrado desde una planta de hormigón y distribuido mediante el auxilio de un camión grúa o vertido desde la misma hormigonera..

La maquinaria a emplear en estos trabajos serán pala cargadora, camión-grúa, camión hormigonera, vibradores de aguja (Eléctricos o de Gasoil), Mesa de Sierra, y pequeños útiles y herramientas.

5.3.1. Encofrados

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Manipulación y puesta en obra de los moldes de madera o metálicos para la ejecución de obras con hormigón.

Los encofrados serán metálicos y de madera.

Para el transporte de material de encofrado en obra se utilizará el camión-grúa, y la maquinaria pequeña a emplear será la sierra de corte circular.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LA REALIZACIÓN DE ENCOFRADOS.

Desprendimientos por mal apilado de la madera de encofrado.

Golpes en las manos y cuerpo durante la clavazón.

Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas al igual que de puntales.

Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.

Caída de personas por el borde o huecos del forjado.

Caída de personas al mismo nivel al pisar objetos o tropezar..

Cortes al utilizar las sierras de mano o de sierra..

Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.

Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.

Dermatitis por contactos con el cemento.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN ENCOFRADORES.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la instalación de plataformas de trabajo. El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales, ferralla, etc.

Se cortaran los latiguillos y separadores para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarios cerca de ellos.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuara a través de escaleras de mano metálicas.

Utilizar los elementos de protección que lleva consigo la sierra circular de corte.
Orden y Limpieza durante la ejecución de los trabajos.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.

Guantes de cuero.

Gafas contra impactos

Botas de seguridad.

Cinturón porta-herramientas.
Cinturón de seguridad con Arnés.
Trajes para tiempo lluvioso.

5.3.2. Trabajos con ferralla

A. -DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Manipulación y puesta en obra del acero de las estructuras de hormigón armado.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
Aplastamientos durante las operaciones de cargas y descarga de ferralla.
Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
Los derivados de las eventuales roturas de redondos durante el estirado.
Sobreesfuerzos.
Caídas al mismo nivel.
Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras, tal como se describe en los planos. Los paquetes de redondos se almacenaran en posición horizontal sobre durmientes de madera.

El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutara suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas. La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenara en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos. Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte al vertedero. Se efectuará un barrido periódico de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportaran suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo.

Solo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.
Guantes de cuero.

Botas de seguridad.
Cinturón porta-herramientas.
Cinturón de seguridad con Arnés.
Trajes para tiempo lluvioso.

5.3.3. Trabajos de manipulación de hormigón

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Consiste en efectuar el vertido del hormigón y vibrarlo

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Caída de personas al mismo nivel.
Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
Rotura o reventón de encofrados.
Pisadas sobre objetos punzantes.
Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
Atrapamientos.
Electrocución. Contactos eléctricos.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN HORMIGONADO.

Vertido mediante cubo o cangilón.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. La apertura del cubo para vertido se ejecutara accionando la pala nca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables. Se procurara no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones. Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

Antes del inicio del vertido del hormigón, el encargado, revisara el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va ha hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.

Antes del inicio del hormigonado, el Encargado, revisara el buen estado de seguridad de los Encofrados en prevención de reventones y derrames. Antes del inicio del hormigonado, y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del muro desde la que ayudar a las labores de vertido y vibrado.

La plataforma de trabajo de coronación de encofrado para vertido y vibrado, que se establecerá a todo lo largo del muro; tendrá las siguientes dimensiones:

Longitud: La del muro.

Anchura: 60 cm., (3 tablonos mínimo).

Sustentación: Jabalcones sobre el encofrado.

Protección: Barandilla Resistente de 90 cm. de altura mínima barra intermedia y rodapié.

Acceso: Mediante escalera de mano reglamentaria.

El vertido de hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evicción de sobrecargas puntales que puedan deformar o reventar el encofrado.

D.-PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.

Botas de seguridad.

Cinturones de seguridad con arnés.

Guantes de cuero.

Gafas de seguridad antiproyecciones.

Botas de goma (hormigonado).

Trajes para tiempo lluvioso

5.4. Electrificación y alumbrado público

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos a realizar que se incluyen dentro de este apartado son los correspondientes a la instalación del cable tanto aéreo como subterráneo en las líneas de media, baja tensión y alumbrado público. La instalación del centro de transformación (caseta prefabricada y su equipamiento). La colocación y desmontaje de columnas metálicas, y el montaje y desmontaje de báculos, postes y brazos murales con sus respectivas luminarias. La maquinaria a emplear serán, camiones, camión-grúa, y camión-grúa con cesta.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES:

Golpes contra objetos.

Heridas en extremidades superiores.

Caída de materiales.

Electrocuciones por falta de atención.

Caídas al mismo nivel por uso indebido de escaleras.

Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Orden y limpieza, revisión de las escaleras de mano. Realizar las conexiones sin tensión. Realizar las pruebas con tensión solo una vez acabada la instalación.

La iluminación de los tajos no será inferior a 100 lux, medidos a 2 m. del suelo. Utilizar cinturones porta herramientas siempre que se trabaje en andamios o plataformas tubulares. Revisión periódica de herramientas y máquinas, sustituyendo aquellas que tengan deteriorado el aislamiento. Correcto aislamiento en máquinas portátiles.

Las zonas de trabajo estarán siempre limpias, en orden y perfectamente iluminadas. Colocación de letreros de "NO CONECTAR HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED" durante las pruebas de las instalaciones.

Escaleras, plataformas y andamios en perfectas condiciones, teniendo barandillas resistentes y rodapiés. Toda la maquinaria auxiliar eléctrica se mantendrá en perfecto estado y estará dotada de toma de tierra.

Cuando se trabaje sobre columnas metálicas fijar bien el cinturón de seguridad con arnés. Cuando se trabaje en la cesta de la grúa utilizar los elementos de protección que contiene.

No colocarse bajo la zona de trabajo cuando se trabaje en altura. Los acopios de las columnas metálicas se dejarán fuera de la zona de afección de los viales.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Mono de trabajo.
Casco homologado.
Cinturón porta-herramientas.
Botas de seguridad.
Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
Cinturón de seguridad con arnés.
Guantes de cuero.
Guantes aislantes.
Comprobadores de tensión.
Herramientas aislantes.

5.5. Albañilería

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos a realizar que se incluyen dentro de este apartado son los correspondientes a la ejecución de fábricas de ladrillo, enfoscados y enlucidos con imbornales, colocación de tapas de registro, colocación de bordillos, solados,

adoquines, mobiliario urbano y señalizaciones verticales de tráfico. La herramienta a emplear será mayormente de mano.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
Golpes por uso de elementos auxiliares, (miras, reglas, terrajas, maestras).
Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes.
Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
Caídas al mismo nivel.
Cuerpos extraños en los ojos.
Sobreesfuerzos.
Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios de pasta". En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón. Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. y barandilla de protección de 90 cm.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc. Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.

El acopio de los materiales, nunca se dispondrá de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.

Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras. Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.

El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar Sobreesfuerzos.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.
Guantes de P.V.C. o goma.
Guantes de cuero
Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.

Cinturón de seguridad.
Botas de seguridad.
Botas de goma.
Mascarilla autofiltrante.
Impermeables.

5.6. Pavimentos asfálticos

A.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Los trabajos a realizar que se incluyen dentro de este apartado son los correspondientes al regado con emulsión asfáltica, y al extendido y compactado del aglomerado asfáltico. La maquinaria a utilizar será, la cuba regadora de ligante, camiones, extendedora asfáltica, rodillo compactado autopropulsado, y compactador de neumáticos.

B.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
Vuelcos y deslizamiento de las máquinas.
Caídas en altura.
Ruidos.
Vibraciones.
Quemaduras.
Atrapamientos.
Desprendimiento del material del camión.
No estar el maquinista atento a las señalizaciones del operario durante la maniobras de acoplamiento del camión con extendedora.
Exceso de velocidad en maquinaria de compactación.
Cuerpos extraños en los ojos.
Sobreesfuerzos.
Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.
Circular con el basculante levantado.
No disponer o no utilizar la maquinaria la luz de maniobra de marcha atrás ni bocina para esa marcha.

C.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Prohibir el acceso de curiosos a la zona de la obra.
Poner atención los operarios a las maniobras de la maquinaria.
Proteger el cuerpo de las salpicaduras del riego y aglomerado.
Utilizar a un operario para dirigir las maniobras de la maquinaria.
Toda la maquinaria debe funcionar con la luz y bocina de marcha atrás cuando haga esta maniobra.

Emplear a operarios con experiencia en este tipo de trabajo, o formarlos para tal fin.
Evitar que los camiones después de la descarga circulen con el basculante elevado.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.
Guantes de P.V.C. o goma.
Guantes de cuero
Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.
Cinturón antivibratorio.
Botas de seguridad.
Botas de goma.
Mascarilla autofiltrante.
Mandil de protección.

6. MEDIOS AUXILIARES, PEQUEÑA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.

En la ejecución de la obra se prevé la posible utilización de los medios auxiliares y pequeña maquinaria que a continuación se relaciona.

6.1. Andamios. Normas de seguridad en general

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
Caídas al mismo nivel.
Desplome del andamio.
Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
Golpes y Atrapamientos por objetos o herramientas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores. Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.

Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyaran sobre tablones de reparto de cargas.

Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre si y recibidas al durmiente de reparto.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco. Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.

Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas. Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto. Los andamios se inspeccionarán diariamente por el encargado de seguridad, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

6.2. Andamios sobre borriquetas

Están formados por un tablero horizontal de 60 cm. de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de "V" invertida.

A.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Caídas a distinto nivel.

Caídas al mismo nivel.

Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.

Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Las borriquetas siempre se montaran perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas. Las plataformas de trabajo se anclaran perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.

Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.

Las borriquetas no estarán separadas "a ejes" entre sí más de 2,5 m. para evitar las grandes flechas, indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbrear. Los andamios se formaran sobre un mínimo de dos borriquetas.

Se prohíbe expresamente, la sustitución de estas, (o alguna de ellas), por "bidones", "pilas de materiales" y asimilables, para evitar situaciones inestables.

Sobre los andamios sobre borriquetas, solo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablonos.

Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, tales, que garanticen su perfecta estabilidad.

Las plataformas de trabajo sobre borriquetas, tendrán una anchura mínima de 60 cm., y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm. Los trabajos en andamios sobre borriquetas en los balcones, tendrán que ser protegidos del riesgo de caída desde altura.

6.3. Escalera de mano

Este medio auxiliar se utiliza en todas las obras sea cual sea su entidad. Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura.

Estas prácticas son contrarias a la seguridad y deben de impedirse en la obra.

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Deslizamiento por incorrecto apoyo.

Vuelco lateral por apoyo irregular.

Rotura por defectos ocultos.

Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad. Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas.

Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura, hacia la mitad de su altura, de cadenilla. Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales. Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso y sobrepasarán en 1,00 mts. la altura a salvar.

Las escaleras de mano se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos. Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.
Botas de seguridad.
Guantes de cuero.

6.4. Sierra circular de mesa

Se trata de una máquina versátil y de gran utilidad en obra, con alto riesgo de accidente, que suele utilizar cualquier oficio que la necesite, sobre todo los encofradores.

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Cortes.
Golpes y atrapamientos por objetos.
Proyección de partículas y emisión de polvo.
Contacto con la energía eléctrica.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de los forjados con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).

Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

Carcasa de cubrión del disco.
Cuchillo divisor del corte.
Empujador de la pieza a cortar y guía.
Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
Interruptor de estanco.
Toma de tierra.

Se prohíbe expresamente en esta obra, dejar en suspensión del gancho de la grúa las mesas de sierra durante los períodos de inactividad.

La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar los riesgos eléctricos.

Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplintadas (o para su vertido mediante las trompas de vertido).

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco homologado
Gafas de seguridad antiproyecciones.
Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
Mono de trabajo
Botas de seguridad.
Guantes de cuero (preferible muy ajustados).

6.5. Vibrador

Se trata de una máquina utilizada para vibrar el hormigón.

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Descargas eléctricas.
Caídas desde altura durante su manejo.
Caídas a distinto nivel del vibrador.
Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
Vibraciones.

B. -MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Mono de trabajo.
Casco homologado.
Botas de goma.
Guantes de cuero.

Gafas de protección contra salpicaduras.

6.6. Soldadura eléctrica

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Caída desde altura.
Caídas al mismo nivel.
Atrapamientos entre objetos.
Aplastamiento de manos por objetos pesados.
Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
Quemaduras.
Contacto con la energía eléctrica.
Proyección de partículas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes. Los portaelectrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.

El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas. No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector. Evitar el riesgo de electrocución. Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.

No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque "salte" el disyuntor diferencial. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro. Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).

Compruebe antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante. Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco homologado.
Caretta de protección
Pantalla de soldadura de sustentación manual.
Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico.
Guantes de cuero.

Botas de seguridad.
Manguitos, Polainas, y Mandil de cuero.
Cinturón de seguridad.

6.7. Máquinas-herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: Taladros, Rozadoras, Cepilladoras metálicas, Sierras, etc., de una forma muy genérica.

A.- RIESGOS MÁS FRECUENTES.

Golpes.
Caidas desde altura.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Las maquinas - herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento. Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el Atrapamiento de los operarios o de los objetos.

Las maquinas - herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones. Las maquinas - herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Casco homologado.
Guantes de Cuero o de P.V.C.
Botas de seguridad,
Gafas de seguridad antiproyecciones.
Protectores auditivos.
Mascarilla filtrante.
Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.

6.8. Herramientas manuales

Son las herramientas más comunes utilizadas en la mayoría de los oficios.

A.- RIESGOS MÁS COMUNES.

Golpes y Cortes en las manos y los pies.

Proyección de partículas.

Caídas al mismo o a distinto nivel.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas. Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación. Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Cascos.

Botas de seguridad.

Guantes de cuero o P.V.C.

Gafas contra proyección de partículas.

Cinturones de seguridad, en todos los trabajos de altura.

Comprobar, Diferenciales, Magnetotérmicos y Tierra.

7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUE NO PUEDEN EVITARSE.

7.1. Riesgos graves de sepultamiento

Existe riesgo grave de sepultamiento en los movimientos de tierras en explanaciones y excavaciones en zanjas para la colocación de la tubería de hormigón en saneamiento y acequia.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Realización de inspección de los terrenos.

Observar cada mañana el estado de las paredes.

No trabajar en tiempo lluvioso.
Entibación en caso necesario durante la excavación.

7.2. Riesgos graves de caída de altura

Durante la realización de las zanjas para las infraestructuras y ejecución de muros de contención.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Señalizar las zanjas.
Realizar pasarelas para atravesarlas.
Realizar plataformas adecuadas para la ejecución de los muros con escaleras para su acceso.

7.3. Riesgos por exposición a agentes químicos

Durante la realización de la red de saneamiento.
Derivados del Amianto.
Sustitución de los materiales por otros similares en PVC.
Durante la manipulación de morteros y hormigones por contacto con el cemento.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Uso de botas de caña alta, en hormigonado.
Uso de guantes en hormigonado.
Uso de gafas en hormigonado.

7.4. Riesgos por exposición al medio ambiente

Ruidos, vibraciones, temperatura, radiaciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

Uso de equipos de protección individual.
Estudiar la ubicación de los tajos.
Formar a los trabajadores.

7.5. Riesgos en maquinaria y equipos

Maquinaria pesada para movimientos de tierra y aglomerado.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.

Tener la acreditación CE

Revisión periódica de la maquinaria.

No permanecer en su radio de acción.

Cumplir las especificaciones del fabricante.

7.6. Riesgos relativos a medios auxiliares

- ANDAMIOS, BORRIQUETAS, PLATAFORMAS, ETC.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.

Estado de uso en buenas condiciones técnicas.

Realización de prueba de carga.

Uso de Cinturones en trabajos a más de 2,00 mts. de altura.

Cumplir el RD 1215/97. Equipos de Trabajo.

Cumplir el RD 1627/97. Anexo IV, apartado C.

- ESCALERAS MÓVILES.

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.

Estado de uso en buenas condiciones técnicas.

Cumplir Título II de la Ordenanza de S.H. Trabajo.

Uso de Cinturones en trabajos a más de 2,00 mts. de altura.

Cumplir el RD 1215/97. Equipos de Trabajo.

7.7. Medios de protección colectiva

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.

Formación - Información a los equipos de trabajo.

Vallas

Balizas

Señales de tráfico

Carteles informativos

Extintor en caseta de obra.

7.8. Medios de protección individual

MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS.

Formación - Información a los equipos de trabajo

Uso de EPI con certificado "CE".

Entrega por escrito a cada trabajador.

8. FORMACIÓN

Todo el personal deberá ser informado de todos los riesgos del trabajo que vaya a realizar, así como de todas las medidas de seguridad necesarias.

9. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

Se dispondrá de botiquines conteniendo el material específico en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, en la caseta de obra.

Existirá información en la obra de los diferentes Centros Médicos a donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Zaragoza, 29 de Abril de 2011.

Firmado por Adrián Gasca Horna



PROYECTO FINAL DE CARRERA

ELECTRIFICACIÓN E ILUMINACIÓN DEL TÚNEL DE MONROYO

PLANOS

ALUMNO: ADRIÁN GASCA HORNA

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

DIRECTOR: ÁNGEL SANTILLÁN LÁZARO

CONVOCATORIA: JUNIO 2011

ÍNDICE

Plano nº1: Situación

Plano nº2: Emplazamiento

Plano nº3: Planta túnel

Plano nº4: Sección túnel

Plano nº5: Iluminación en tramos

Plano nº6: Dimensiones tramos

Plano nº7: Conexión luminarias

Plano nº8: Tipo de luminarias

Plano nº9: Conexión luminarias acceso

Plano nº10: Luminaria emergencias

Plano nº11: Barreras, semáforos y PMVS

Plano nº12: Señalización equipamientos de emergencia

Plano nº13: Poste SOS

Plano nº14: Señalización salidas

Plano nº15: Unifilar

Plano nº16: Local C.T.

Plano nº17: Cuadro B.T.

Plano nº18: Local cuadro B.T.

Plano nº19: Grupo electrógeno

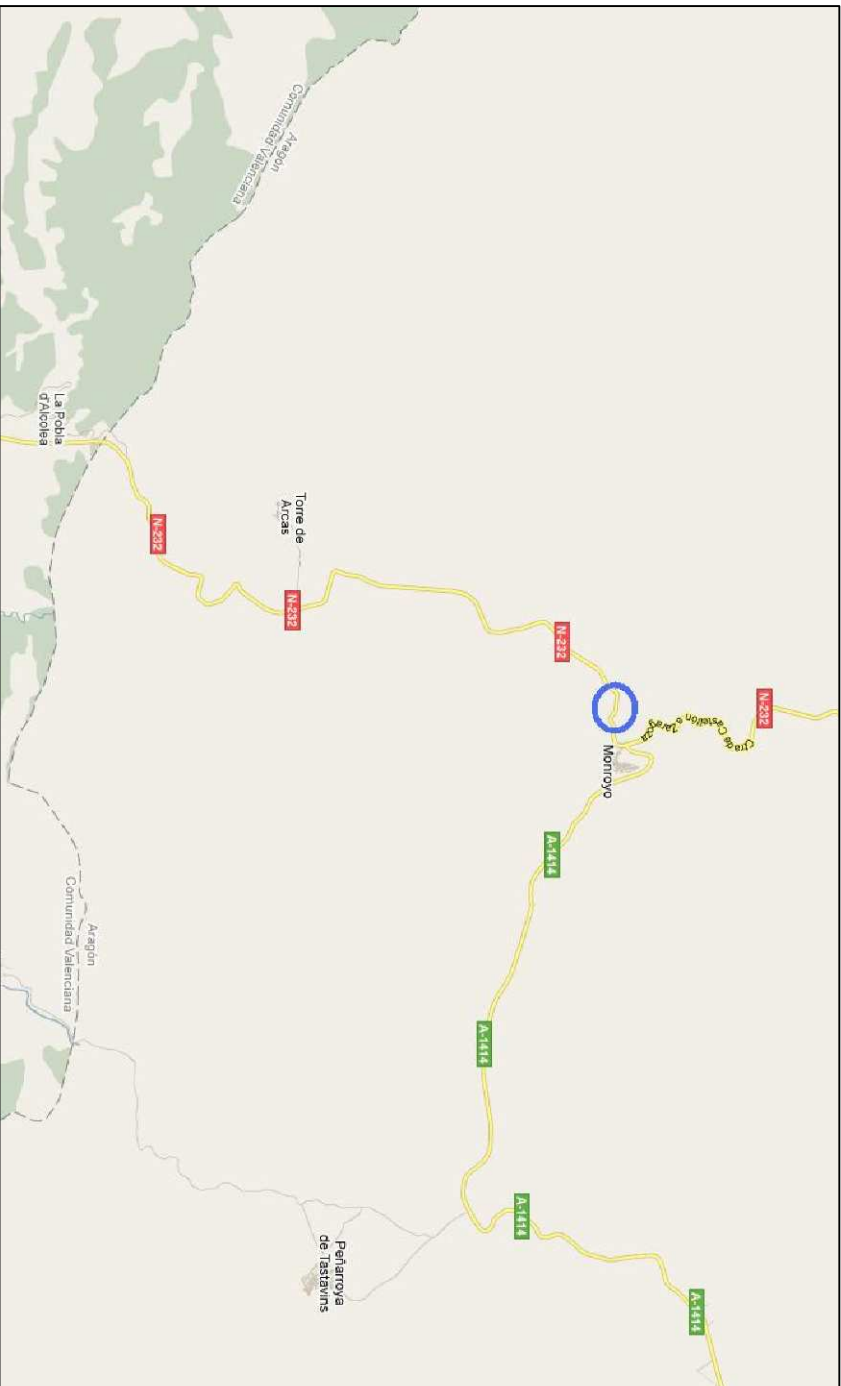
Plano nº20: Bandeja

Plano nº21: Zanjas y arquetas en planta

Plano nº22: Detalles

Plano nº23: Arquetas

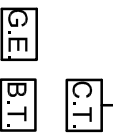
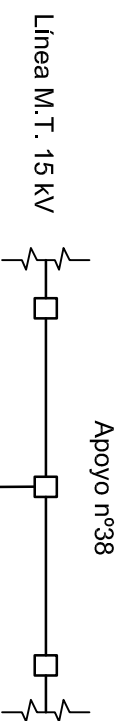
Plano nº24: Tierras C.T.



Fecha		Nombre		Firma	
16/04/11		Adrián Gasca			
Dibujado		Comprob.		Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza	
Comprob.				Plano: 1	
Escala:				Hoja:	
1:125.000				Especialidad: Electricidad	
SITUACIÓN					



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	16/04/11	Adrián Gasca		
Comprob.				
Escala:	Plano: 2			
1:10000	Hoja:			
	Especialidad: Electricidad			
EMPLAZAMIENTO				



LEYENDA	
B.T.	LOCAL CUADRO DE BAJA TENSIÓN
G.E.	LOCAL GRUPO ELECTRÓGENO
C.T.	LOCAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

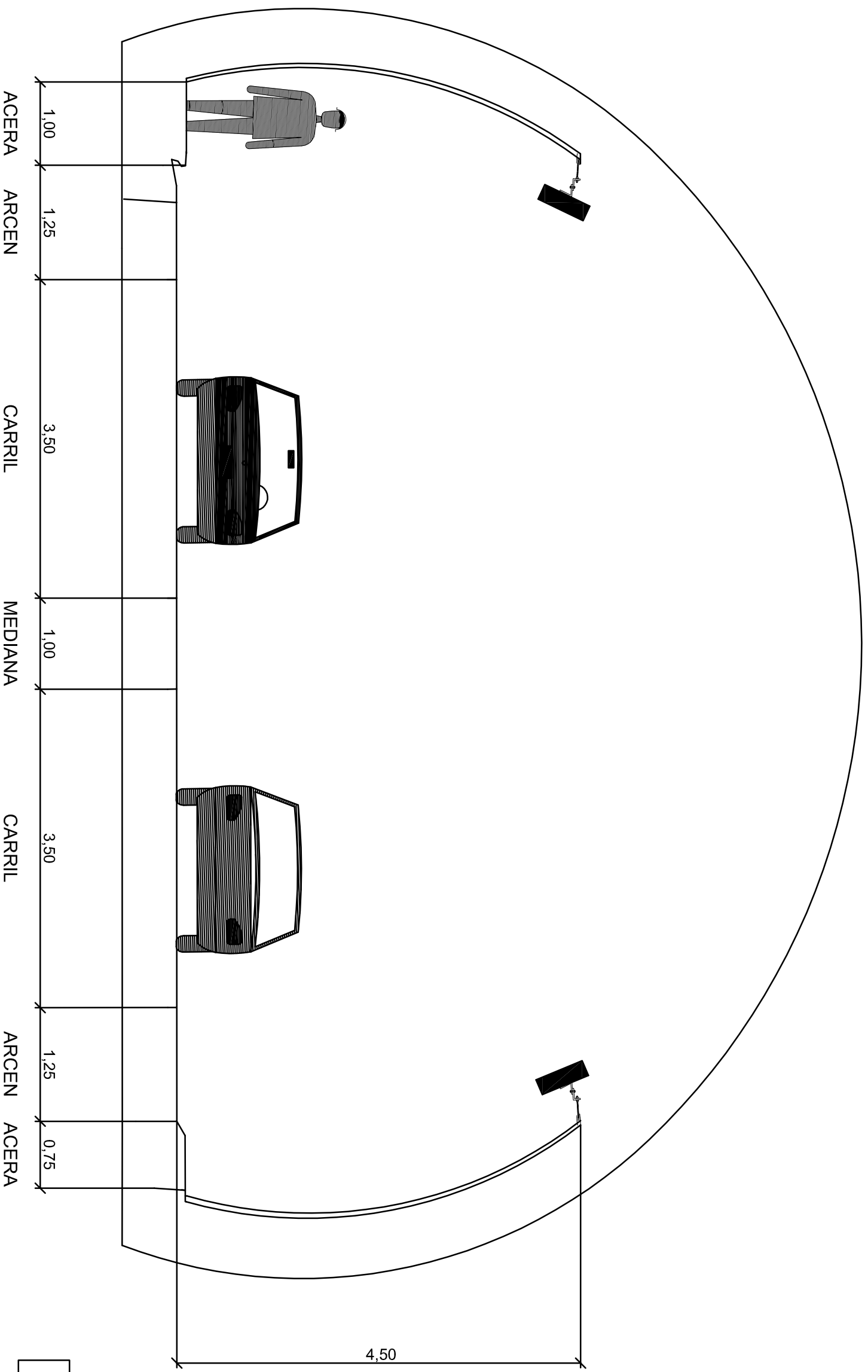
CASTELLÓN →

MONROYO →

N-232 (ppkk 6 + 780)
BOCA SUR

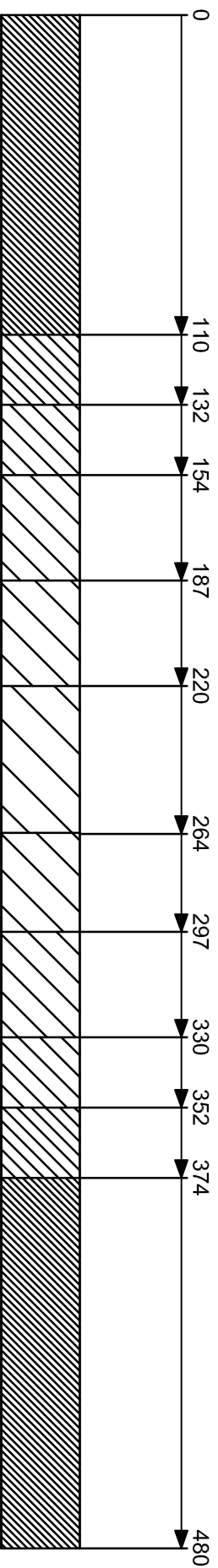
N-232 (ppkk 6 + 300)
BOCA NORTE

Fecha	01/05/11	Nombre	Adrián Gasca	Firma		ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado		Comprob.				
Escala:	1:2000	PLANTA TÚNEL		Plano:	3	Hoja:
				Especialidad:	Electricidad	



COTAS EN METROS

Escal:a:	1:50	SECCIÓN	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	24/04/11	Nombre	Adrián Gasca
Comprob.		Firma	
Fecha	24/04/11	Plano:	4
		Hoja:	
		Especialidad:	Electricidad



TRAMO 1 DUPLICADO (1600 LUX APPROX.)



TRAMO 4 DUPLICADO (600 LUX APPROX.)



TRAMO 2 DUPLICADO (1200 LUX APPROX.)



TRAMO 5 DUPLICADO (400 LUX APPROX.)



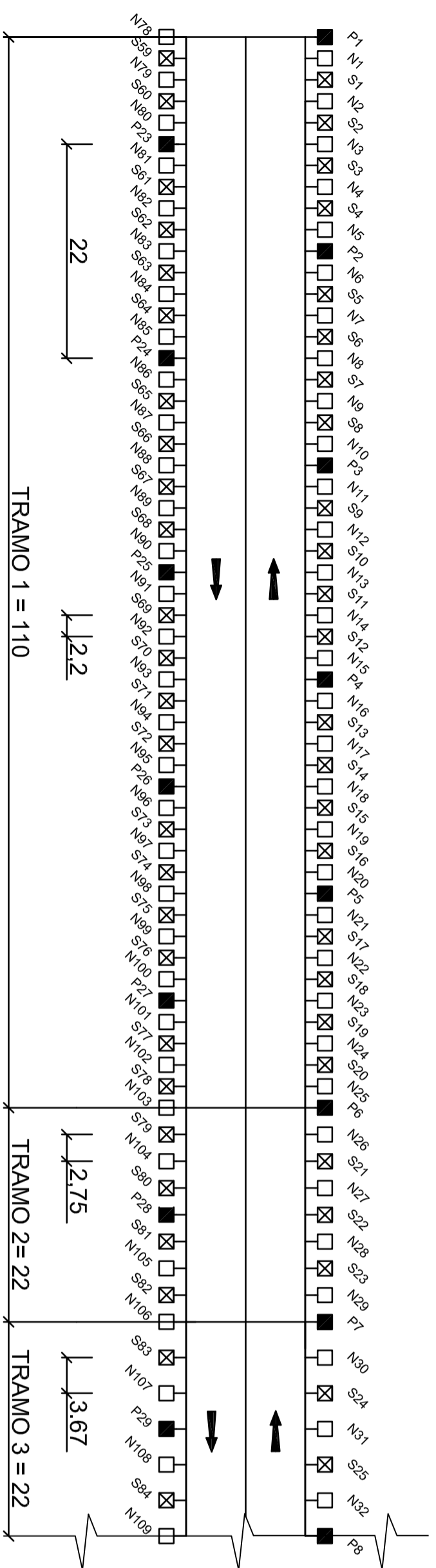
TRAMO 3 DUPLICADO (900 LUX APPROX.)



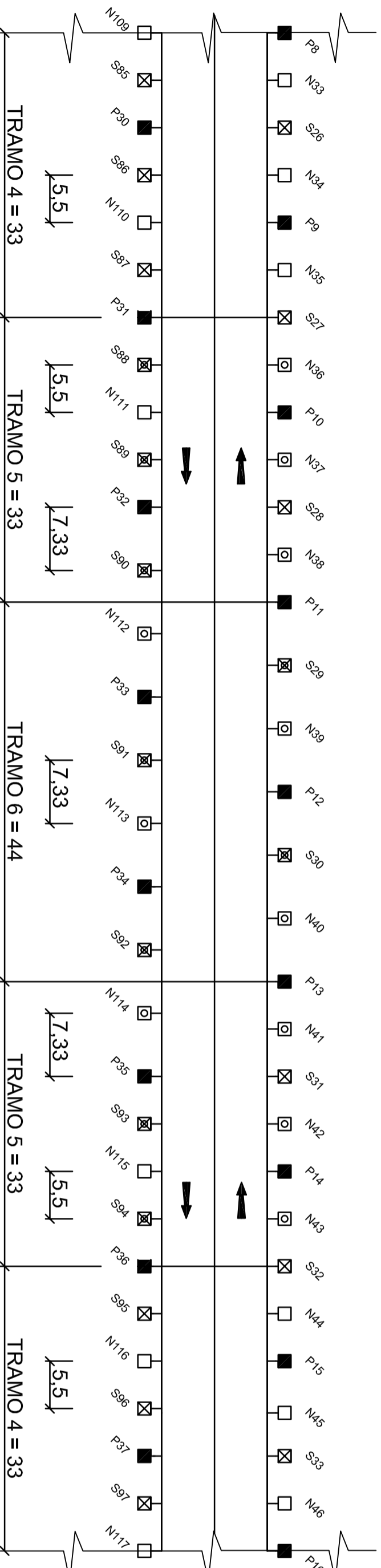
TRAMO 6 CENTRAL (250 LUX APPROX.)

COTAS EN METROS

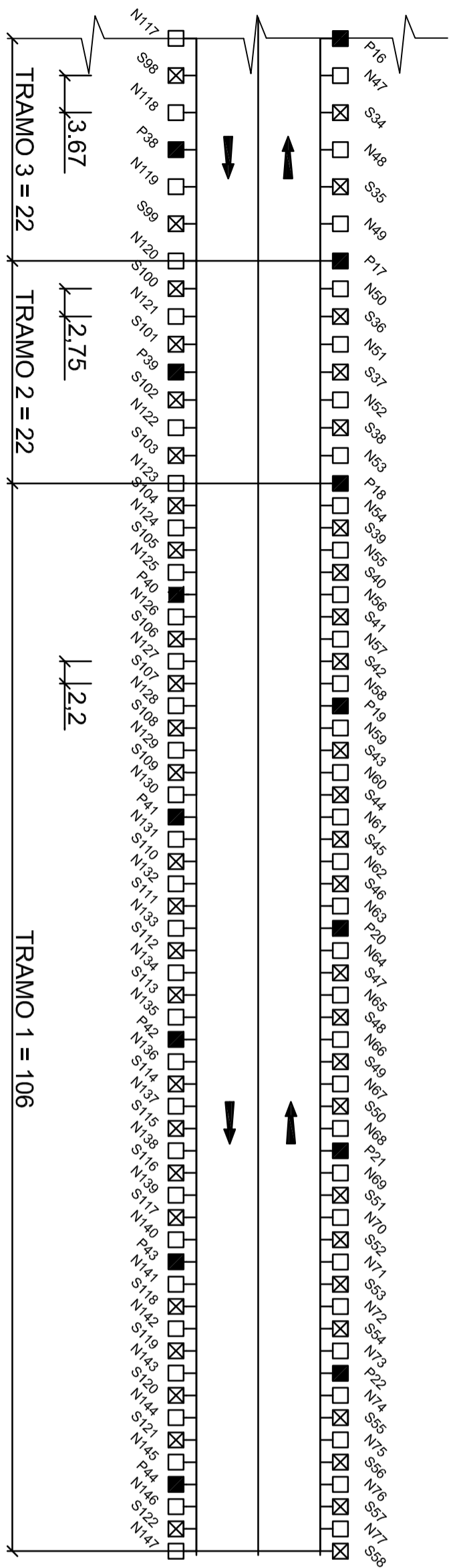
Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
28/04/11	Adrián Gasca		
Dibujado	ILUMINANCIA EN		Plano: 5
Comprob.	TRAMOS		Hoja:
Escala:	1:2000		Especialidad:
			Electricidad



LEYENDA	
(44)	■ Alumbrado Permanente 150 W
(113)	☒ Alumbrado Soleado 400 W
(9)	☒ Alumbrado Soleado 150 W
(136)	□ Alumbrado Nublado 400 W
(11)	☐ Alumbrado Nublado 150 W



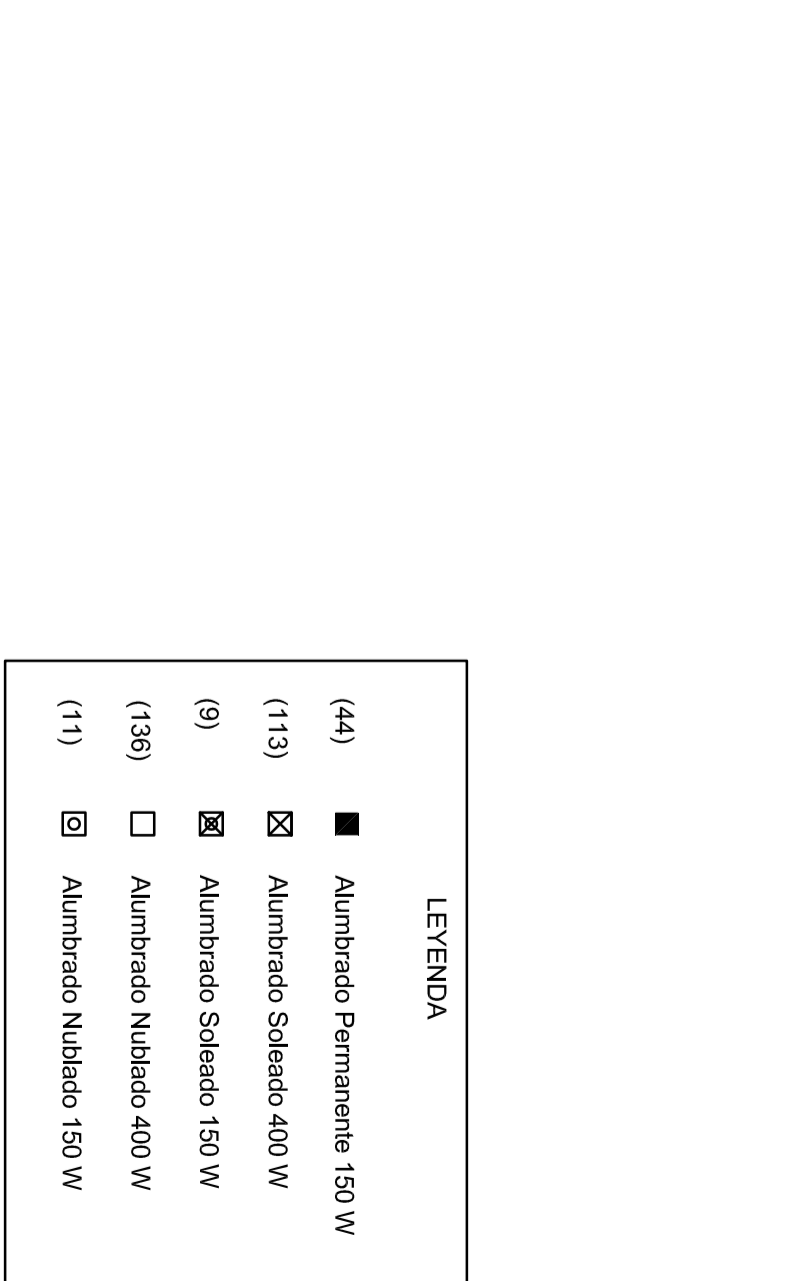
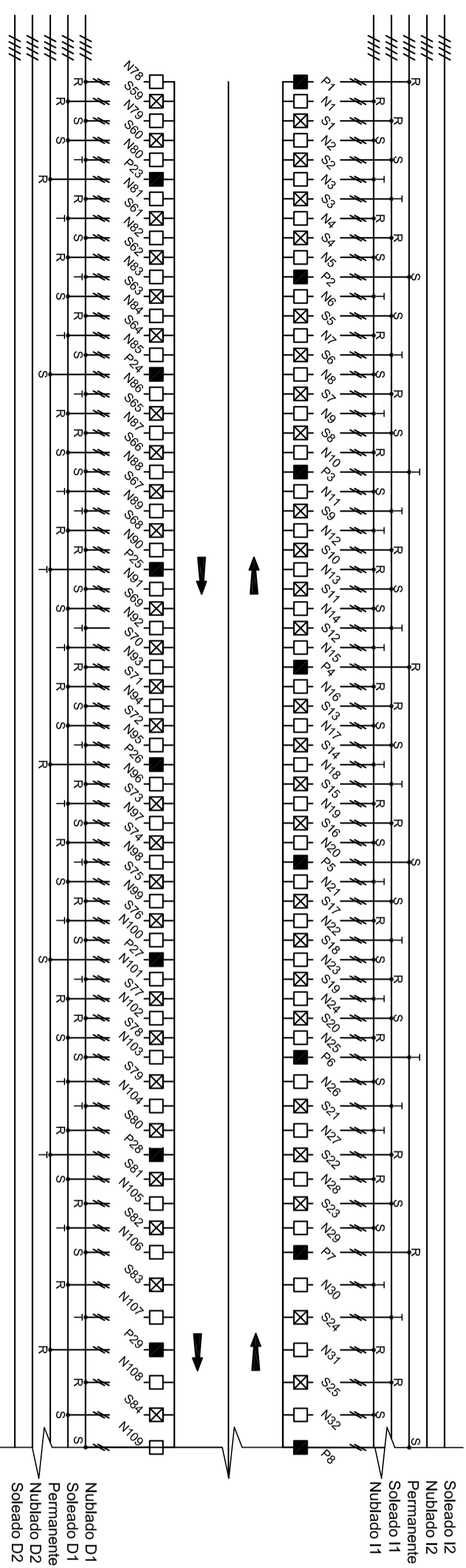
ENCENDIDOS	
Noche:	■
Día nublado:	■ + □ + ☐
Día soleado:	■ + □ + ☐ + ☒ + ☒ + ☒



COTAS EN METROS

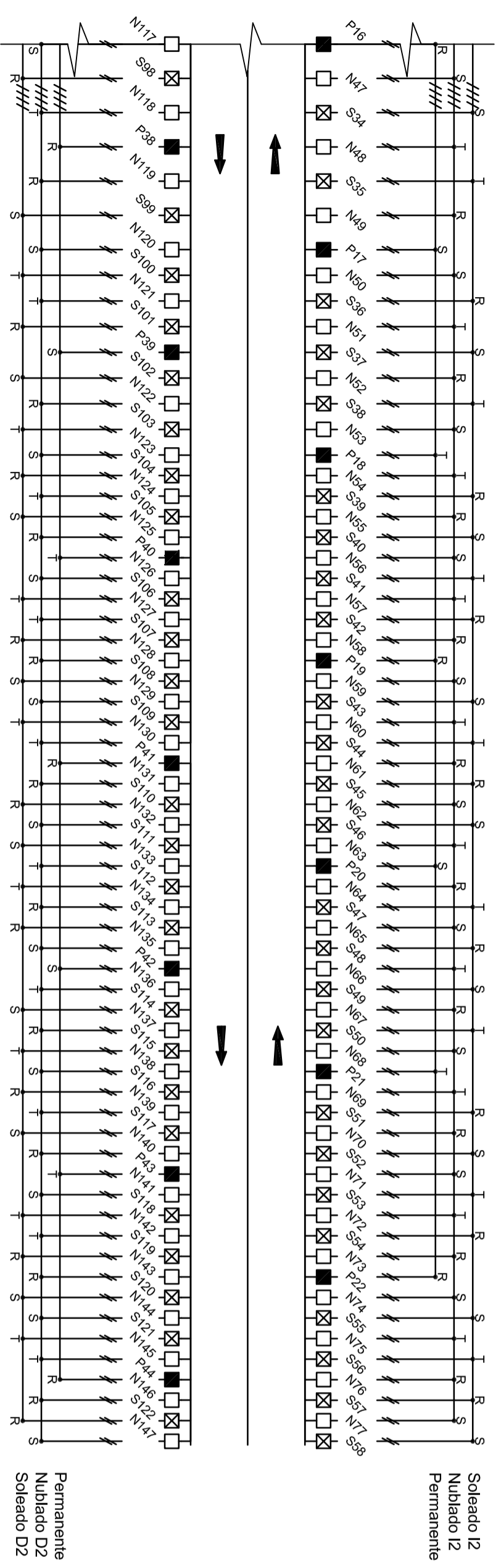
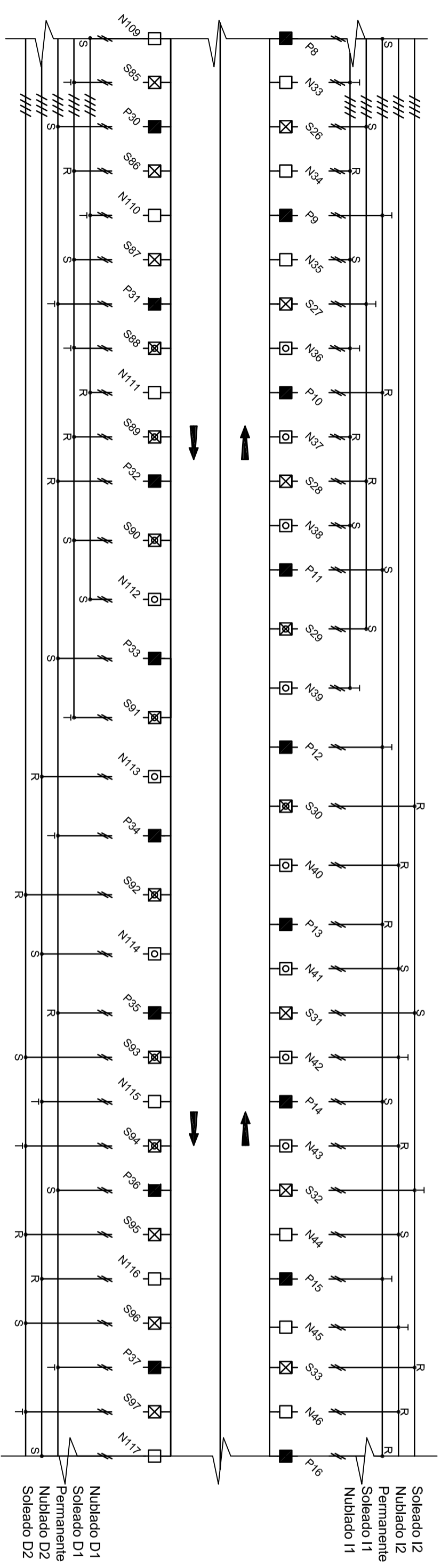
Dibujado	18/04/11	Nombre	Adrián Gasca	Firma	
Comprob.					
Escala:	1:500	DIMENSIONES		Plano:	6
		TRAMOS		Hoja:	
				Especialidad:	Electricidad

ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



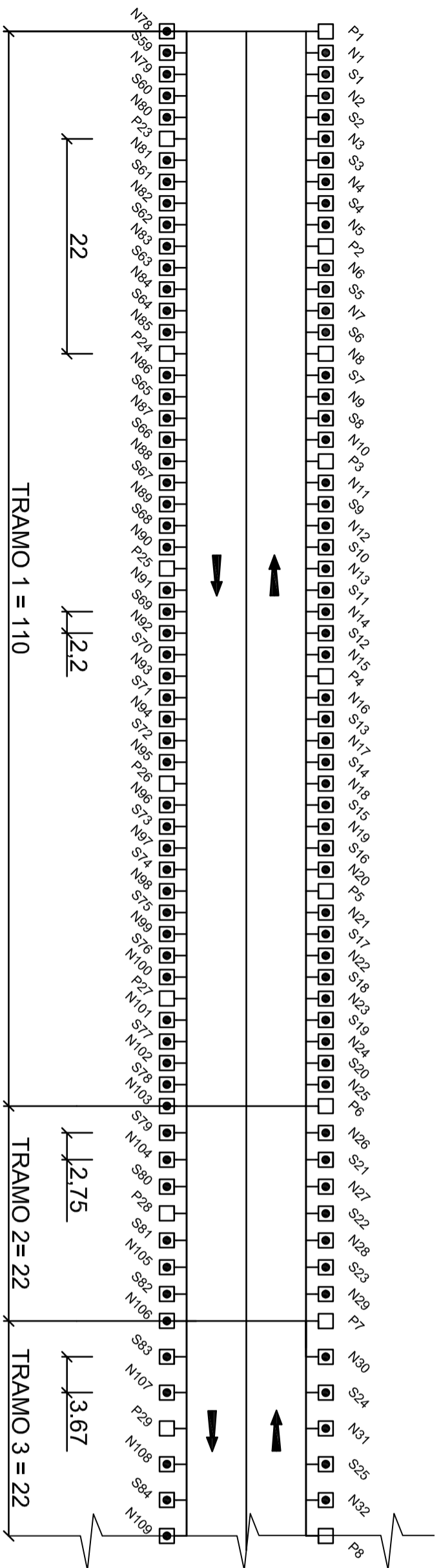
LEYENDA

(44)	■	Alumbrado Permanente 150 W
(113)	☒	Alumbrado Soleado 400 W
(9)	☒	Alumbrado Soleado 150 W
(136)	□	Alumbrado Nublado 400 W
(11)	⊖	Alumbrado Nublado 150 W

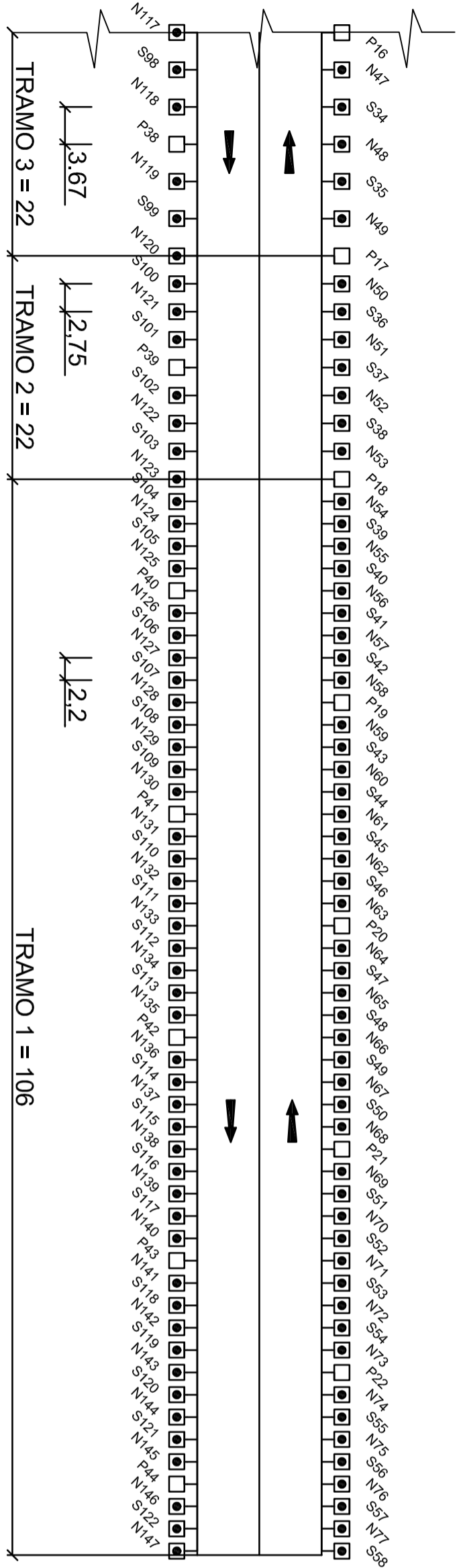
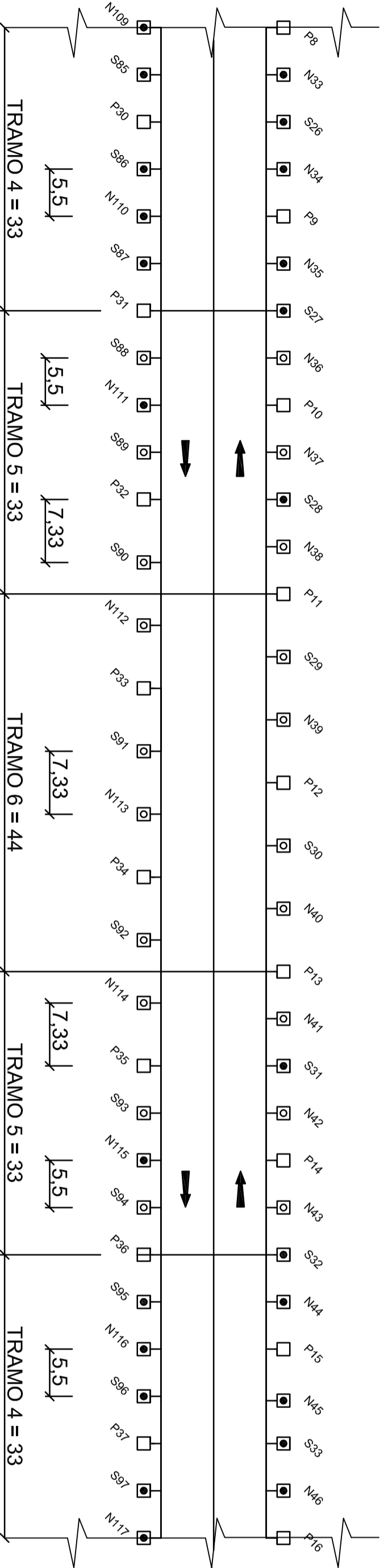


Dibujado	Fecha	Nombre	Firma
Comprob.	22/04/11	Adrián Gasca	
Escalá:	Plano: 7		
CONEXIÓN LUMINARIAS			
1:500		Especialidad: Electricidad	

ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

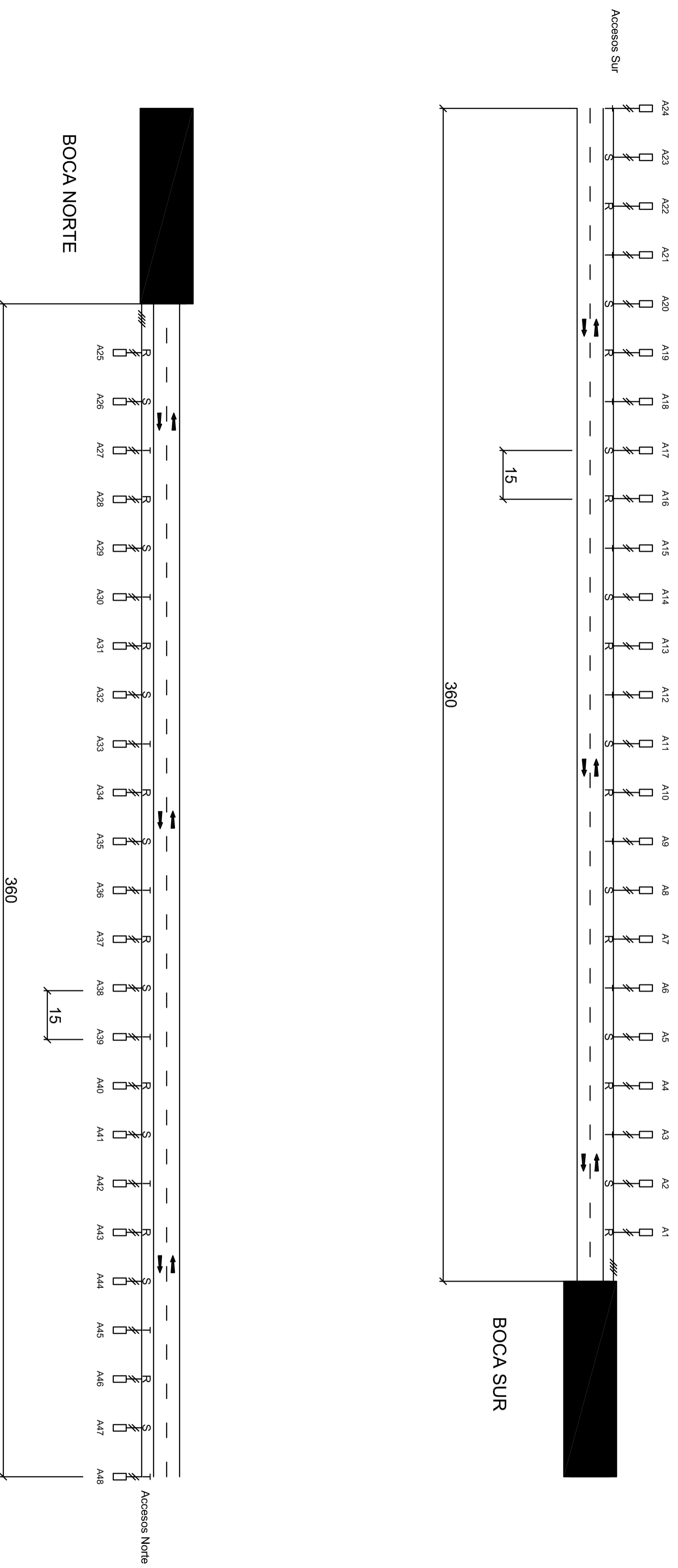


LEYENDA	
(44)	<input type="checkbox"/> Idman 621 HGV 150 W
(20)	<input checked="" type="checkbox"/> Philips CRX 204 250 W
(249)	<input checked="" type="checkbox"/> Philips CRX 204 400 W



COTAS EN METROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
20/04/11	Adrián Gasca		
Dibujado Comprob.		Plano: 8	Especialidad: Electricidad
Escala: 1:500			
TIPO DE LUMINARIAS			

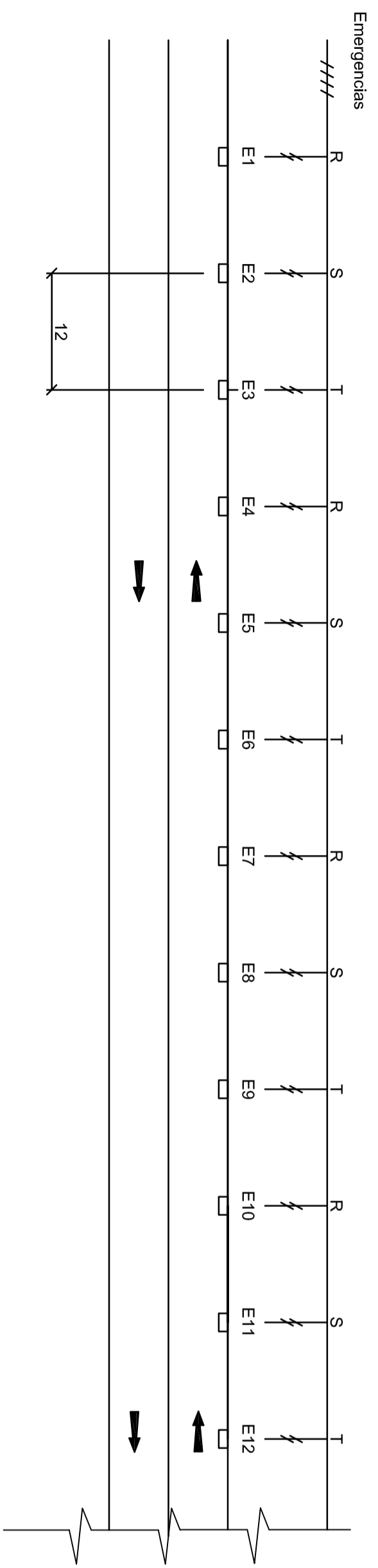


LEYENDA

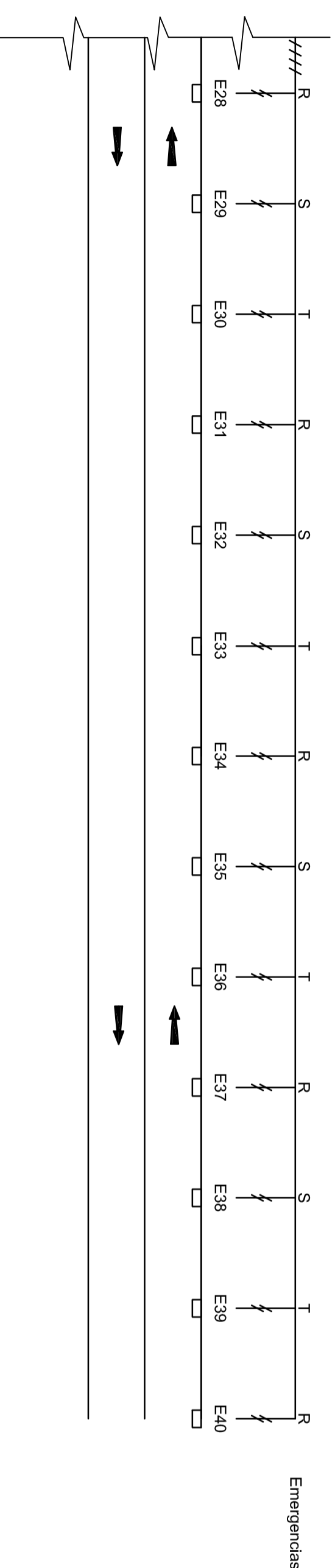
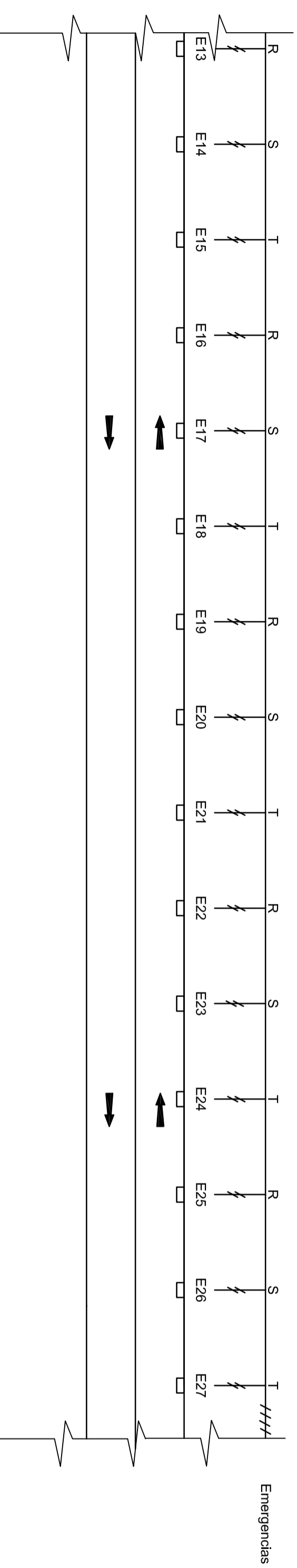
(48) □ Philips SGP 682 250 W

COTAS EN METROS

Nombre	Fecha	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Adrián Gasca	28/04/11		
Comprob.			
Escala: 1:1000		Plano: 9	
CONEXIÓN LUMINARIAS		Especialidad: Electricidad	
ACCESO			



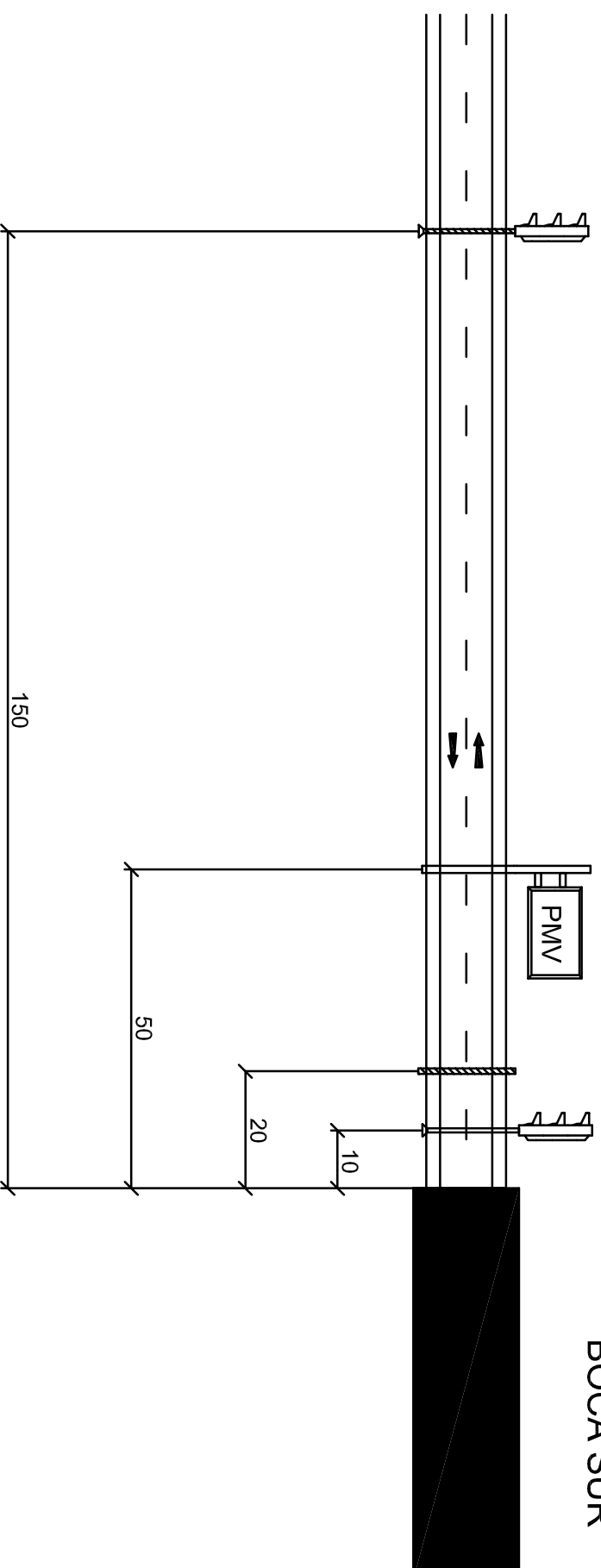
LEYENDA
 (40) □ HFN 114-EM 11W



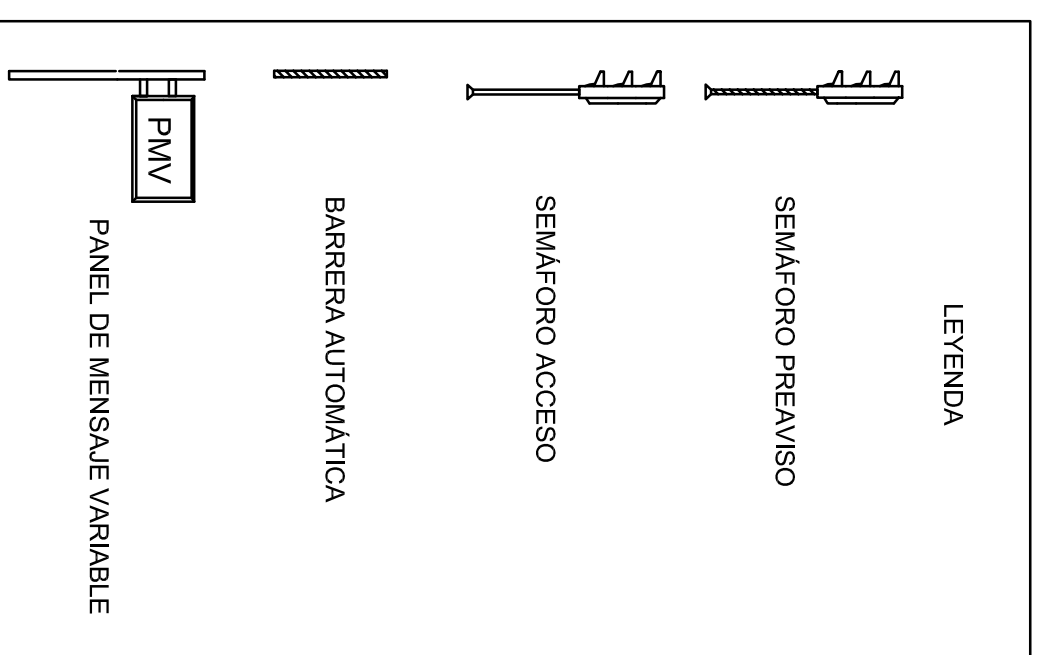
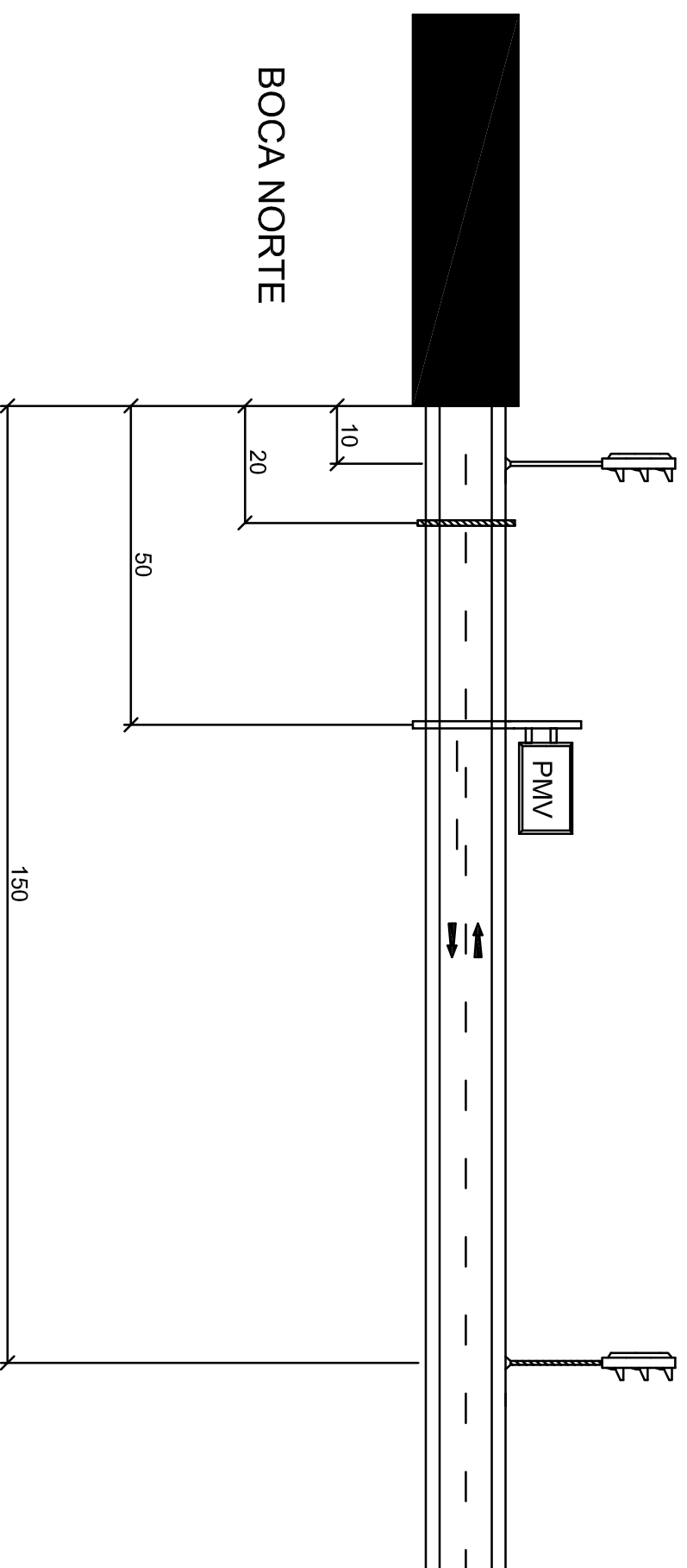
COTAS EN METROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
25/04/11	Adrián Gasca		
Dibujado	Plano: 10		Hoja:
Comprob.	LUMINARIAS EMERGENCIAS		
Escala:	1:500		Especialidad:
			Electricidad

BOCA SUR

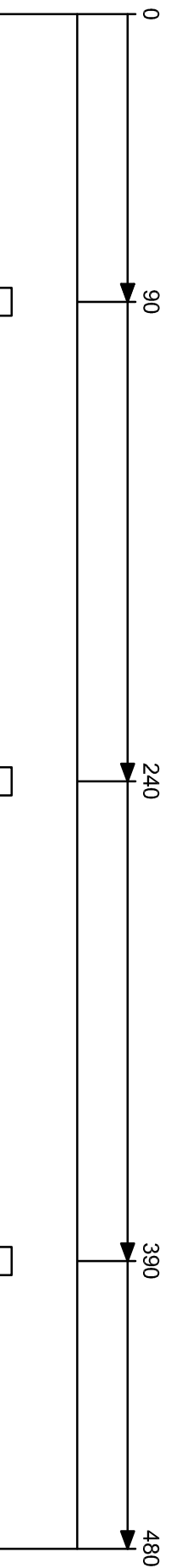




BOCA NORTE



COTAS EN METROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
29/04/11	Adrián Gasca		
Dibujado	BARRENAS SEMÁFOROS Y PMV		
Comprob.			
Escala:	Plano: 1 1		
1:1000	Hoja:		
			Especialidad: Electricidad



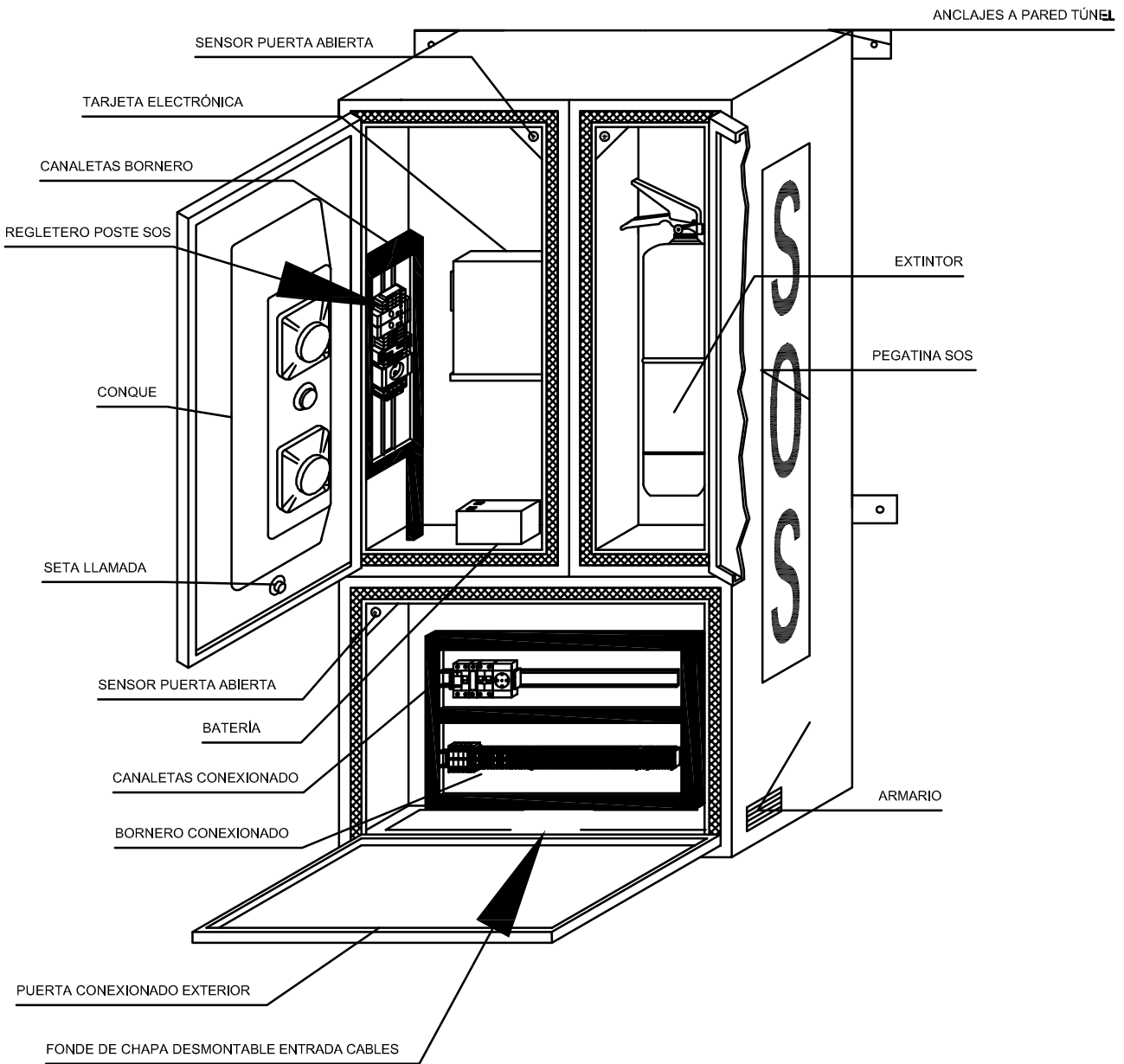
 S-910	 S-960
---	--

LEYENDA

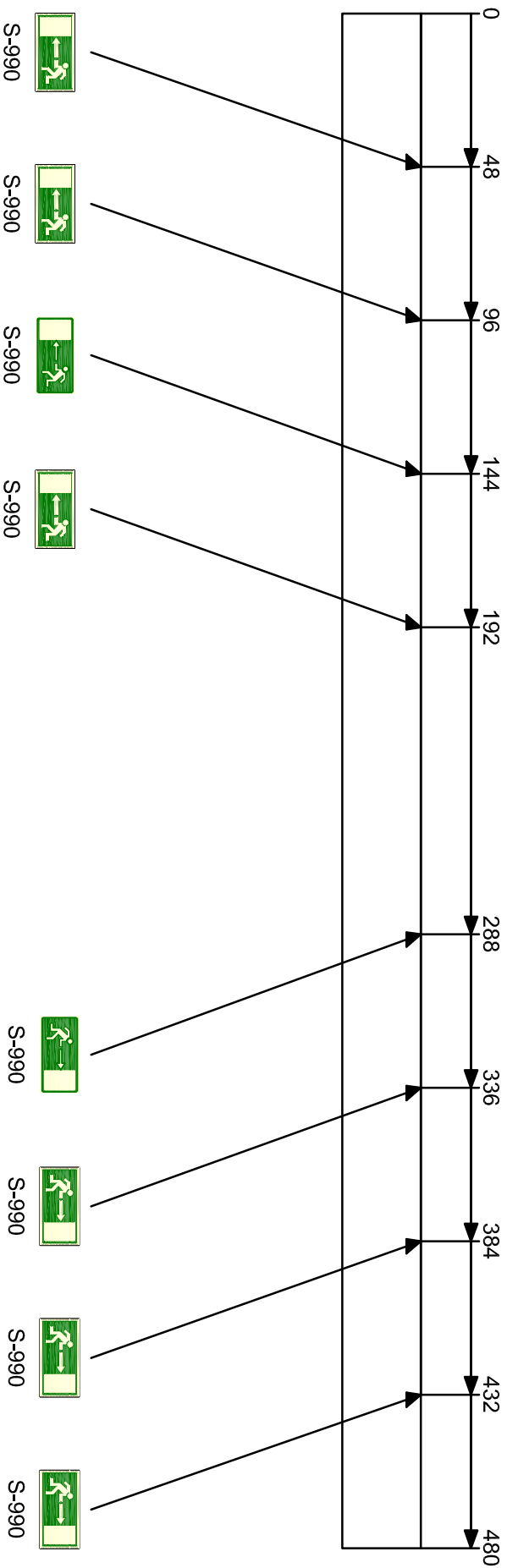
POSTE SOS

COTAS EN METROS

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	30/04/11	Adrián Gasca		Plano: 12 Hoja:
Comprob.				
Escala:	1:2000			Especialidad: Electricidad
SEÑALIZACIÓN EQUIPAMIENTOS DE EMERGENCIA				



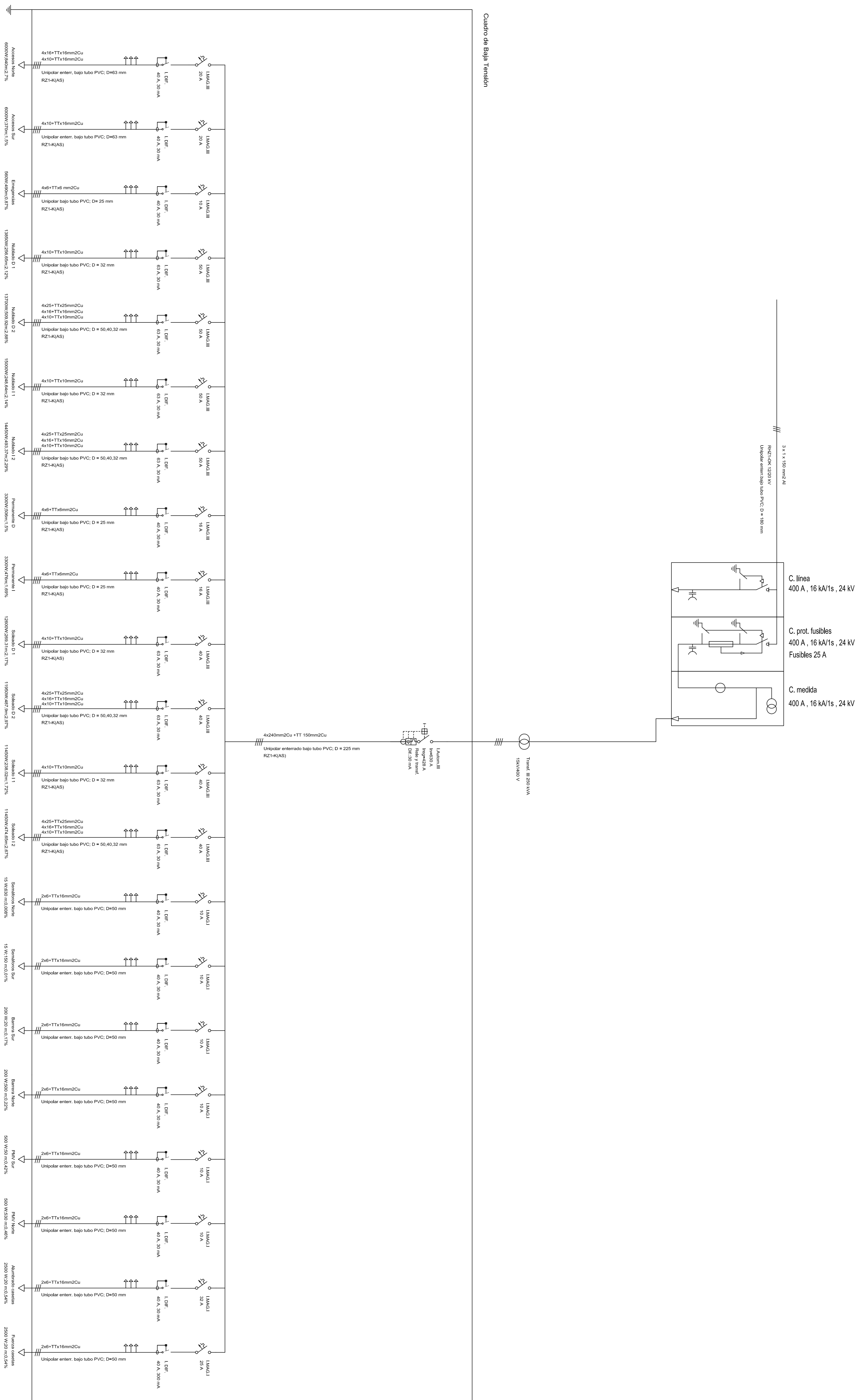
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	30/04/11	Adrián Gasca		
Comprob.				
Escala:	POSTE S.O.S.			Plano: 13
S/E				Hoja:
				Especialidad: Electricidad



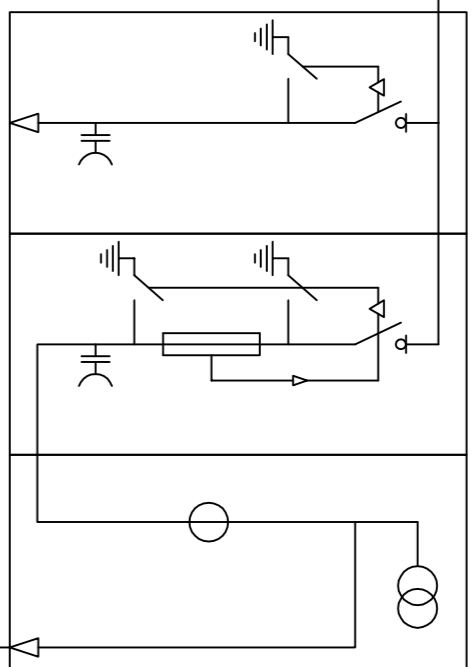
COTAS EN METROS

Fecha		Nombre		Firma	
Dibujado		Adrián Gasca		ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
Comprob.					
Escala:		SEÑALIZACIÓN SEGURIDAD			
1:2000		Plano: 14		Hoja:	
		Especialidad:			
		Electricidad			

Cuadro de Baja Tensión



3 x 1 x 150 mm² Al
RNCZ-DR 1250 V
Unipolar enterrado bajo tubo PVC, D = 63 mm



C. línea
400 A , 16 kA/1s , 24 kV

C. prot. fusibles
400 A , 16 kA/1s , 24 kV
Fusibles 25 A

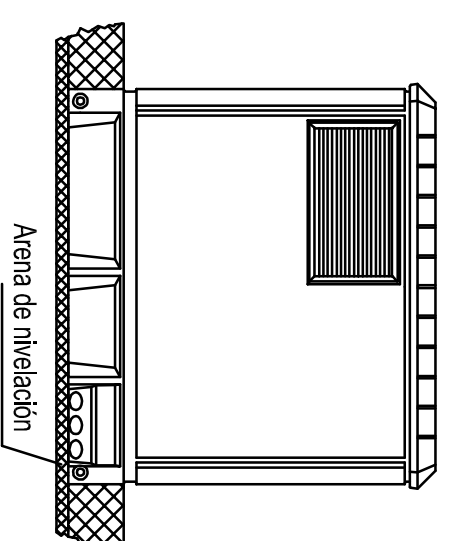
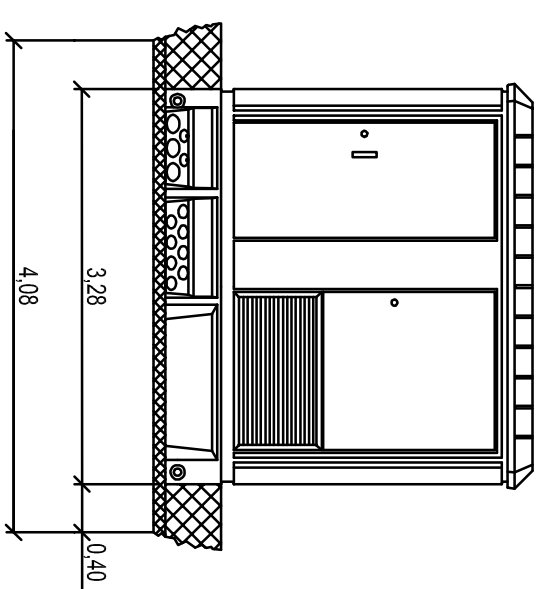
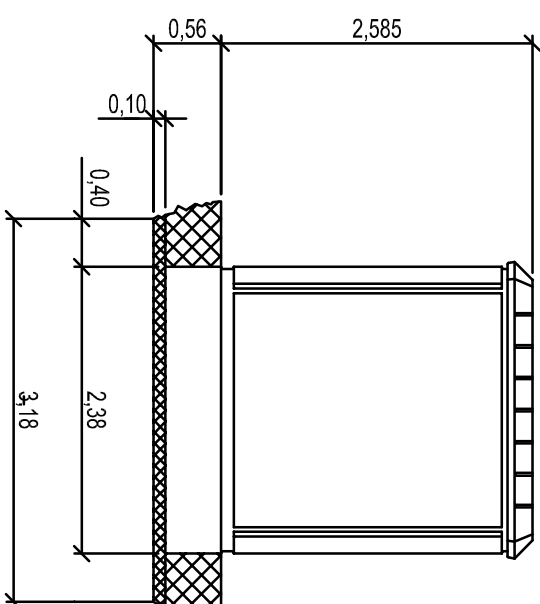
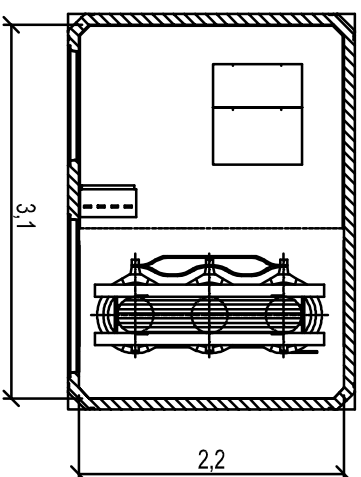
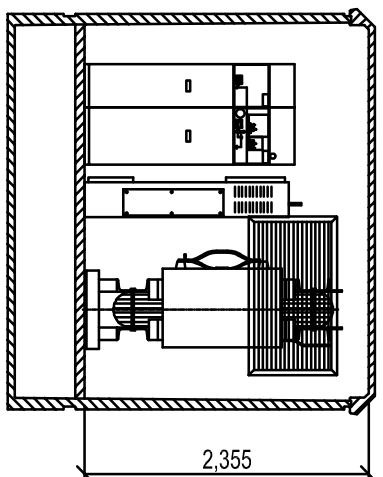
C. medida
400 A , 16 kA/1s , 24 kV

Tensat II 250 kVA
15kV/400V

LIMAG III
Inch=3 A
Inch=4-428 A
Rete y yrend
200 A/30 mA

4x240mm²Cu + TT 150mm²Cu
Unipolar enterrado bajo tubo PVC; D = 225 mm
RZ1-K(AS)

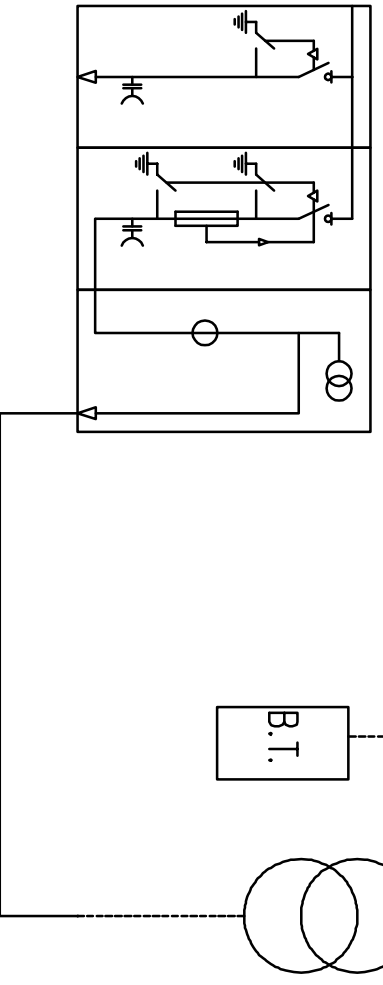
Escuela:	Fecha:	Nombre:	Firma:
	09/05/11	Adrián Gascó	
S/E	ESQUEMA UNIFILAR		ESUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
	Hoja: 15		
Especialidad:		Electricidad	



C. línea
400 A , 16 kA/1s , 24 kV

C. prot. fusibles
400 A , 16 kA/1s , 24 kV
Fusibles 25 A

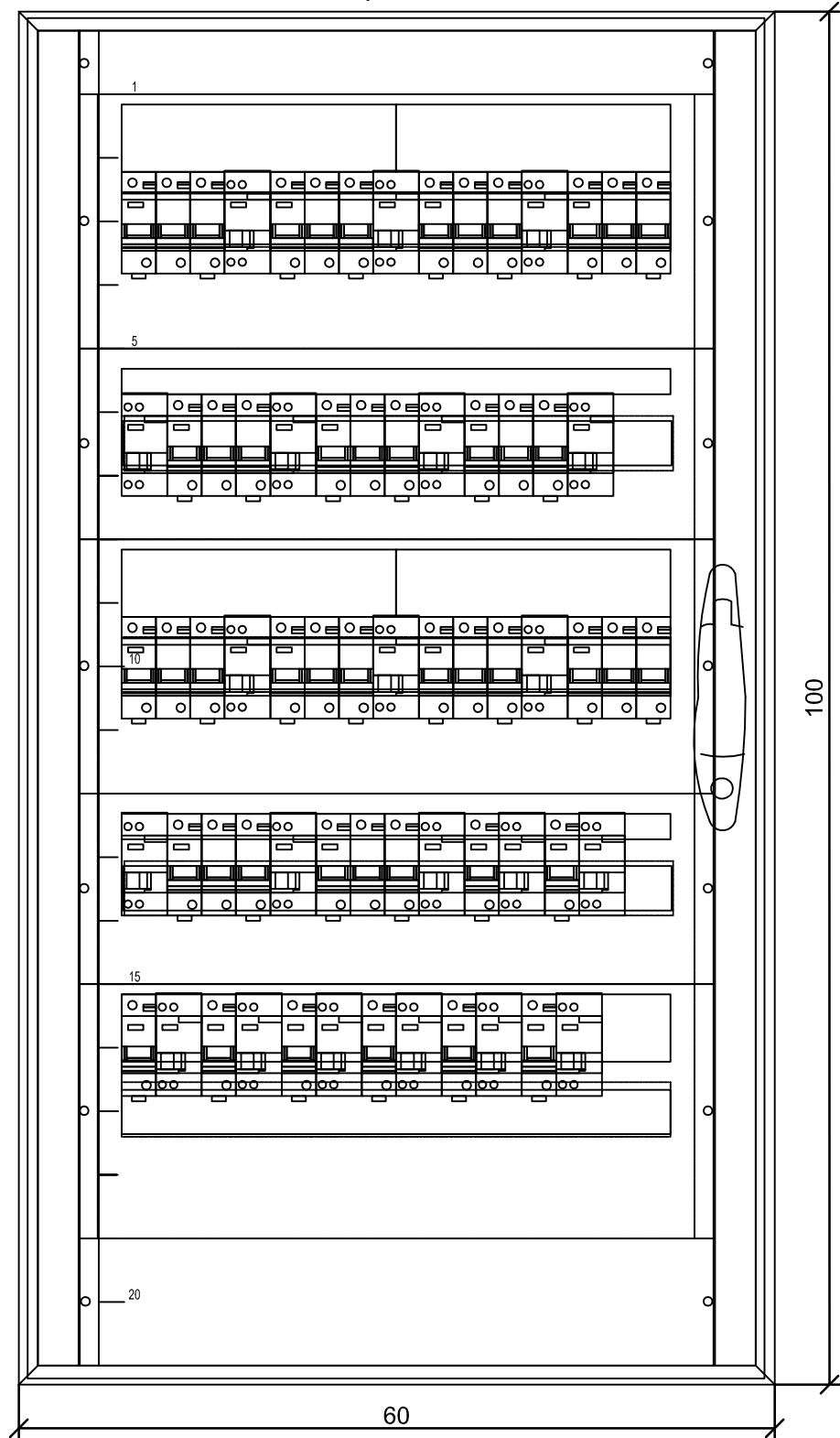
C. medida
400 A , 16 kA/1s , 24 kV



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
4,08 m ancho x 3,18 m fondo x 0,56 m profundidad

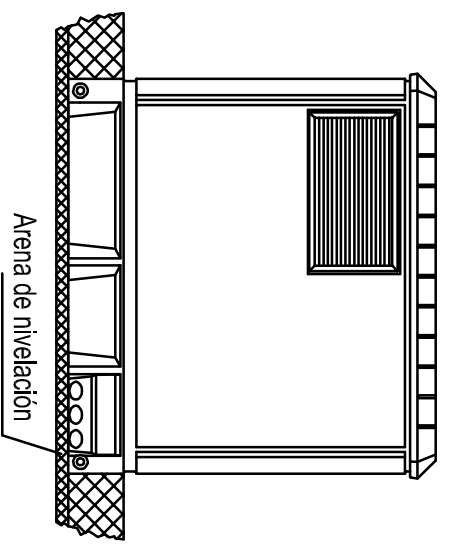
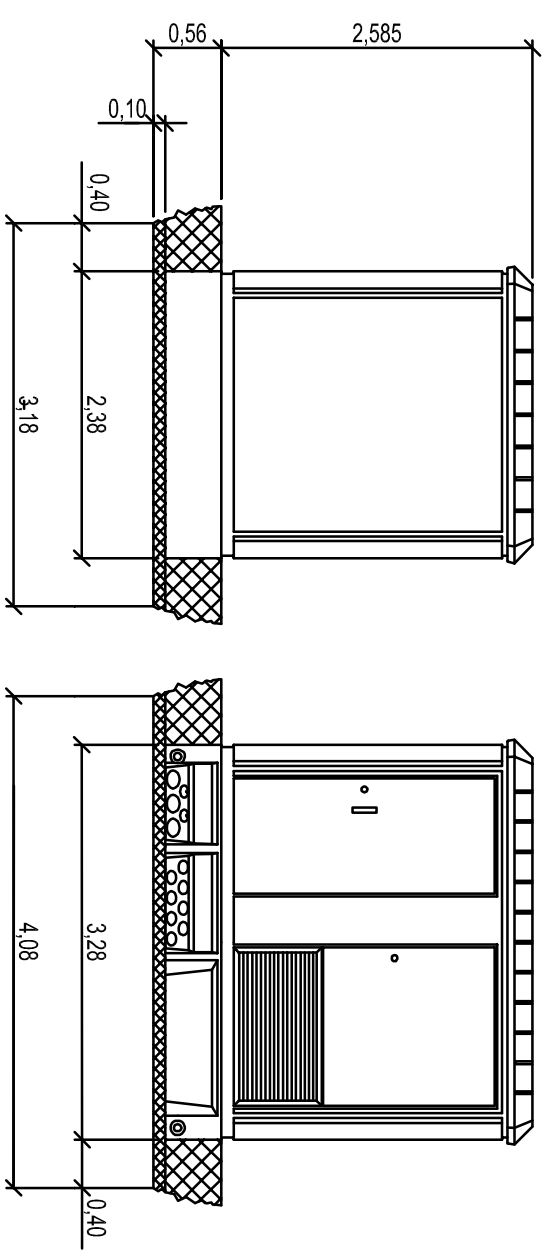
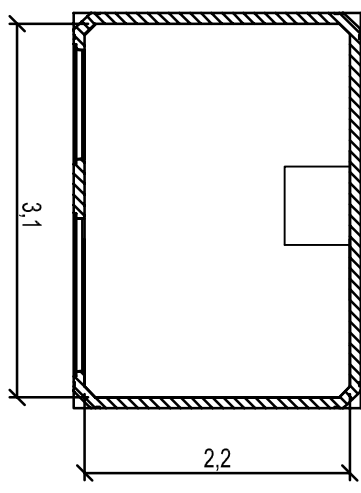
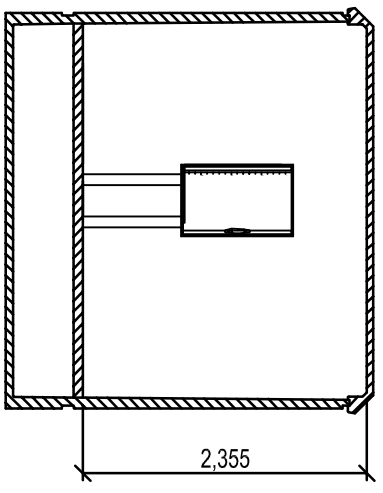
COTAS EN METROS

Fecha	16/04/11	Nombre	Adrián Gasca	Firma	
Dibujado		Comprob.			
Escala:	1:600				
LOCAL C.T.					
Plan:	16				
Hoja:					
Especialidad:	Electricidad				
	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA				



COTAS EN CENTIMETROS

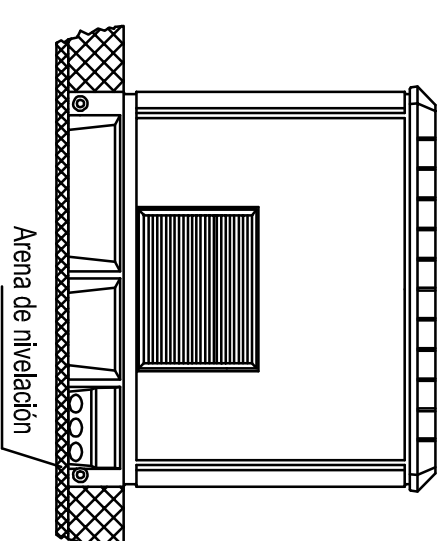
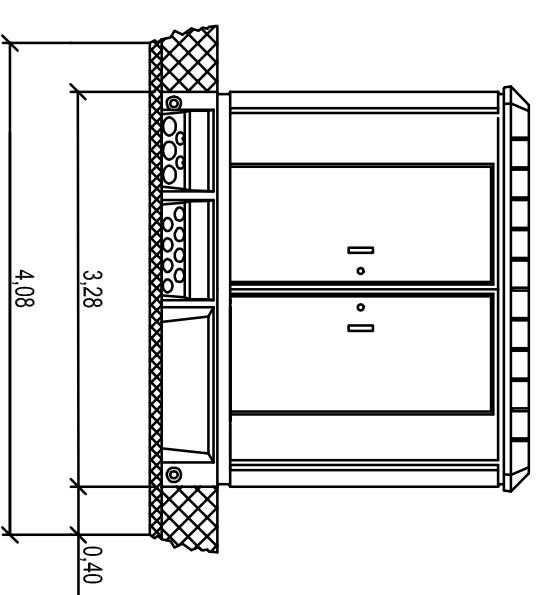
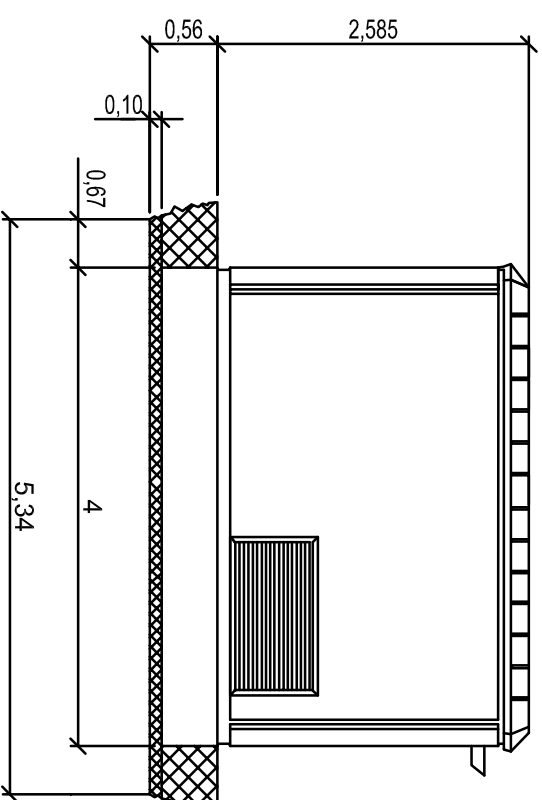
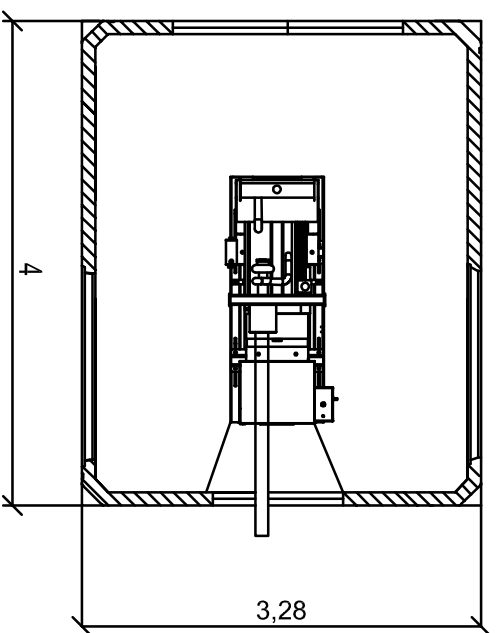
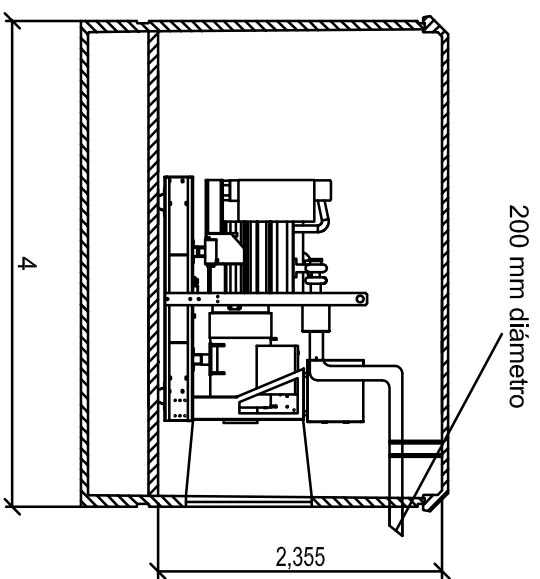
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	09/05/11	Adrián Gasca		
Comprob.				
Escala:	CUADRO B.T.			Plano: 17
1:5				Hoja:
				Especialidad: Electricidad



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
4,08 m ancho x 3,18 m fondo x 0,56 m profundidad

COTAS EN METROS

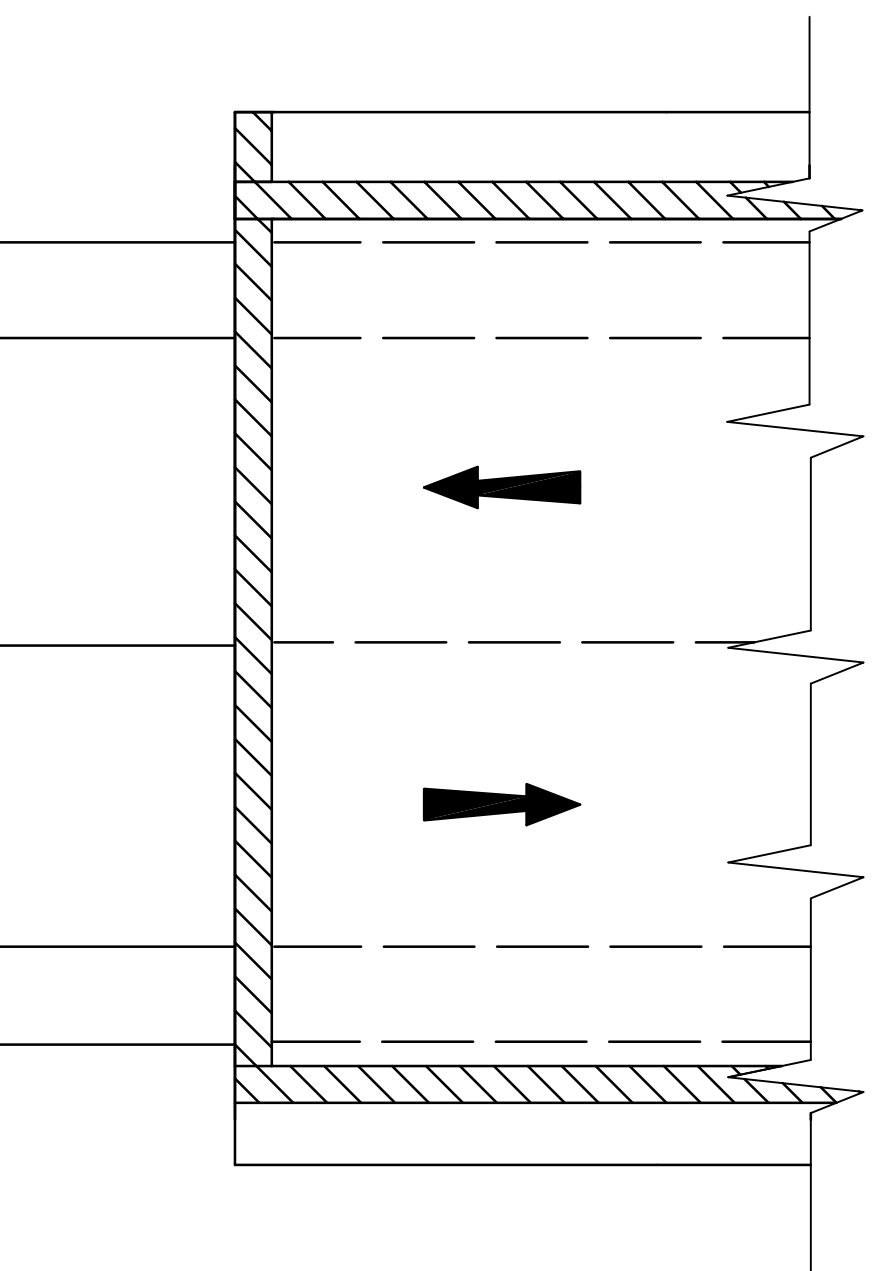
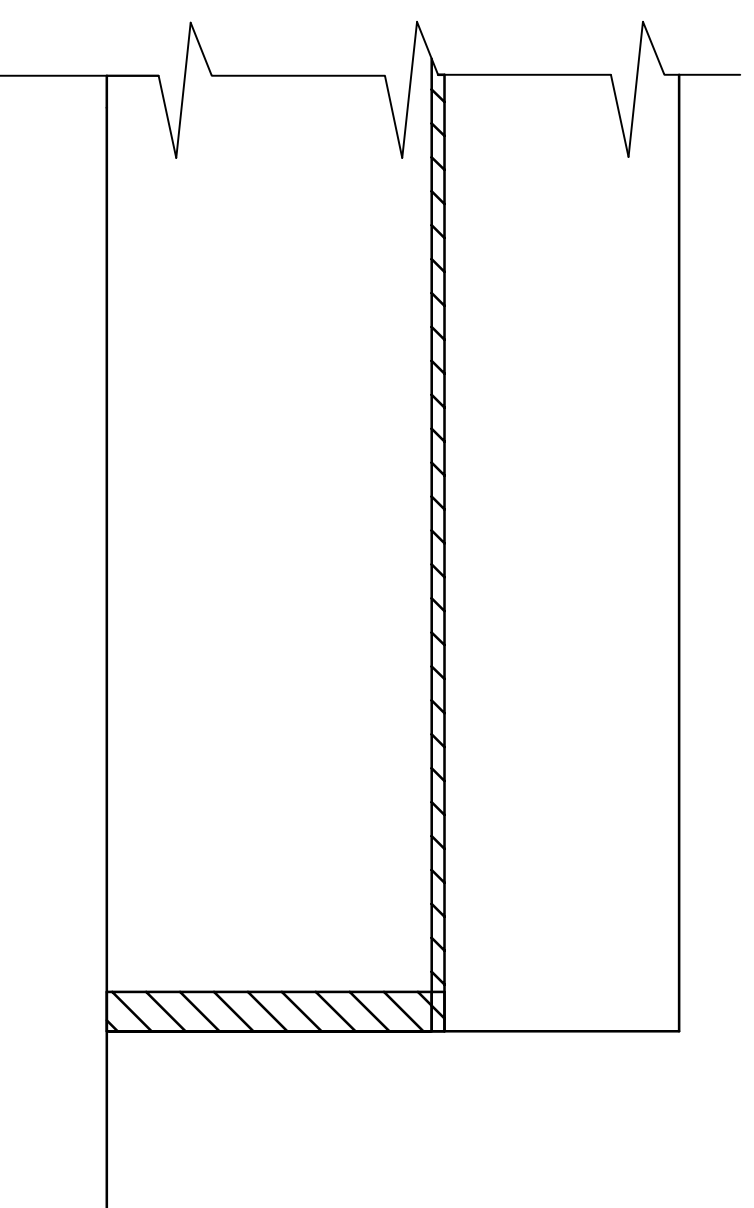
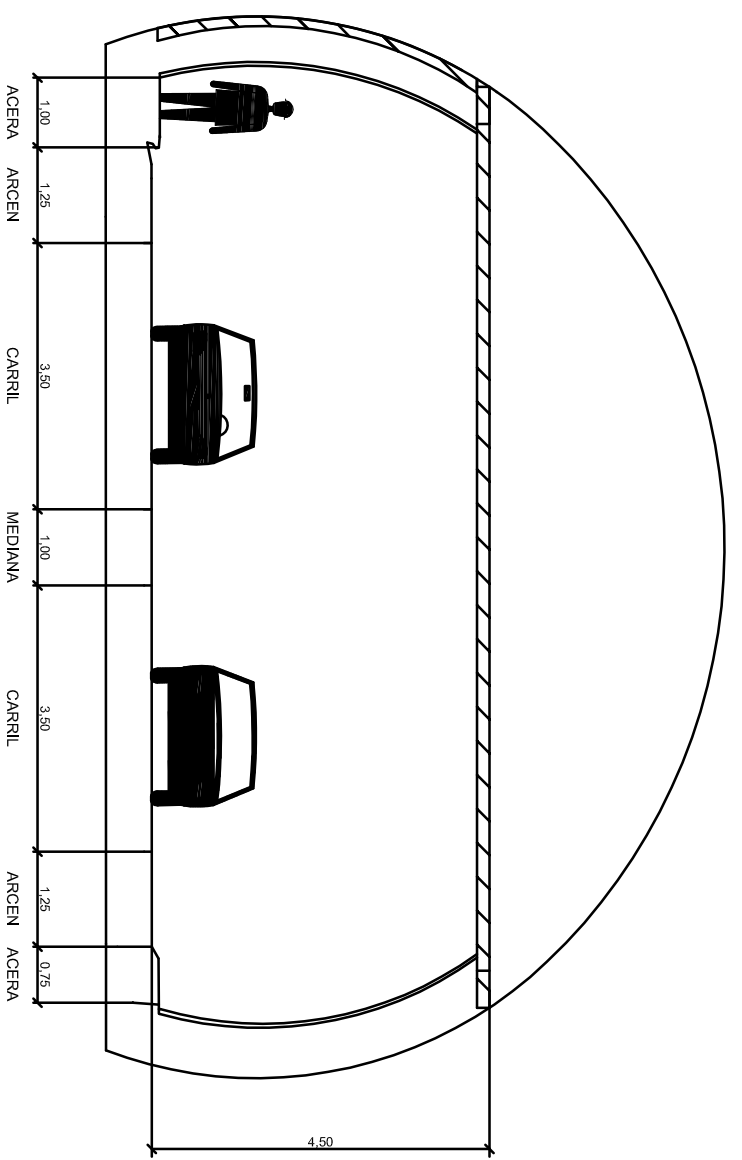
Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
01/05/11	Adrián Gasco		
Dibujado	LOCAL CUADRO B.T.		Plano: 18
Comprob.			Hoja:
Escala:			Especialidad: Electricidad
1:600			




DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
4,08 m ancho x 5,34 m fondo x 0,56 m profundidad

COTAS EN METROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
01/05/11	Adrián Gasca		
Dibujado	LOCAL		
Comprob.	GRUPO ELECTROGENO		
Escala:	Plano: 19		
1:600	Hoja:		
			Especialidad: Electricidad

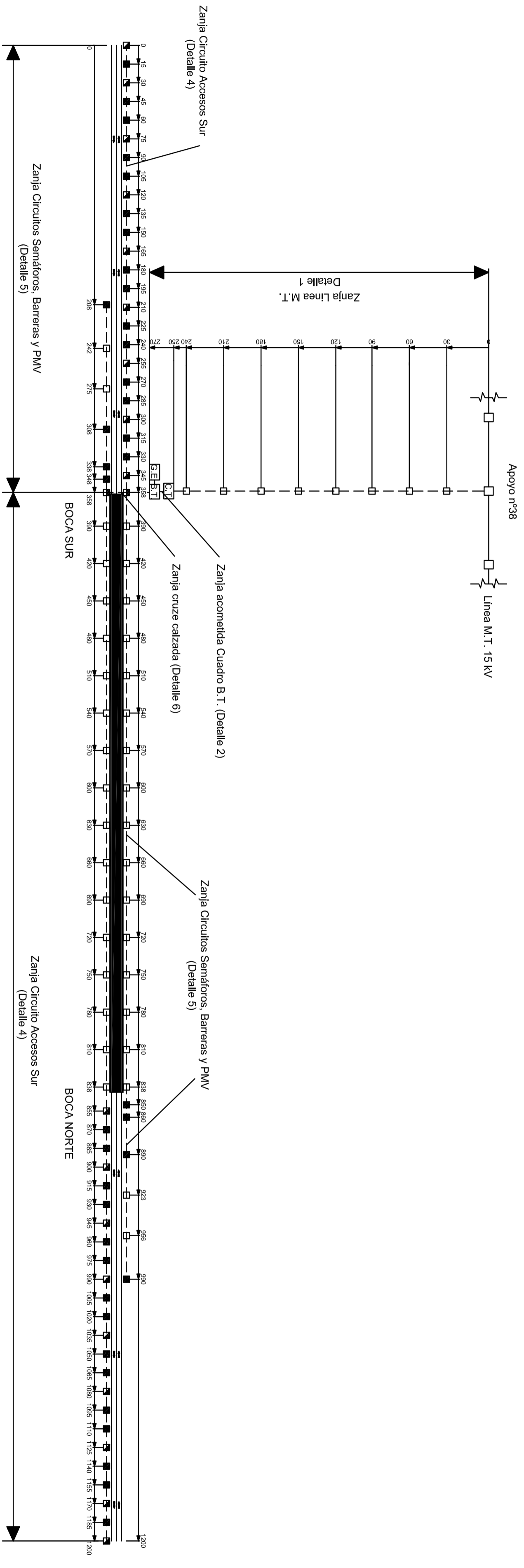


LEYENDA

 BANDEJA

COTAS EN METROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
25/04/11	Adrián Gasca		
Dibujado Comprob.	Escala:		Plano: 20
1:100	BANDEJA		Hoja:
			Especialidad: Electricidad

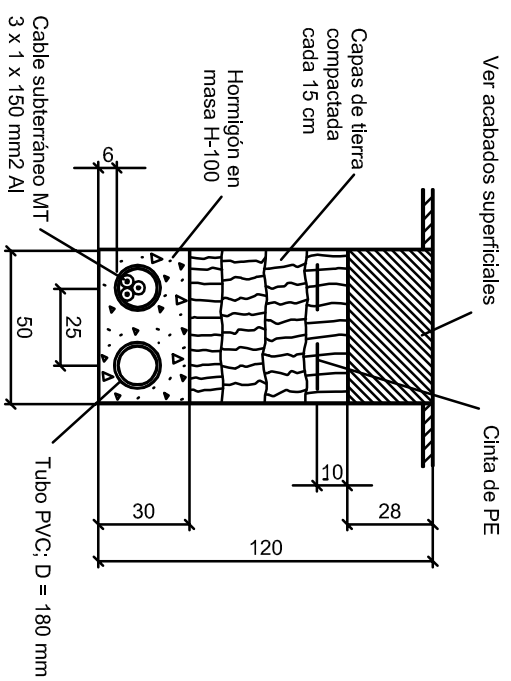


LEYENDA	
<input type="checkbox"/>	Arqueta de paso de conductores
<input checked="" type="checkbox"/>	Arqueta de derivación a punto de luz
<input checked="" type="checkbox"/>	Arqueta de derivación a punto de luz y puesta a tierra
<input checked="" type="checkbox"/>	Arqueta de cruce de calzada
- - - -	Zanja

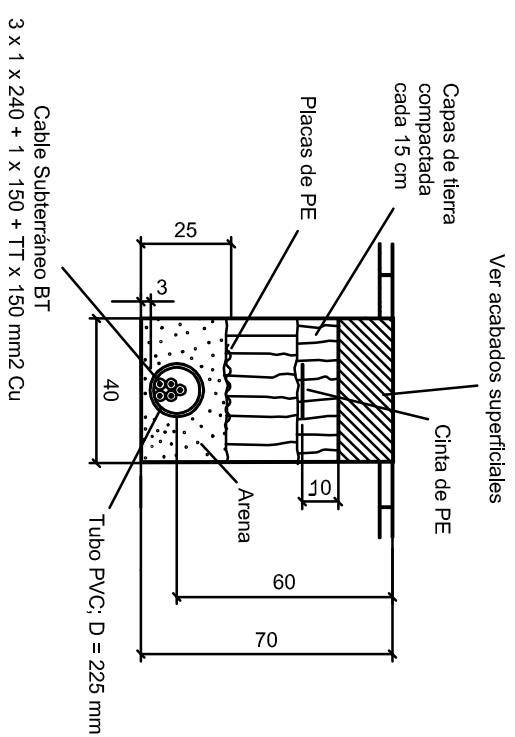
COTAS EN METROS

Nombre	Fecha	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Adrián Gasca	04/05/11		
Comprob.			
Escala:	ZANJAS Y ARQUETAS EN PLANTA		Plano: 21
1:2500			Hoja:
			Especialidad: Electricidad

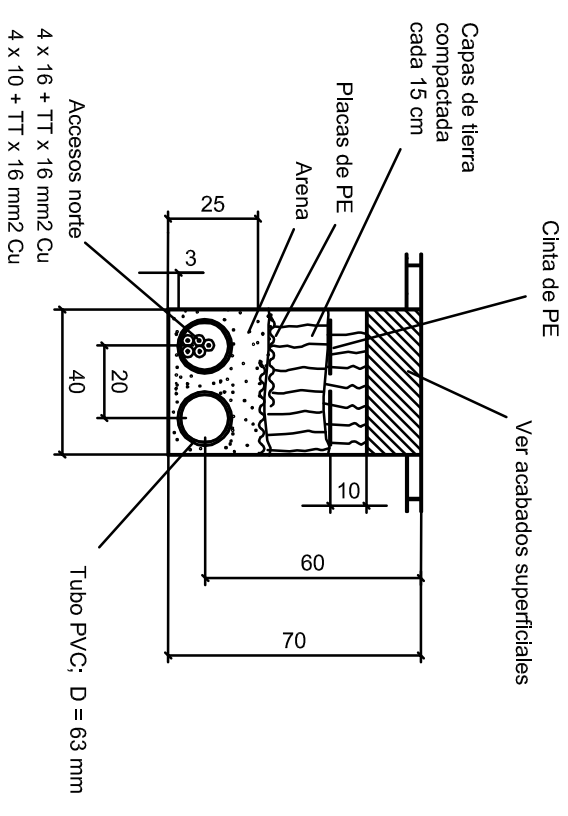
DETALLE 1



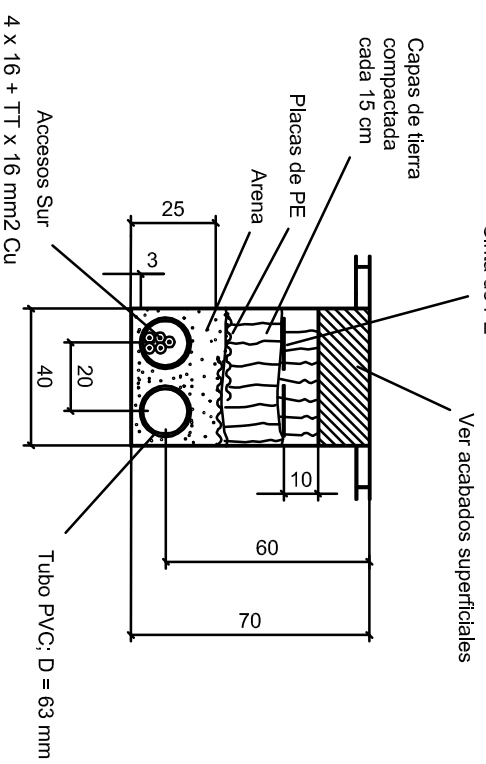
DETALLE 2



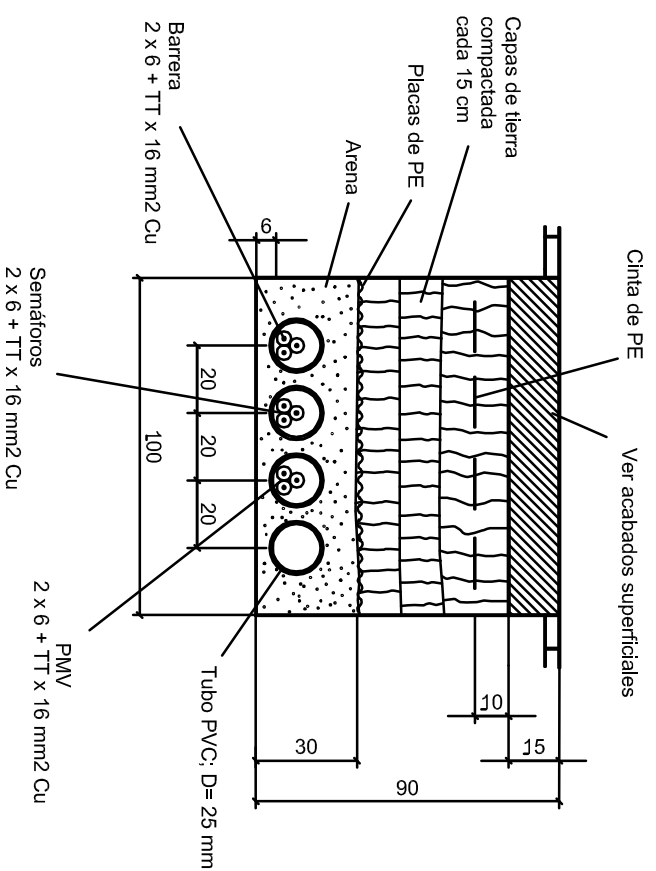
DETALLE 3



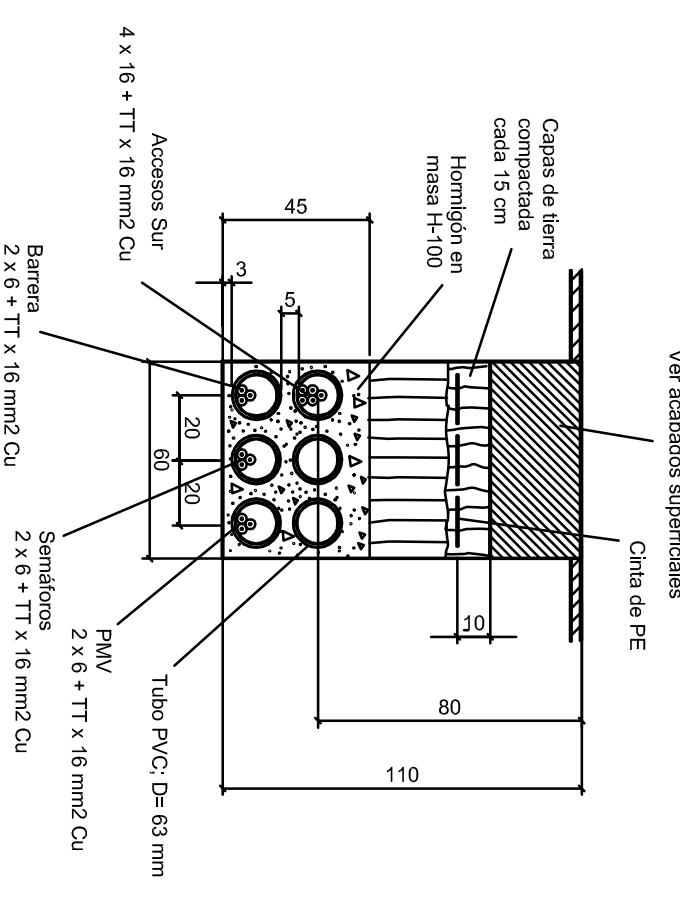
DETALLE 4



DETALLE 5



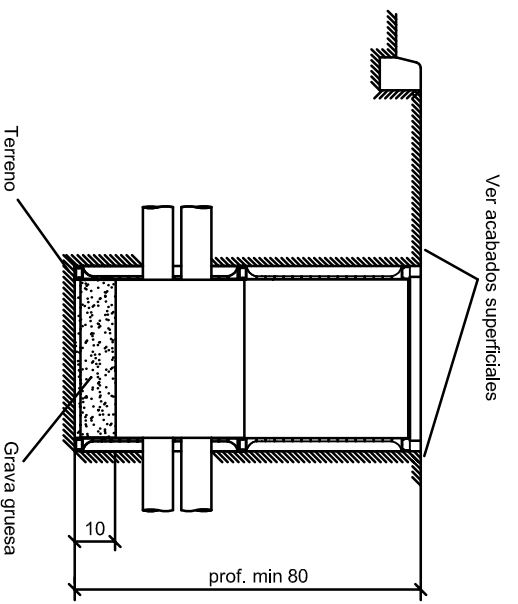
DETALLE 6



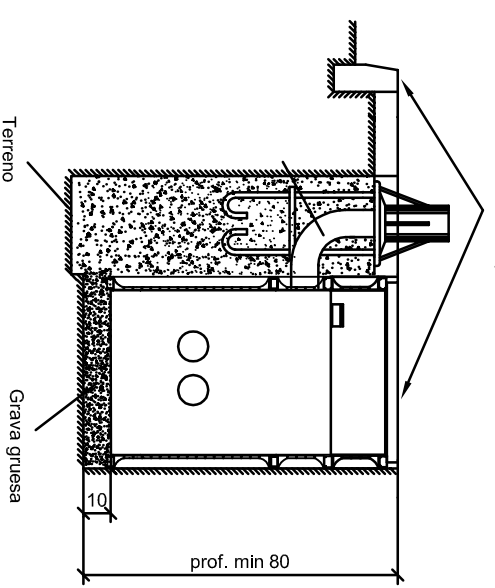
COTAS EN CENTÍMETROS

Fecha	03/04/11	Nombre	Adrián Gasco	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado		Comprob.			
Escal:a:	S/E	DETALLES		Plano:	22
				Hoja:	

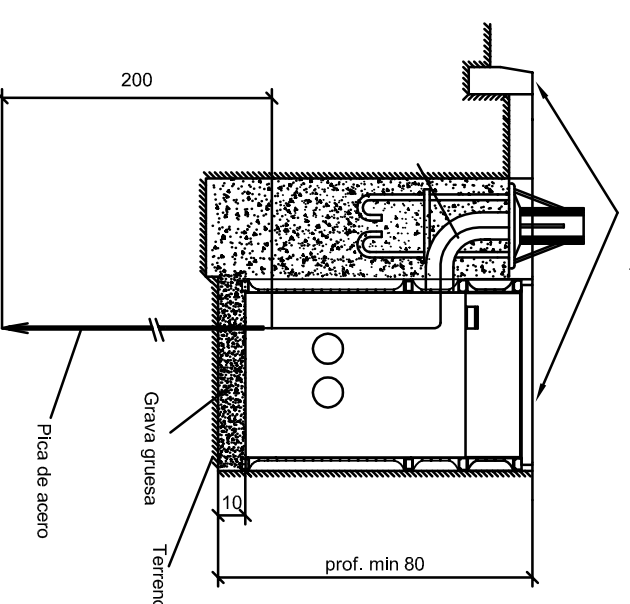
ARQUETA PASO DE CONDUCTORES



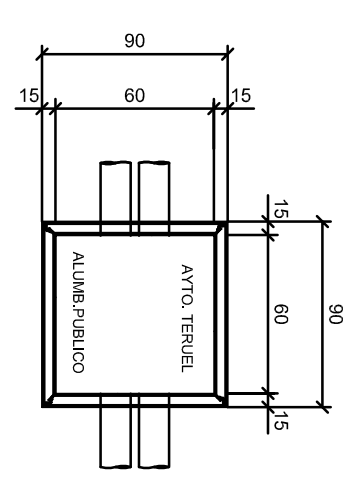
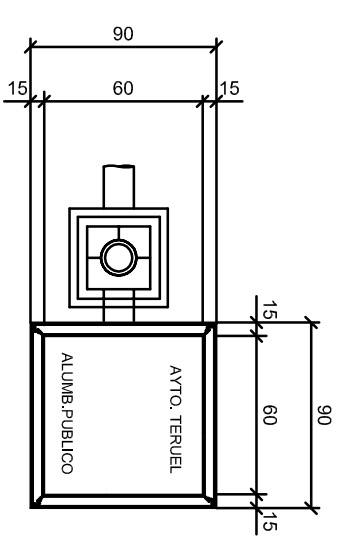
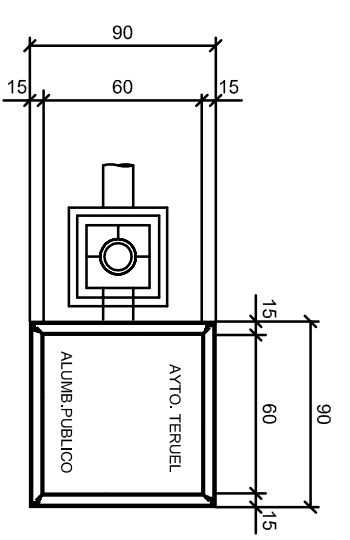
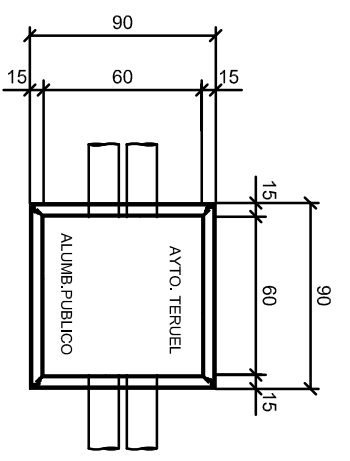
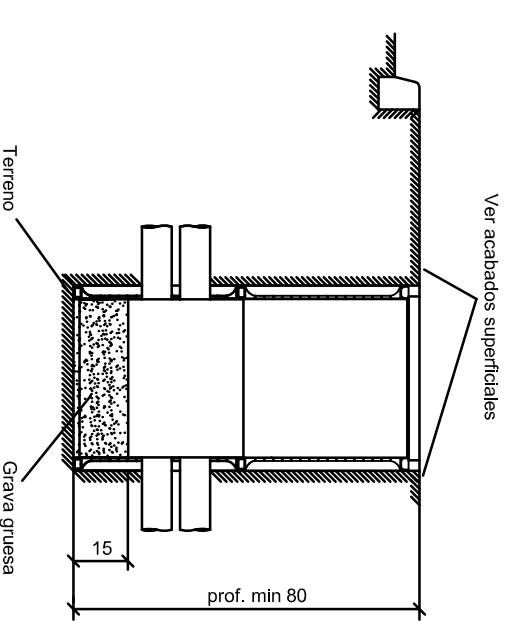
ARQUETA DERIVACIÓN



ARQUETA DERIVACIÓN Y PUESTA A TIERRA



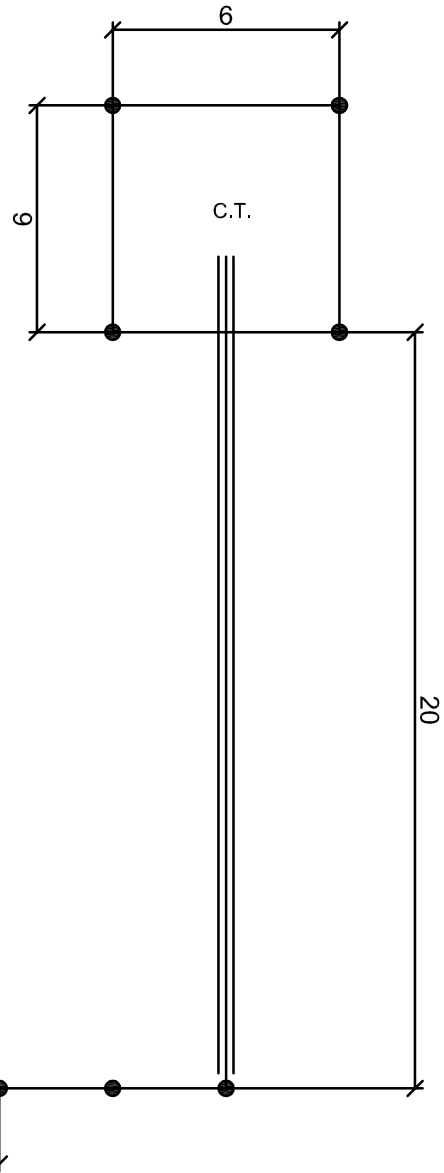
ARQUETA DE CRUZE DE CALZADA



COTAS EN CENTIMETROS

Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
04/05/11	Adrián Gasca		
Dibujado	Comprob.	Escal:a:	Plano: 23
S/E			Hoja:
ARQUETAS			Especialidad:
			Electricidad

Tierra de protección:
 Conductor: Cu desnudo 50 mm²
 Picas: L = 2m; Ø = 14 mm



Tierra de servicio:
 Conductor: Cu aislado 50 mm²
 Picas: L = 2m; Ø = 14 mm

COTAS EN METROS

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	16/04/11	Adrián Gasca		
Comprob.				
Escala:	TIERRAS C.T.			Plano: 24
1:200				Hoja:
				Especialidad: Electricidad