

GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO Y CÁLCULO DE LA
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA
VIVIENDA EN ERANDIO***

Alumna: <Maitane Basanta Corral >

Director: <Garikoitz Buigues Beraza >

Curso: <2017-2018>

Fecha: <16, Junio, 2018>

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN TRILINGÜE Y PALABRAS CLAVE	4
MEMORIA.....	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. CONTEXTO	6
3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	6
4. BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO	6
5. ASPECTOS TEÓRICOS	7
5.1. Descripción de las instalaciones en edificios de viviendas	7
5.2. Cables y conductores	9
5.3. Cálculo de Secciones	13
5.4. Protecciones en las instalaciones eléctricas.....	20
5.5. Instalaciones interiores	34
6. CÁLCULOS.....	52
7. EMPLAZAMIENTO Y SUMINISTRO ELÉCTRICO.....	59
8. DERIVACIÓN INDIVIDUAL	59
9. INSTALACIÓN INTERIOR O RECEPTORA.....	60
10. DESCRIPCIÓN DE TAREAS, FASES, EQUIPOS O PROCEDIMIENTOS.....	61
11. ANALISIS DE ALTERNATIVAS.....	63
12. DIAGRAMA DE GANTT.....	63
13. DESGLOSE DE GASTOS	65
14. CONCLUSIONES	66
ANEXO I.....	67
NORMATIVA APLICABLE.....	67
ANEXO II	69
PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS	69

Índice de Ilustraciones

Ilustración 5. 1	7
Ilustración 5. 2	7
Ilustración 5. 3	8
Ilustración 5. 4	8
Ilustración 5. 5	9
Ilustración 5. 6	12
Ilustración 5. 7	19
Ilustración 5. 8	23
Ilustración 5. 9	25
Ilustración 5. 10	26
Ilustración 5. 11	27
Ilustración 5. 14	29
Ilustración 5. 13	29
Ilustración 5. 15	30
Ilustración 5. 16	30
Ilustración 5. 17	31
Ilustración 5. 18	33
Ilustración 5. 19	34
Ilustración 5. 20	40
Ilustración 5. 21	44
Ilustración 5. 22	45
Ilustración 5. 23	46
Ilustración 5. 24	47
Ilustración 5. 25	48
Ilustración 5. 26	51

Índice de tablas

Tabla 5. 1	11
Tabla 5. 2	12
Tabla 5. 3	14
Tabla 5. 4	15
Tabla 5. 5	16
Tabla 5. 6	20
Tabla 5. 7	26
Tabla 5. 8	27
Tabla 5. 9	34
Tabla 5. 10	35
Tabla 5. 11	35
Tabla 5. 12	36
Tabla 5. 13	36
Tabla 5. 14	36
Tabla 5. 15	38
Tabla 5. 16	39
Tabla 5. 17	42
Tabla 5. 18	42
Tabla 5. 19	43
Tabla 5. 20	49

RESUMEN TRILINGÜE Y PALABRAS CLAVE

Castellano: El objetivo del presente trabajo es el diseño de la instalación eléctrica de una vivienda de electrificación básica.

Siguiendo las normas especificadas en el Reglamento eléctrico de baja tensión. Será necesario elegir los cables y sus dimensiones para garantizar los diferentes criterios de máxima intensidad y máxima caída de tensión. luego se realizará el diseño de los dibujos eléctricos (los circuitos).

Euskera: Lan honen helburua, hasiera batean oinarrizko elektrifikatu instalazio elektrikoa diseinatzea da. Tentsio txikiko erregulazio zehaztutako araei jarraituz. Beharrezkoa izango da kableak eta haien dimentsioa aukeratzea intentsitate maximoa eta gehienez tentsio jaitsieraren irizpideen ezberdinak bermatzeko. Orduan marrazki elektriko (Zirkuitu) diseinua egiten da.

Ingles: The main goal of this project is to perform the design and calculation of the electrical installation of the house.

Following the regulations specified in the Electrical Regulation of Low Voltage. it will be necessary to make the choice of cables as well as their dimensions to ensure the different criteria of maximum intensity and maximum voltage drop. then the design of the electrical drawings (the circuits) will be carried out.

Palabras clave: Instalación, electricidad, líneas, protección, vivienda

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas tienen algunos elementos específicos que las caracterizan respecto a otros tipos de instalaciones como puedan ser de una industria o de un edificio comercial.

En este trabajo se expone una propuesta de diseño para la instalación eléctrica de una vivienda con grado de electrificación básico.

2. CONTEXTO

Las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas se caracterizan, respecto a otros tipos de instalaciones, porque su configuración, componentes y características están perfectamente definidas y normalizadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Sin embargo, comparten, muchos conceptos de diseño comunes, como el cálculo de secciones de las líneas o la selección de protecciones.

Por lo tanto, durante el desarrollo del proyecto se explicará punto por punto como se ha decidido que sean cada una de las partes de la instalación eléctrica, y las instrucciones que deben seguirse para su correcto montaje.

3. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

De esta forma, el objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado es llevar a cabo el diseño (desde cero) de la instalación eléctrica de una vivienda, con un grado de electrificación básico, para lo que será necesario analizar las diferentes opciones existentes, así como las condiciones normativas que establecen hoy en día los diferentes textos reglamentarios.

El alcance del proyecto propuesto abarca desde la elección de los cables adecuados y su forma de instalación, hasta la elección de los elementos de protección que garanticen, por un lado, la integridad de la propia instalación y sus elementos y, por otro, la seguridad de las personas que utilizan o conviven con la instalación eléctrica.

4. BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO

Los beneficios que se obtienen con el presente trabajo permiten observar las diferencias entre el diseño de una vivienda real y la proyectada por el alumno. Definiendo así las características y normativas que la instalación debe cumplir. El alumno deberá hacer un estudio de las cargas y aparatos previstos para conectar, para no sobrepasar la potencia máxima. Todo ello aplicando los conocimientos obtenidos a lo largo del grado.

5. ASPECTOS TEÓRICOS

5.1. Descripción de las instalaciones en edificios de viviendas

Las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas se caracterizan, porque su configuración, componentes y características están perfectamente definidas y normalizadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Según este reglamento la instalación eléctrica de un edificio de viviendas se compone de los siguientes elementos.

Según la instrucción ITC-BT-11, la acometida es la parte de la red de distribución que alimenta a la Caja General de Protección. La Caja General de Protección aloja los elementos de protección (fusibles) de la línea o líneas generales de alimentación (LGA), las cuales alimentan al cuadro de contadores (CC). La CGP se instala usualmente en la fachada exterior del edificio.

A la entrada del (CC) se sitúa un Interruptor General de Maniobra (IGM) que permite desconectar toda la instalación en caso necesario.

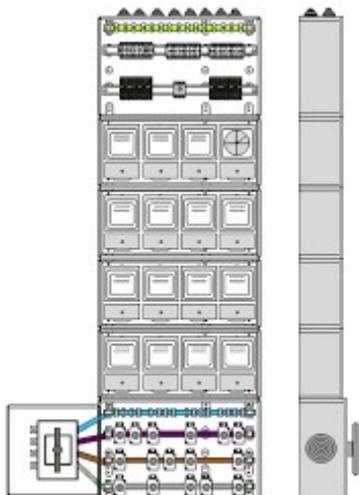


Ilustración 5. 1



Ilustración 5. 2

Para alimentar a cada una de las viviendas del edificio se utiliza una línea que sale de la centralización de contadores y que se denomina derivación individual (DI).

La derivación individual comprende, por tanto, tanto el interruptor de control de potencia como los dispositivos generales de mando y protección de cada usuario (básicamente interruptor diferencial e interruptores magneto térmicos) que protegen a las diferentes líneas de la instalación del usuario.

El REBT establece dos posibles esquemas para las instalaciones de enlace dependiendo de que los contadores se encuentren centralizados en un único lugar o en varios sitios.

Aquí se muestra el esquema de las instalaciones de enlace para varios usuarios con contadores de forma centralizada en un lugar.

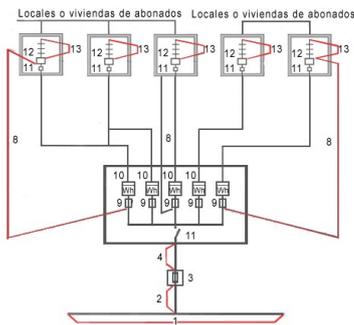


Ilustración 5. 3

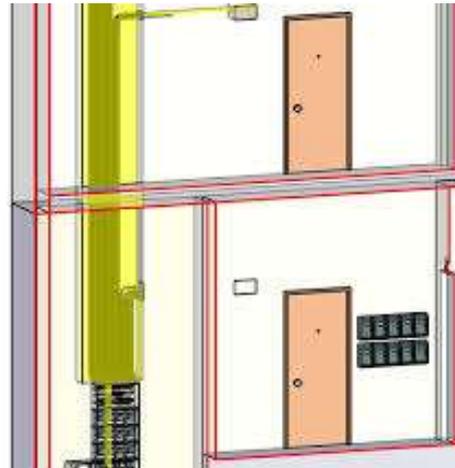


Ilustración 5. 4

Además de los consumos propios de cada vivienda, un edificio de viviendas incluye una serie de consumos eléctricos que son comunes a todos los propietarios del edificio. Se consideran servicios generales de un edificio a los siguientes consumos eléctricos:

- Ascensores
- Centrales de calor y frío
- Grupos de presión
- Alumbrado del portal, caja de escalera, alumbrado auxiliar y espacios comunes

Para alimentar a estos servicios generales, se dispone de una línea específica que sale de los correspondientes contadores de energía trifásicos que se sitúan de forma separada en el local destinado a centralización de contadores y que alimenta a un cuadro de protección de los servicios generales.

Por último es importante hacer referencia a la puesta a tierra del edificio que asegure la actuación de las protecciones correspondientes en caso de aparición de contactos peligrosos.

5.2. Cables y conductores

De manera general, los cables de baja tensión están formados por los siguientes componentes:

- Conductor
- Aislante
- Protecciones



Ilustración 5. 5

5.2.1. Cables de tensión asignada hasta 450/750V

Resulta imprescindible adoptar una nomenclatura normalizada para designar los diferentes tipos de cables. No existe un código único sino que se adoptan designaciones en función de la tensión de aislamiento del cable.

Se nombran conforme las especificaciones de la norma UNE 20434. La nomenclatura de los cables comprende una serie de símbolos que, según su posición, tienen un determinado significado. Ver tabla.

5.2.2. Parámetros esenciales en la elección de un cable

En la práctica los atributos que son necesarios determinar en la fase de diseño son:

- La tipología del cable, si se trata de unipolares o multipolares.
- El tipo de aislamiento empleado para recubrir las partes activas y su comportamiento frente a incendios.
- El material conductor y su grado de flexibilidad
- La tensión de aislamiento o tensión a partir de la cual no está garantizada la integridad del material dieléctrico.

El aluminio es el que predomina en las instalaciones de transporte y distribución por su mayor ligereza y su bajo coste, y tiene escasa aplicación en las instalaciones de interior. Así, el cobre es el conductor dominante en las instalaciones de viviendas.

La flexibilidad es otro parámetro importante a tener en cuenta. La norma UNE-EN 60228 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor, tanto de cobre como de aluminio. Estas son:

- Clase 1 :Conductor rígido de un solo alambre (-U)
- Clase 2 :Conductor rígido de varios alambres cableados(-R)
- Clase 5 :Conductor flexible de varios alambres finos.(-K)
- Clase 6 :Conductor extra-flexible para usos móviles (-H)

Parte	Elementos Componentes	Símbolo y Significado
1	Normalización	H Cable conforme normas armonizadas
		Cable no armonizado
	Tensión asignada U_0/U	03 300/300 V
		05 300/500 V
07 450/750 V		
2	Aislamiento y/o Cubierta	B Goma de etileno-propileno. Temperatura servicio 60° C
		N Policloropreno o equivalente
		R Goma de etileno propileno ordinario o elastómero equivalente. Temperatura servicio 60° C
		V Policloruro de vinilo ordinario
		Z Compuesto reticulado a base de poliolefina, conteniendo un bajo nivel de emisión de gases corrosivos, siendo adecuado para su utilización en cables, que cuando se queman, su emisión de humos es muy baja
		Z1 Compuesto termoplástico a base de poliolefina, conteniendo un bajo nivel de emisión de gases corrosivos, siendo adecuado para su utilización en cables, que cuando se queman, su emisión de humos es muy baja
	Elementos Constructivos Especiales	Ningún símbolo Cable circular
		H Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse
		H2 Cables planos cuyos conductores aislados no pueden separarse
	Material Conductor	Ningún símbolo Cobre
-A Aluminio		
Formación del conductor	-F Conductor flexible de un cable flexible (flexibilidad correspondiente a la clase 5 de la norma UNE-EN 60228)	
	-H Conductor extraflexible de un cable flexible (flexibilidad correspondiente a la clase 6 de la norma UNE-EN 60228)	
	-K Conductor flexible de un cable para instalaciones fijas (a no ser que se indique otra cosa, la flexibilidad debe corresponder a la clase 5 de la norma UNE-EN 60228)	
	-R Conductor rígido, de sección circular, de varios alambres conductores	
	-U Conductor rígido, de sección circular, de un sólo alambre	
3	Número de conductores y su sección nominal	Número Número, n, de conductores aislados
		X Signo de multiplicación, en ausencia de un conductor aislado amarillo/verde
		G Tiene el significado de multiplicación, cuando existe un conductor aislado amarillo/verde
		Número Sección nominal, s, del conductor en mm^2

Tabla 5. 1

-Tipología del cable

- Cable unipolar: Un único conductor con su correspondiente recubrimiento aislante.
- Cable multipolar: Varios conductores con sus cubiertas aislantes que se reúnen con una cubierta adicional común.

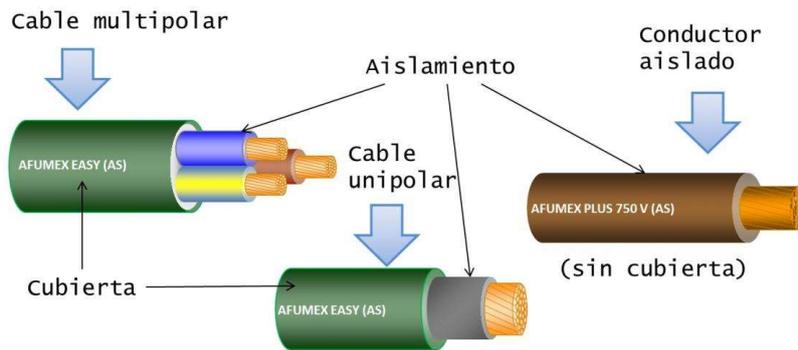


Ilustración 5. 6

-Tensión de aislamiento mínima

El espesor de los cables debe estar calibrado para una determinada tensión de aislamiento o diferencia de potencial que es capaz de soportar sin que se produzca su perforación. Por motivos de seguridad, el REBT establece unos valores mínimos de este parámetro para cada uno de los elementos de las instalaciones eléctricas.

	LGA	Contadores	DI	Circuitos interiores	Circuitos generales
Valor	0,6/1kV	450/750kV	450/750kV	450/750kV	variante
Normativa	ITC-BT-14	ITC-BT-16	ITC-BT-15	ITC-BT-26	ITC-BT-20

Tabla 5. 2

5.2.3. Sistemas de instalación

Existen infinidad de posibilidades, las cuales se recogen en la ITC-BT-20:

- Conductores aislados bajo tubo: Los conductores se alojan en el interior del tubo.
- Tubos en canalización empotradas.
- Tubos en canalización fijas en superficie.
- Canalizaciones aéreas.
 - Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes: En este caso se emplean cables de tensión asignada mínima 0,6/1 kV provistos de aislamiento y cubierta que se fijan en las paredes mediante bridas.
 - Conductores aislados enterrados.
 - Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.
 - Conductores aéreos.
 - Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
 - Conductores aislados bajo canales protectoras
 - Conductores aislados bajo molduras.
 - Conductores aislados en soporte de bandeja.
 - Canalizaciones eléctricas prefabricadas.

5.3. Cálculo de Secciones

El cálculo de la sección de los conductores constituye una pieza fundamental del diseño de una instalación eléctrica. Las dimensiones escogidas han de ser capaces de soportar intensidades de corriente para las que ha sido concebida la instalación, garantizando la seguridad y el funcionamiento de los receptores a lo largo de su vida. De ahí que se establezcan unos valores de sección mínimos reglamentarios que nunca deben rebasarse.

De forma previa a cualquier cálculo debe haberse decidido el tipo de cable que se va a emplear, sus características esenciales y su forma de instalación, partiendo de las consideraciones expuestas en apartados anteriores. Los criterios más empleados en el dimensionado de las instalaciones eléctricas son:

- Intensidad máxima admisible o criterio térmico en régimen permanente.
- Caída de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Intensidad de cortocircuito.
- Esfuerzos electromecánicos a los que pueden someterse los conductores.
- Económico, que resulta de confrontar el coste de las pérdidas con el de la inversión en una mayor sección.

De todos esos criterios, el de intensidad máxima admisible y el de caída de tensión son reglamentarios para la selección de secciones en instalaciones interiores en baja tensión.

5.3.1. Cálculo de secciones por Intensidad Admisible

Los materiales conductores poseen una pequeña resistencia eléctrica, esto hace que se genere en su interior un calor Q , el cual es evacuado al exterior a través de la superficie aislante y el resto se acumula en el interior del cable contribuyendo al aumento de temperatura tanto del conductor como del aislante.

La tabla siguiente muestra los límites de temperatura para los aislantes más comunes:

Aislamiento	Limite de T°
Polietileno reticulado(XLPE) y Etileno propileno (ERP)	90°C
Policloruro de vinilo (PvC)	70°C
Mineral(con cubierta)	70°C
Mineral (desnudo)	105°C

Tabla 5. 3

Limitar la temperatura de los aislantes es equivalente a acotar el paso de la intensidad a un valor máximo por encima del cual no está garantizada ni la seguridad ni la integridad del cable. Por este motivo, se han creado las tablas de intensidad admisible que reflejan los valores máximos de corriente que debe circular a través de cada sección normalizada de los distintos cables en unas ciertas condiciones de instalación.

A lo largo del REBT aparecen algunas de estas tablas, concretamente en las ITC-BT-06 y ITC-BT-07 empleadas para el cálculo de líneas de distribución de baja tensión, y en la ITC-BT-19 que se aplica en el diseño de instalaciones de enlace e interiores. La última de ellas ha sido extraída de la UNE 20460-5-523.

En la práctica la mayoría de las instalaciones eléctricas de baja tensión utilizan sistemas de instalación de referencia y cables con aislamientos plásticos. Por otro lado, en España, debe adoptarse una temperatura estándar de 40 °C. Por ello, en el anexo A de la norma UNE 20460-5-523:2004 aparece la tabla A.52-1 bis como simplificación de todas las demás tablas. La cual se muestra a continuación.

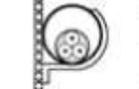
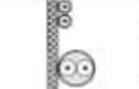
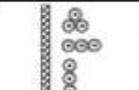
Instalación de referencia		
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G

Tabla 5. 5

La sección mínima válida será la primera que satisfaga la expresión:

$$I_b \leq I_z$$

Siendo I_z : Intensidad máxima admisible del conductor o valor tabulado (A).

I_b : Intensidad transportada por la línea (A).

Existen dos formas de establecer la intensidad de trabajo: o bien a partir de la potencia eléctrica demandada, o bien porque existe una protección predefinida que limita la circulación de corriente.

Formulas de cálculo de la intensidad a partir de la potencia alimentada.

$$I_b = \frac{P}{V \times \cos\varphi} \quad \text{Monofásico} \quad I_b = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times \cos\varphi} \quad \text{trifásico}$$

Siendo:

- I_b : Intensidad de línea en amperios.
- P : potencia máxima prevista (W).
- V : Tensión nominal.
- $\cos\phi$: Factor de potencia estimado o conocido de la carga.

En condiciones diferentes del estándar

Puesto que sería inmanejable disponer de tantas tablas específicas como combinaciones de instalación posibles, lo que se hace es utilizar las tablas existentes para las condiciones estándar y obtener la intensidad admisible para una situación particular aplicando el Factor de corrección. De tal manera que:

$$I'z = Iz \times FC$$

Siendo $I'z$ intensidad máxima admisible en las circunstancias actuales, en amperios.

Estos factores de corrección se encuentran tabulados.

5.3.2. Cálculo de secciones por Caída de Tensión

Al circular la corriente eléctrica a través de un material conductor se produce una pérdida de energía potencial o caída de tensión. Para garantizar el funcionamiento correcto y la seguridad de los receptores, esta caída de tensión debe estar acotada. Consecuentemente, de forma reglamentaria se establece un máximo admitido en cada caso. Aplicar este criterio en el diseño de la instalación, supone cumplir:

$$v(\%)_{linea} \leq v(\%)_{limite}$$

El límite de caída de tensión para instalaciones interiores lo establece el REBT.

La caída de tensión producida en la línea ($v(\%)$ límite), tras escoger el tipo de cable que se va a utilizar en la instalación y conocida su longitud, depende exclusivamente de la sección del conductor. Para poder determinar este valor de sección mínima se debe partir de un modelo del conductor y aplicar unas expresiones para el cálculo de la caída de tensión. Existen diferentes maneras de abordar el problema.

- Método general

Este método consiste en realizar la comprobación de que con la sección escogida por el criterio de intensidad admisible, la caída de tensión producida en la línea es inferior al límite reglamentario. De no ser así, se va aumentando sección y realizando la verificación paulatinamente hasta encontrar un valor con el que se cumpla el requisito.

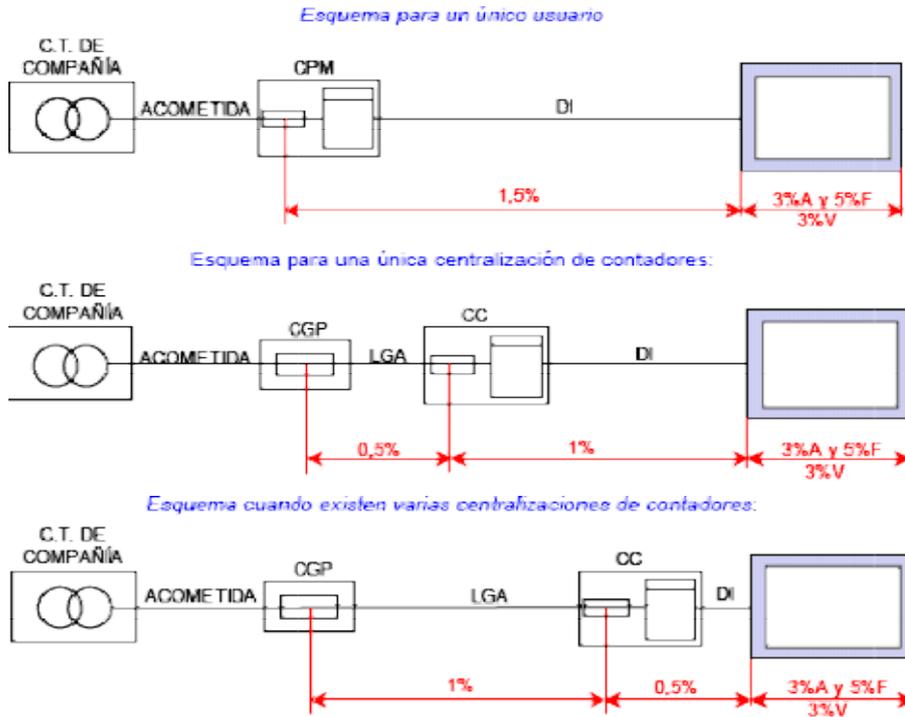


Ilustración 5. 7

- Método simplificado

El método general puede abreviarse y plantearse como un método directo de cálculo y no comprobatorio si se adopta el supuesto de que el conductor se encuentra a la máxima temperatura de servicio admitida por el tipo de aislante que lo recubre.

Sección por caída de tensión en una línea monofásica

$$S = 2 \times \frac{P \times L \times \rho \theta_{max}}{e \times V}$$

Sección por caída de tensión en una línea trifásica

$$S = \frac{P \times L \times \rho \theta_{max}}{e \times V}$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm^2)

$\rho_{\theta max}$: Resistividad del conductor a la máxima temperatura de servicio en ohmios por milímetro cuadrado partido metro ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

L: Longitud del conductor en metros (m)

V: Tensión nominal de la línea en voltios (V)

e: Caída de tensión máxima admisible en términos absolutos, en voltios (V)

α : Coeficiente de variación de la resistividad del material con la temperatura.

$$e = \frac{v(\%) \text{ limite}}{100} \times V$$

Material	α	$\rho_{20}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{70}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{90}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$
Cu	0,00392	0,018	0,021	0,023
Al	0,00403	0,029	0,038	0,036

Tabla 5. 6

Los valores deducidos mediante estas expresiones deben redondearse a la sección normalizada superior. Hay situaciones en las que esta aproximación conservadora puede llevar a escoger una sección superior a la necesaria con lo que el coste de la instalación se ve afectado. Estas se producen cuando concurren las siguientes circunstancias:

- La sección obtenida por caída de tensión excede ligeramente un valor normalizado y al redondear se adopta la inmediatamente superior.
- El criterio de caída de tensión prevalece sobre el criterio de intensidad admisible.

En estos casos conviene realizar el cálculo exacto de la resistividad del conductor para comprobar si la sección normalizada ligeramente excedida resultaría válida.

5.4. Protecciones en las instalaciones eléctricas

5.4.1. Introducción

Toda instalación eléctrica debe disponer de una serie de elementos de protección que garanticen, por un lado, la integridad de la propia instalación y sus elementos y, por otro, la seguridad de las personas que utilizan o conviven con la instalación eléctrica. Las averías o defectos que pueden poner en riesgo tanto la instalación como a sus usuarios son las siguientes:

- **Sobreintensidades.** Son corrientes superiores al valor nominal de las líneas por donde circulan. Se producen por dos causas: cortocircuitos y sobrecargas.
 - **Sobreintensidades por cortocircuito.** Se denomina cortocircuito a la conexión accidental de dos puntos de un circuito que se encuentran a diferente potencial.
 - **Sobreintensidades por sobrecarga.** Son corrientes superiores al valor nominal de las líneas por donde circulan ocasionadas por un exceso de demanda o por defectos de aislamiento.
- **Defectos de aislamiento.** Consisten en fallos del aislamiento existente entre partes de la instalación que normalmente se encuentran a diferente tensión. En el caso de fallar el aislamiento entre partes activas se produce un cortocircuito mientras que si el fallo es entre una parte activa y una masa puede dar lugar a un contacto indirecto. El contacto indirecto se producirá en el caso de que una persona toque la masa que supuestamente no está sometida a tensión pero que a causa del fallo queda en contacto con alguna de las fases de la instalación.
- **Sobretensiones.** Son tensiones superiores a los valores nominales de la instalación y que se producen a consecuencia de diversos fenómenos como son la caída de rayos en las líneas eléctricas que alimentan la instalación, la realización de maniobras en la red y desconexión de transformadores.

Los dispositivos de protección que se pueden utilizar reglamentariamente (según REBT) son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados.
- Interruptores automáticos magneto térmicos.
- Interruptores diferenciales.
- Limitadores de sobretensión.

El proyecto de una instalación eléctrica debe incluir, por tanto, el cálculo y selección de los dispositivos de protección de la instalación.

5.4.2. Protección frente a sobrecorrientes

En lo que se refiere a la protección frente a sobrecargas, la norma UNE 20460-4-433 establece las siguientes condiciones:

- (a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- (b) $I_2 \leq 1,45I_z$

Donde:

I_b : Es la intensidad utilizada en el circuito.

I_z : Es la intensidad admisible de la canalización.

I_n : Es la intensidad nominal del dispositivo de protección.

I_2 : Es la intensidad que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección

La primera condición permite seleccionar el calibre del dispositivo I_n del (fusible o interruptor automático) a partir de la intensidad de diseño del circuito I_b y de la intensidad admisible de la línea que se pretende proteger I_z .

En lo que respecta a la protección frente cortocircuitos, la norma UNE 20460-4-434 establece las siguientes condiciones:

$$(c) I_{ccmax} \leq I_{cn} = \text{Poder de corte}$$

El poder de corte del dispositivo de protección debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado.

(d) El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores al límite admisible.

1. Fusibles

El fusible es un dispositivo de protección que tiene como misión abrir el circuito en el que está instalado, por fusión de uno o varios elementos destinados y diseñados para tal fin, cortando la corriente cuando esta sobrepasa un determinado valor durante un cierto tiempo.



Ilustración 5 .8

Los parámetros que caracterizan un fusible según la norma UNE-EN 60269 son los indicados a continuación:

- In: Corriente asignada.
- If: Corriente convencional de fusión.
- Icn : Poder de corte.
- Tensión asignada.
- Característica tiempo- corriente.

Los fusibles utilizados en las instalaciones de baja tensión se clasifican atendiendo a dos criterios: características de funcionamiento y empleo y forma constructiva.

A continuación se muestran las clases más usadas:

Según su funcionamiento

- gG: designa los cartuchos fusibles para uso general que pueden cortar todas las corrientes.
- gM: designa los cartuchos fusibles para la protección de circuitos de motores y que pueden cortar todas las corrientes.
- aM: designa los cartuchos fusibles para la protección de circuitos de motores y que no pueden cortar más que una parte de las corrientes.

Según su forma constructiva

- Cartucho fusible NH(cuchillas)
- Cartucho fusible cilíndrico
- Fusible Neozed

En la Caja General de Protección se usan habitualmente fusibles de cuchillas (NH) mientras que en la Centralización de Contadores se usan fusibles tipo cilíndrico o Neozed.

-Selección de fusibles tipo gG

Para seleccionar el fusible adecuado a cada aplicación se deben cumplir las cuatro condiciones indicadas anteriormente.

La cuarta condición establece la condición de protección durante un cortocircuito de la línea a proteger. En el caso de fusibles, la protección queda asegurada si se cumplen las dos condiciones siguientes:

$$(d1) \quad I_s > I_{f5}$$

$$(d2) \quad I_{ccmin} > I_{f5}$$

Donde:

I_s es la intensidad de cortocircuito admisible para la línea protegida. Máxima intensidad que pueden soportar, sin deteriorarse, los cables durante 5seg.

I_{f5} es la intensidad mínima que debe motivar la actuación del fusible en un tiempo igual o inferior a 5 segundos.

I_{ccmin} es el valor eficaz de la mínima corriente de cortocircuito que puede generarse aguas abajo del fusible.

Esta condición establece que, ante un cortocircuito, el fusible debe actuar antes de 5 segundos.

2. Interruptores automáticos e interruptores magnetotermicos

Un interruptor automático es un dispositivo electromecánico que protege tanto frente a sobrecargas como frente a cortocircuitos pero que, a diferencia de los fusibles, ofrece reconexión manual.

Dispone, al menos, de tres sistemas de desconexión o disparadores, uno manual, un segundo llamado disparador térmico y un tercero llamado disparador electromagnético o, simplemente, magnético.

El disparador térmico basa su funcionamiento en el uso de una lámina bimetálica constituida por dos metales de diferente coeficiente de dilatación. Al calentarse la

lámina se curva provocando el disparo del dispositivo cuando alcanza una temperatura determinada. Este tipo de disparador ofrece una protección adecuada frente sobrecargas.

El disparador magnético protege frente a cortocircuitos y se basa en el funcionamiento de un electroimán que actúa cuando la corriente supera un cierto valor provocando el disparo.

Además de los disparadores térmico y magnético, un interruptor automático dispone de otros elementos necesarios para realizar las operaciones de conexión y desconexión de forma manual y extinguir el arco eléctrico que se produce durante la apertura de contactos. La figura muestra la estructura básica de un interruptor automático.

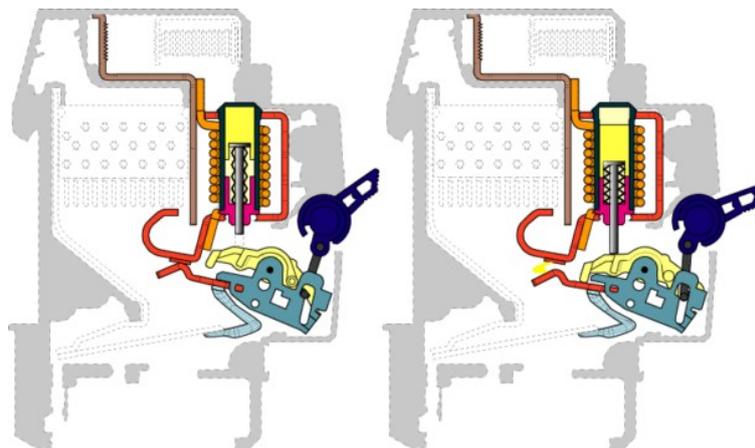


Ilustración 5. 9

Un interruptor magnetotermico es, según la norma UNE-EN 60898, un pequeño interruptor automático (PIA) para usos domésticos y análogos, usados para protección de conductores contra sobrecorrientes. Son por tanto, interruptores automáticos de calibre reducido (hasta 125A) y poder de corte limitado (hasta 25kA) utilizados en instalaciones de potencia reducida.

Clasificación

Según el numero de polos, los interruptores pueden ser unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.

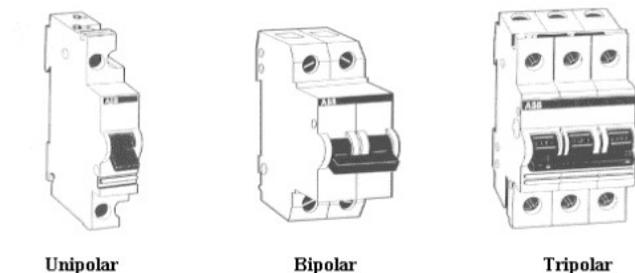


Ilustración 5. 10

Características

Los parámetros que caracterizan un interruptor magnetotermico son los indicados a continuación:

- Tensión asignada

Tensión asignada	Magnetotermicos
230V	Unipolares y bipolares
230/400V	Unipolares
400V	Bipolares, tripolares y tetrapolares

Tabla 5. 7

- Frecuencia asignada
- In: corriente asignada: es la intensidad que puede conducir el dispositivo en condiciones de servicio permanente sin que se produzca su disparo.
- Icn: Poder de corte: es el valor de la máxima intensidad de cortocircuito que puede cortar el aparato para la tensión y frecuencias asignadas.

- Curva característica de disparo: representa el tiempo de disparo del dispositivo en función de la intensidad que circula. En realidad es una área de disparo, delimitada por dos curvas, una de no desconexión y otra de desconexión.

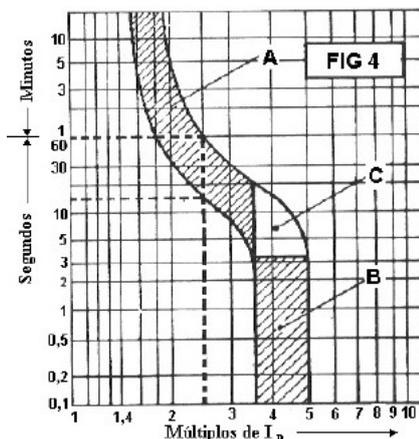


Ilustración 5. 11

Las curvas de disparo de los interruptores magnetotermicos están normalizadas en la norma UNE-EN 60898. Para el disparo magnético, la norma establece unos rangos de disparo instantáneo según tres tipos de curva tal como se muestra en la tabla.

Tipo de curva	Margen inferior	Margen superior
B	3 In	5 In
C	5 In	10 In
D	10 In	20 In
Tiempo limite	$T \geq 0,1 \text{ seg}$	$T \leq 0,1 \text{ seg}$

Tabla 5. 8

Los magnetotermicos con curva B encuentran su aplicación en la protección de líneas de gran longitud en las que no son esperables corrientes de conexión elevadas. La curva C se usa para proteger líneas con algún consumo, como puede ser iluminación, que suponga un valor moderado de corriente de arranque. Por último, los magnetotermicos con curva D son apropiados para la protección de equipos con corrientes de arranque elevadas. Los interruptores que se utilizan en los dispositivos generales de mando y protección de las viviendas corresponden a la curva C.

Existe un interruptor magnetotermico especial, llamado Interruptor de Control de Potencia (ICP) que se utiliza para controlar o limitar la potencia consumida en las instalaciones de baja tensión.

-Selección de los interruptores magnetotermicos

Los interruptores de curvas B y C se clasifican en tres clases limitadoras de energía en función del valor de I^2t que dejan pasar a través de ellos en caso de cortocircuito. Estas clases son:

- Clase 1: el dispositivo no ofrece ningún límite al paso de la energía a su través en caso de cortocircuito.
- Clase 2: el interruptor limita la energía que se transite a la instalación que protege en caso de cortocircuito hasta un valor máximo fijado por la norma UNE-EN.60898-1.
- Clase 3: es análogo al de Clase 2 pero con una limitación al paso de la energía en caso de cortocircuito mayor.

5.4.3. Protección frente a contactos indirectos: Interruptor diferencial

Un contacto indirecto se produce cuando la masa (carcasa conductora) de un equipo eléctrico se conecta por avería (normalmente debido a un fallo de aislamiento) a alguna de las fases del sistema. Si el esquema de la instalación es TT (neutro del transformador conectado a tierra y masas de baja tensión puestas a tierra) que es el esquema que adopta la red pública española, se produce la circulación de una corriente de defecto a través de tierra.

Contacto indirecto

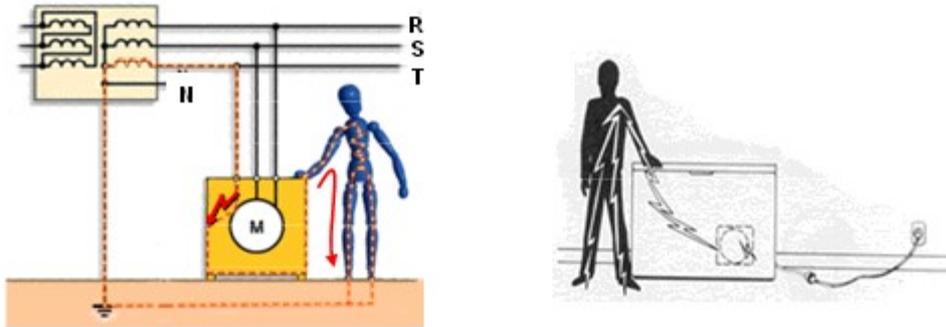


Ilustración 5. 12

Contacto directo

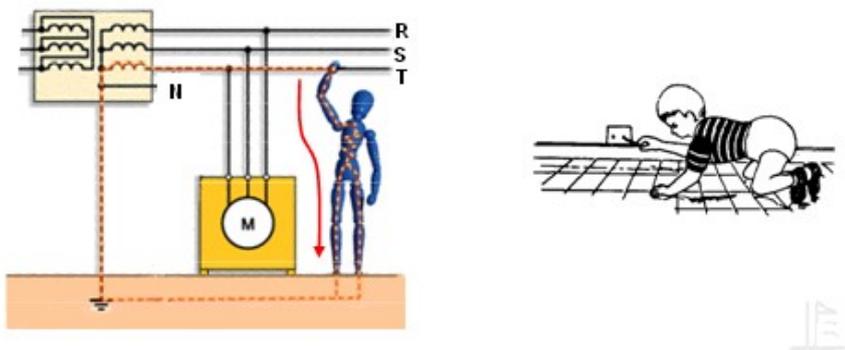


Ilustración 5. 13

El interruptor diferencial es el dispositivo que permite detectar dicha corriente de defecto, que se cierra a través de tierra y abrir la zona de la instalación afectada por el fallo cuando la intensidad de defecto supera un cierto valor umbral.

Si no existe corriente de defecto, la suma de las corrientes I_e e I_s que circulan a través del núcleo toroidal es cero, por lo que el flujo magnético provocado en el núcleo toroidal es nulo. Si por el contrario, aparece una corriente de defecto, la suma deja de ser cero, se induce una fuerza electromotriz en el arrollamiento auxiliar que puede ser utilizada para alimentar a la bobina de disparo del elemento de corte del circuito

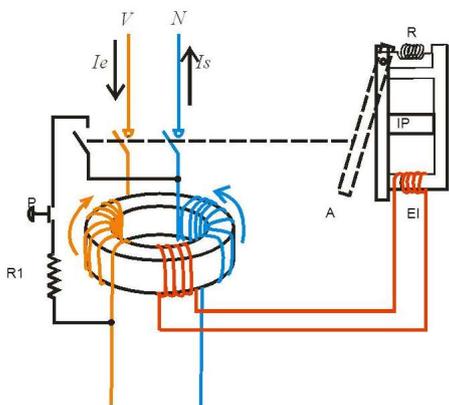


Ilustración 5. 14



Ilustración 5. 15

1. Características de los interruptores diferenciales

Las principales características de un interruptor diferencial son las siguientes:

- Sensibilidad ($I_{\Delta n}$) : es el valor de la corriente diferencial para la que se garantiza la actuación del dispositivo. Según su valor se distinguen dos tipos.
 - De alta sensibilidad $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$.
 - De baja sensibilidad $I_{\Delta n} \geq 30\text{mA}$.
- Corriente diferencial nominal de no funcionamiento ($I_{\Delta nf}$): valor de la mayor corriente diferencial para la que se garantiza la no apertura del circuito.

$$I_{\Delta nf} = I_{\Delta n} / 2$$

- Calibre o intensidad nominal: es la intensidad que puede circular indefinidamente a través de los polos del diferencial sin que se produzca su deterioro.
- Tensión nominal.
- Numero de polos
- Característica de disparo: es la curva que representa el tiempo de disparo frente a la intensidad diferencial

2. Clasificación de los interruptores diferenciales

CLASE AC	Detección de corriente residual alterna	
CLASE A	Detección de corriente residual alterna y pulsante	
CLASE B	Detección de corriente residual alterna hasta 1kHz, pulsante y pura continua	

Ilustración 5. 16

Los interruptores diferenciales de clase AC son los más sencillos y permiten detectar las corrientes alternas senoidales puras. Sin embargo si el defecto se produce en algún equipo que incluya algún tipo de rectificación de corriente, la intensidad de defecto puede no ser senoidal pura con lo que un interruptor diferencial de clase AC puede no funcionar correctamente. Para evitar estos problemas se han definido en la norma UNE-EN-61008 las clases A y B que actúan ante corrientes de diferentes tipos.

Es buena práctica instalar diferenciales de clase A.

Según la temporización en el disparo que se aplique al interruptor diferencial podemos encontrar dos tipos:

- Instantáneos.
- Con retardo en el disparo (tipo S).

3. Selección de los interruptores diferenciales

En la práctica se tiene que conseguir que la tensión máxima que pueden alcanzar las masas de los aparatos eléctricos sea igual a la tensión límite convencional (U_L) que según el REBT es de 50 V (ITC-BT-24).

Los diferenciales se escogen en función del tipo de instalación a proteger y de la posibilidad de que se produzcan contactos habituales entre personas y masas de la instalación. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que los interruptores diferenciales deben estar protegidos frente a sobrecorrientes. Para ello se debe utilizar un interruptor magnetotermico o fusible colocado en serie con el diferencial de forma que lo proteja:

$$I_{nDIF} \geq I_{nDISPOSITIVO\ QUE\ LO\ PROTEGE}$$

4. Distribución de los interruptores diferenciales en una instalación

En el caso de edificios de viviendas, se aplica un criterio para decidir el número de diferenciales requeridos. Este es el de emplear un diferencial por cada 5 circuitos existentes.

5.4.4. Protección frente a sobretensiones

1. Tipos de sobretensiones

En ocasiones, en las instalaciones eléctricas pueden aparecer tensiones de valor superior a las habituales de funcionamiento. Estas sobretensiones pueden tener carácter permanente o transitorio.

Las sobretensiones transitorias son las que presentan una mayor magnitud aunque su duración suele ser muy corta.

- Fenómenos atmosféricos.
- Maniobras en la red de alta tensión:
 - Conmutación de corrientes inductivas (por ejemplo una instalación con motores eléctricos o un transformador).
 - Conmutación de circuitos capacitivos.
 - Interrupción de una gran corriente.

2. Dispositivos

En las instalaciones de baja tensión, la protección frente a sobretensiones se realiza mediante los llamados limitadores de sobretensiones. Su principio de funcionamiento básico consiste en provocar una descarga de corriente elevada a tierra cuando la tensión en su punto de conexión supera un cierto valor umbral.

Existen diversas tecnologías para fabricar limitadores de sobretensiones:

- Descargadores de gas.
- Varistores de óxido de zinc.
- Diodo Zener.



Ilustración 5. 17

Los parámetros que caracterizan un limitador de sobretensiones son los siguientes:

- Tensión nominal (U_n).
- Tensión umbral o de paso de conducción (U_c): tensión a partir de la cual comienza a descargar la protección.
- Tensión residual (U_r).
- Intensidad máxima de descarga (I_{max}).

3. Selección de la protección frente a sobretensiones

Los principales aspectos que se deben considerar en el proceso de selección son:

1. Categoría de sobretensión de los equipos a proteger. Indica, para un equipo determinado, el nivel máximo de tensión de una onda tipo rayo que el equipo es capaz de soportar.

Categoría	Nivel de tensión máxima soportada (kV)	Tipos de equipos
1	1,5	Aparatos muy sensibles a

		sobretensiones transitorias.
2	2,5	Electrodomésticos de vivienda, herramientas portátiles.
3	4	Armarios de distribución, canalizaciones, motores fijos.
4	6	Contadores de energía, etc.

Tabla 5. 9

Los equipos de categoría 1 son los que presentan una mayor sensibilidad a las sobretensiones transitorias y deben ser, por tanto, los mejor protegidos. Por el contrario los equipos de categoría 4 son los más robustos capaces de soportar sobretensiones de mayor valor.

2. Presencia de pararrayos
3. Probabilidad de caída de rayos.

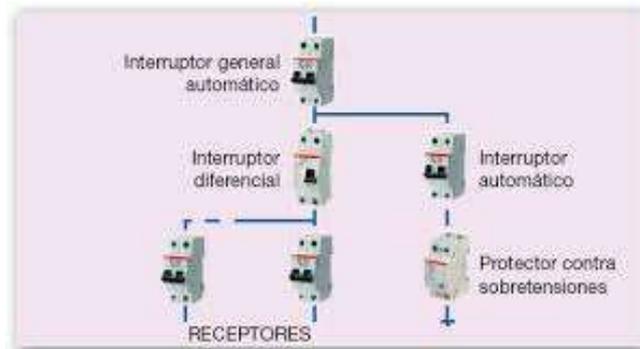


Ilustración 5. 18

La longitud de los cables del circuito del limitador, entre este y el borne de tierra al que se conecta, debe ser menor de 50cm. En caso contrario, la inductancia de dichos cables puede hacer que la caída de tensión en los mismos sea excesivamente elevada.

5.5. Instalaciones interiores

5.5.1 Número de circuitos

El REBT establece una serie de condiciones de diseño relativas a las instalaciones interiores de las viviendas. Dichas condiciones están reflejadas en las siguientes instrucciones:

- **ITC-BT-25.** Instalaciones interiores de viviendas. Numero de circuitos y características.
- **ITC-BT-26.** Instalaciones interiores de vivienda. Prescripciones generales de instalación
- **ITC-BT-27.** Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.

Si la vivienda es de grado de electrificación básico, el número y tipo de circuitos independientes es el indicado en la tabla.

Numero	Descripción	Nº máximo de tomas
C1	Iluminación	30
C2	Tomas de uso general y frigorífico	20
C3	Cocina y horno	2
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3
C5	Tomas de corriente de cuartos de baño y auxiliares de cocina	6

Tabla 5. 10

Si la vivienda es de grado de electrificación elevado, deberá incluir unos circuitos adicionales.

Numero	Descripción	Nº máximo de tomas
C6	Circuito adicional de iluminación del tipo C1	30
C7	Circuito adicional de tomas de corriente del tipo C2	20
C8	Calefacción eléctrica	-
C9	Aire Acondicionado	-
C10	Secadora	1
C11	Sistema automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad.	-
C12	Adicional de los tipos C3 o C4	-

Tabla 5. 11

El número de circuitos a instalar depende, por tanto, de tres factores:

1. De los sistemas eléctricos previstos para la vivienda. Si, por ejemplo, está prevista la instalación de un sistema de calefacción eléctrica o de aire acondicionado, la vivienda será obligatoriamente de electrificación elevada.
2. Del número de puntos de utilización o tomas de corriente.
3. Del grado de electrificación de vivienda.
- 4.

5.5.2. Conductores y sistemas de instalación

Según la ITC-BT-26, los conductores eléctricos de las instalaciones interiores en viviendas han de ser de cobre, aislados y con una tensión de aislamiento asignada de 450/750 V como mínimo. Los tipos de conductores más utilizados se muestran en la tabla.

Producto	Norma de aplicación
Tipo H07-U	UNE 21.031-3
Tipo H07-R	
Tipo H07-K	

Tabla 5. 12

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables por los colores que presentan sus aislamientos.

Conductor	Color
Neutro	Azul claro
De protección	Amarillo-verde
De fase	Gris para la tercera fase

Tabla 5. 13

Los sistemas de instalación permitidos en viviendas según la misma instrucción son:

Instalaciones empotradas	Instalaciones superficiales
<ul style="list-style-type: none"> • Cables aislados bajo tubo flexible • Cables aislados bajo tubo curvable 	<ul style="list-style-type: none"> • Cables aislados bajo tubo curvable. • Cables aislados bajo canal protectora cerrada. • Canalizaciones prefabricadas.

Tabla 5. 14

Adicionalmente, deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones de instalación:

- No se utilizara un mismo conductor neutro para varios circuitos.

- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión.
- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.

5.5.3. Características eléctricas de los circuitos .Puntos de utilización

La ITC-BT-25, normaliza en su Tabla 1, las características eléctricas de cada uno de los circuitos que se pueden instalar en viviendas. Entre estas se encuentran la sección mínima de los conductores, el calibre del interruptor magnetotermico que protege cada circuito, el diámetro de los tubos y el tipo de toma.

Es importante destacar que el circuito C4 , para el que se establece una sección mínima de 4 mm^2 , permite que cada toma individual pueda conectarse con un conductor de sección $2,5\text{mm}^2$ que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm^2 .

El REBT, en la misma instrucción, también establece los puntos de utilización que como mínimo se deben instalar en cada estancia.

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos⁽¹⁾

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁵⁾	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₆ Calefacción	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	---	---	---	10	---	1,5	16

- (1) La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.
- (2) La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W
- (3) Diámetros externos según ITC-BT 19
- (4) La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W
- (5) Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación
- (6) En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².
- (7) Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.
- (8) Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.
- (9) El punto de luz incluirá conductor de protección.



Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10.A	1 1	--- ---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	--- ---
	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1	uno cada 5 m de longitud uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16 A 2p + T	3 ⁽²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma calefacción	1	---
Terrazas y Vestidores	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

Tabla 5. 16

Consideraciones:

- La toma de corriente para el microondas se considera perteneciente al circuito C5.
- La toma de corriente para un hidromasaje es también perteneciente al circuito C5.
- Se considera punto de luz a un punto de utilización del circuito de alumbrado con un interruptor independiente. A un punto de luz se le pueden conectar varias luminarias.
- Para el circuito C4 se recomienda el uso de dos o tres circuitos independientes sin que ello suponga el paso a electrificación elevada.

- Aunque no se prevea la instalación de un termo eléctrico, se instalara su toma de corriente que podrá utilizarse para otros usos, como por ejemplo, para la alimentación de caldera de gas.
- Los circuitos C1, C2, C5 pueden desdoblarse en dos o más circuitos sin que suponga el paso a electrificación elevada siempre que no se supere el número máximo de puntos de utilización indicados en la tabla.

Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T se usaran para Tomas de uso general del Circuito 2. Y las de 25 A 2p+T para Cocina y horno del Circuito 3.

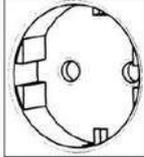
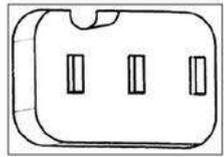
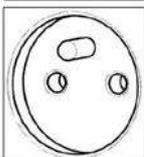
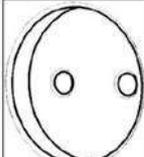
Bases utilizadas en la vivienda para tomas de corriente	
Hasta 16 A. Con Obturador	Cocina-Horno, calefacción 25 / 32 A
 <p><i>C2a: Base bipolar con contacto lateral de tierra 10/16A 250V, uso general</i></p>	 <p><i>ESB 25-5a o : Base bipolar con contacto de tierra 25A 250V , para cocina-horno.</i></p> <p><i>ESB 32a: Base bipolar con contacto de tierra 32A 250V</i></p>
 <p><i>C3a: Base bipolar con espiga de contacto de tierra 10/16A 250V, si es necesario distinguir entre fase/neutro</i></p>	
 <p><i>C1a: Base bipolar sin contacto de tierra 10/16A 250V</i></p>	

Ilustración 5. 19

5.5.4. Dimensionado de la sección de los conductores

Como en cualquier instalacion interior, los circuitos de las intalaciones interiores de vivienda deben cumplir los criterios de instensidad maxima admisible y caida de tension maxima.

Por lo que respecta al primer criterio, la Tabla 5.17 Caracteristicas de los circuitos establece las secciones minimas de los conductores para cada uno de los circuitos. Dichos valores se determinan a partir de la tabla1 de la ITC-BT-19 fila B2, columna 4, considerando la intensidad nominal del interruptor automatico como intensidad de servicio, para una instalacion de dos conductores y tierra con cable multiconductor con

aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra que constituye el tipo de instalación más utilizado en vivienda.

En la tabla también se indica el calibre del interruptor automático o magnetotérmico que protege cada circuito. Este calibre se establece a partir de la intensidad de diseño (I) que se obtiene considerando el número máximo de puntos de utilización (n), la intensidad prevista por toma (I_a) y los factores de simultaneidad (F_s) y de utilización (F_u) según la expresión:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

Por lo que respecta al criterio de caída de tensión, el REBT establece una caída máxima del 3% considerando para cada circuito una intensidad de funcionamiento igual al calibre del magnetotérmico del circuito y una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del circuito.

El Reglamento permite igualmente compensar el valor de la caída de tensión entre instalaciones interiores y derivaciones individuales de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificado:

$$U_{\max} \text{ derivación individual} + U_{\max} \text{ instalación interior} > U_{\text{real}} \text{ derivación individual} + U_{\text{real}} \text{ instalación interior}$$

Considerando la expresión de cálculo de sección a partir del criterio de caída de tensión para líneas monofásicas vista en capítulos anteriores:

$$S = 2 \times \frac{P \times L \times \rho \theta_{\max}}{e \times V}$$

Pueden obtenerse los valores máximos de longitud en función de la sección del circuito y del calibre magnetotérmico (I_n) en las siguientes condiciones:

- Caída porcentual máxima del 3%
- $V=230V$
- Temperatura máxima de servicio $70^\circ C$. $\rho 70(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})= 0,021$
- $\text{Cos}\varphi= 1$

Despejando la longitud máxima de la expresión anterior:

$$L_{max} = S \frac{e \times V}{2 \times P \times \rho \theta_{max}}$$

S(mm ²)	In del interruptor automatico (A)			
	10	16	20	25
1,5	24,5			
2,5	41	25,5		
4		41	32,8	
6			49,2	39,4

Tabla 5. 17

5.5.5. Dimensionado de la sección de los tubos

La tabla 1 muestra el diámetro exterior mínimo de los tubos (flexibles o curvables) empotrados en obra a utilizar para cada circuito siempre que por su interior discurran tres conductores (fase, neutro y conductor de protección) y su sección sea la establecida en la tabla. Bajo otras condiciones deberán aplicarse las prescripciones establecidas en la instrucción ITC-BT-21 y que se resumen a continuación.

Para instalaciones empotradas, el diámetro exterior de los tubos flexibles o curvables se muestra en la siguiente Tabla.

Sección nominal de los conductores unipolares(mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25

Tabla 5. 18

Para instalaciones superficiales, realizadas con tubos curvables o rígidos, el diámetro exterior de los tubos se muestra en la Tabla.

Sección nominal de los conductores unipolares(mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5

1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25

Tabla 5. 19

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección será, como mínimo, igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

5.5.6. Dispositivos generales de mando y protección. Cuadro general

Las instalaciones interiores de viviendas deben estar protegidas, al igual que cualquier otra instalación de baja tensión, frente a sobreintensidades y contactos indirectos. Adicionalmente, y si se considera necesario, se deberán proteger también frente a sobretensiones.

1. Interruptor de Control de Potencia ICP

El interruptor de control de potencia es un dispositivo que tiene como finalidad controlar que la demanda de potencia de los aparatos conectados a la instalación, no supere la potencia contratada para el punto de suministro.

En las viviendas y locales se instalará a la llegada de la DI una caja para el interruptor de control de potencia (ICP), inmediatamente antes de los demás dispositivos, con un compartimento independiente y precintable. La caja del ICP estará normalizada y se podrá colocar en el mismo cuadro donde se alojarán los dispositivos generales de mando y protección. Su instalación se realizará junto a la puerta de entrada y a una altura de aproximadamente 1,80 metros respecto del suelo. Se cumplirá en todo momento lo dicho en la instrucción ITC-BT-17 del REBT.

El funcionamiento del ICP es el siguiente: cuando los aparatos conectados a la instalación demandan una potencia superior a la contratada, dicho interruptor actúa desconectándose automáticamente y dejando sin servicio eléctrico a la vivienda. Para volver a poner la instalación en servicio hay que desconectar primero alguno de los aparatos enchufados para reducir la potencia conectada por debajo de la contratada, esperar un par de minutos y subir manualmente la palanca.



Ilustración 5. 20

2. Características generales

Estos dispositivos se situarán junto a la caja del ICP, en la entrada de cada una de las viviendas, a una altura entre 1,4 m y 2 m desde el nivel del suelo. Dichos interruptores irán montados sobre un cuadro empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

Según la ITC-BT-26 en este cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Y por otra parte, los circuitos de protección individuales se han ejecutado según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y cumpliendo también lo indicado en la ITC-BT-25.

Los cuadros de distribución de las viviendas constarán de los siguientes dispositivos generales e individuales de mando y protección:

- **Interruptor General Automático** de corte omnipolar, para protección contra sobreintensidades (lo que incluye sobrecargas y cortocircuitos) de todos los circuitos interiores, con un poder de corte de 4500 A como mínimo. Otra condición es que debe ser completamente independiente del ICP.
- **Interruptores Diferenciales**, destinados a la protección contra contactos indirectos en los circuitos interiores de la vivienda. Todos los ID deberán tener una sensibilidad de 30 mA.
- **Un magnetotérmico o PIA por circuito**, de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores de la instalación de la vivienda. El número de PIAs a instalar y su calibre dependen del grado de electrificación de la vivienda.
- **Dispositivo de protección contra sobretensión**, cuya función es proteger la instalación contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución.

A continuación se muestran varias imágenes. En ellas se diferencia claramente cual es cada uno de los interruptores descritos a instalar, el orden en que deben situarse, algunas características que deben poseer y como deben hacerse las conexiones para su correcto funcionamiento.

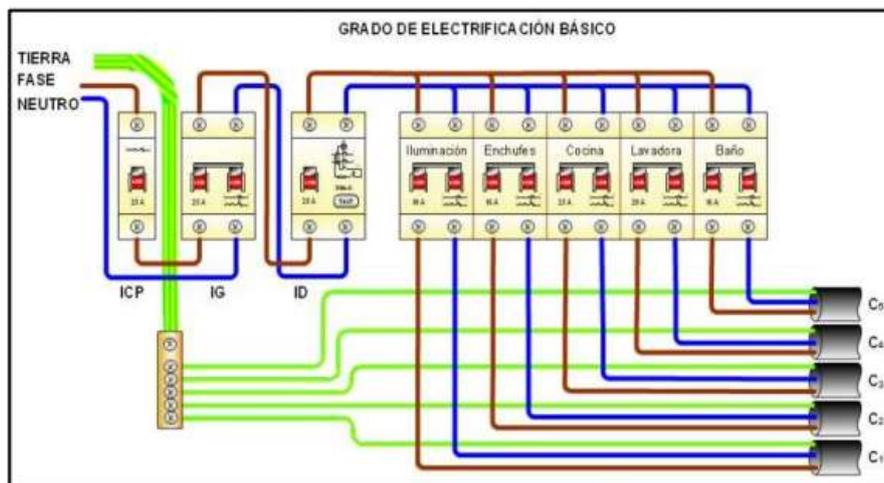


Ilustración 5. 21

En el caso de viviendas de más de una planta, como puede ser el caso de viviendas unifamiliares o dúplex, se recomienda la instalación de un cuadro general de mando y protección en cada planta de forma que los circuitos de cada planta estén protegidos por las protecciones del cuadro correspondientes.

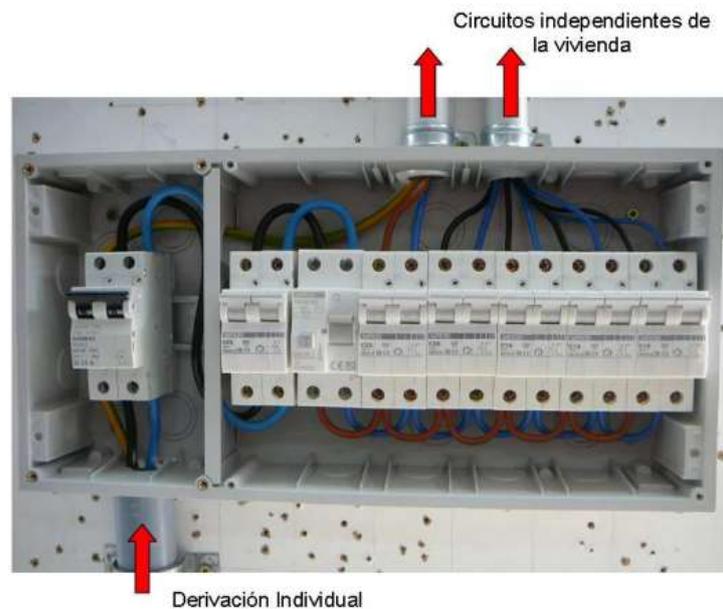
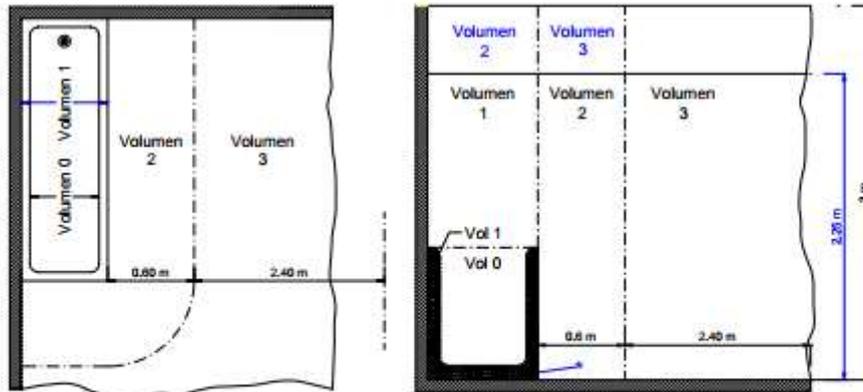


Ilustración 5. 22

5.5.7. Locales con bañera o ducha

La instrucción ITC-BT-27 establece, como consecuencia, las condiciones que deben cumplir las instalaciones de las estancias de viviendas, locales comerciales, oficinas o cualquier otro local que contengan una bañera o ducha.

Esta instrucción define cuatro volúmenes de protección (volumen 0, 1,2 y 3) con el objeto de especificar los materiales y receptores eléctricos que pueden ser instalados en cada volumen o espacio. El volumen 0 es el que comprende el interior de la bañera o ducha mientras que el volumen 3 es el más alejado de estas. Las siguientes figuras extraídas del REBT representan dichos espacios para diferentes casos.



* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.
 Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

Figura 1 – BAÑERA

Figura 2 – BAÑERA CON PARED FIJA

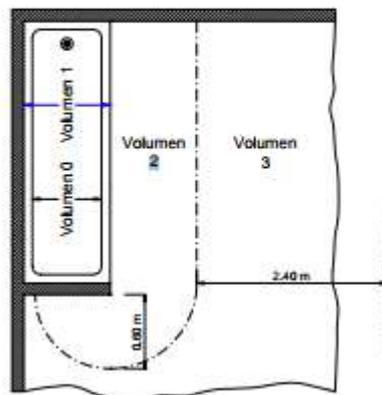
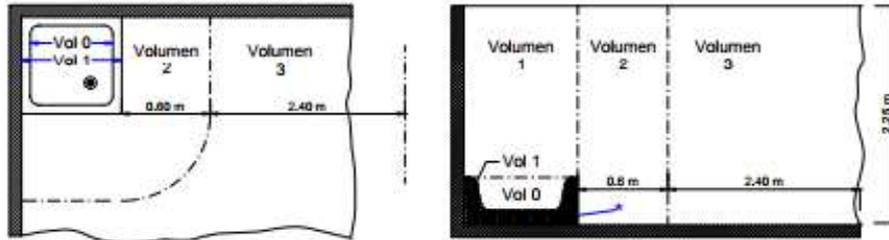


Ilustración 5. 23

Los materiales eléctricos que pueden instalarse en cada uno de los volúmenes junto con sus características vienen definidos en la citada instrucción ITC-BT-27 y se resumen en la Tabla 5.20.

Figura 3 – DUCHA



* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.
 Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

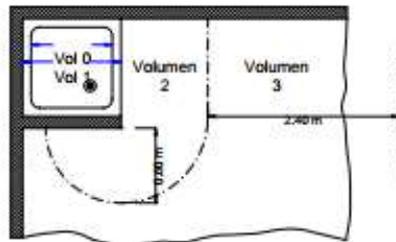


Figura 4 – DUCHA CON PARED FIJA

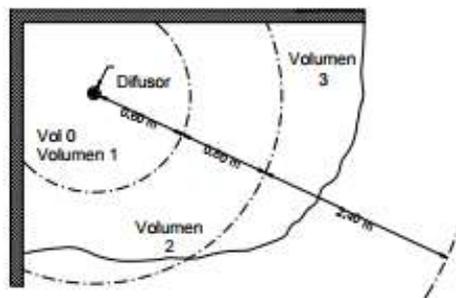


Figura 5 – DUCHA SIN PLATO

Ilustración 5. 24



Tabla 1.

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos ⁽²⁾	Otros aparatos fijos ⁽³⁾
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen	No permitida	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos ⁽¹⁾ .	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos ⁽¹⁾	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.	Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.

⁽¹⁾: Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc. e incluyen todos los utilizados por el público en general.

⁽²⁾: Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 60.669 -1.

⁽³⁾: Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

5.5.8. Tomas de Tierra

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Los objetivos principales de la instalación son:

- Conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas.
- Permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto y de las de descarga de origen atmosférico.
- Evitar o limitar la tensión respecto tierra que puede aparecer en las masas metálicas.
- Asegurar la actuación de las protecciones dispuestas en el edificio.
- Eliminar o disminuir el riesgo debido a una avería en los materiales eléctricos empleados.

En cuanto al sistema de puesta a tierra, se tendrá en cuenta todo lo establecido en las ITC-BT-18 y ITC-BT-26.

Para llevar a cabo la puesta a tierra se instala en el fondo de la zanja de cimentación del edificio y antes de empezar la construcción de éste, un cable rígido de cobre desnudo de 35 mm² de sección, formando un anillo cerrado alrededor del edificio. La profundidad mínima de enterramiento del conductor debe ser de 0,8 m por debajo del nivel del suelo.

A la toma de tierra establecida habrá que conectar:

- Las masas metálicas importantes existentes en la zona de la instalación.
- Las instalaciones de calefacción general.
- Las instalaciones de agua.
- Las instalaciones de gas canalizado.
- Las antenas de radio y televisión.

Y los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas, cuartos de aseo, etc.
- En el local de la centralización de contadores.
- En el punto de ubicación de la Caja General de Protección.

Esquema de la Instalación de Puesta a Tierra en Edificios

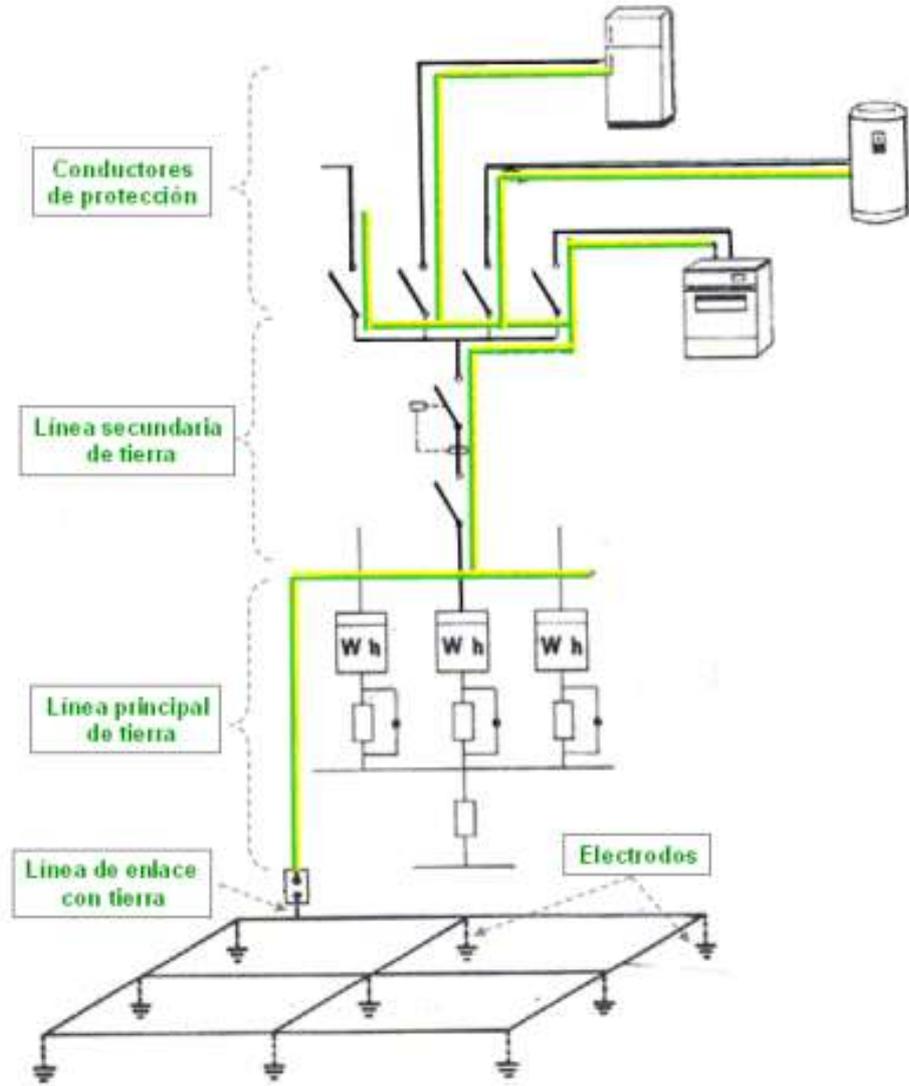


Ilustración 5. 25

6. CÁLCULOS

C1 Iluminación

Valor de la intensidad prevista por toma :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{200}{230 \times 1} = 0,86A$$

Valor de intensidad prevista por circuito

$$I = n \times Ia \times Fs \times Fu = 19 \times 0,86 \times 0,75 \times 0,5 = 6,19A$$

Potencia de cálculo para el circuito:

$$P = 200 * 0,75 * 0,50 * 19 = 1.425W$$

- Factor Simultaneidad: 0,75
- Factor de Uso: 0,5
- 19 tomas
- Longitud del circuito: 36,69 m
- Sección de conductores: 1,5mm²
- Diámetro tubo o conducto: 16mm
- Tipo de instalación B1, PVC

Intensidad del circuito de iluminación real :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{1.425}{230 \times 1} = 6,19A$$

Caída de tensión del circuito:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{S \times \gamma \times U} = \frac{2 \times 1425 \times 36,69}{1,5 \times 48 \times 230} = 6,314 V$$

$$e(\%) = \frac{6,314 \times 100}{230} = 2,74\% < 3\%$$

Longitud máxima de transporte, longitud máxima que podemos alejarnos para transportar la potencia de circuito, estando dentro de los límites de caída de tensión máxima reglamentaria.

Considerando las siguientes condiciones:

- Caída máxima de tensión del 3%
- Temperatura máxima de servicio 70°C para aislamiento PVC

$$L = S \times \frac{e \times U}{2 \times P \times \rho_{70^\circ}} = 1,5 \times \frac{\frac{3 \times 230}{100} \times 230}{2 \times 1425 \times 0,021} = 39,77m$$

Se considera que toda la potencia llega al final de la línea, pero sabemos que esto no es real.

C2 Tomas de Uso General y Frigorífico

Valor de la intensidad prevista por toma:

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{3.450}{230 \times 1} = 15A$$

Valor de intensidad prevista por circuito

$$I = n \times Ia \times Fs \times Fu = 11 \times 15 \times 0,2 \times 0,25 = 8,25A$$

Potencia de cálculo para el circuito:

$$P = 3.450 * 0,2 * 0,25 * 11 = 1.897,5W$$

- Factor Simultaneidad: 0,2
- Factor de Uso: 0,25
- 11 tomas
- Longitud del circuito: 32,22 m
- Sección de conductores: 2,5mm²
- Diámetro tubo o conducto: 20mm
- Tipo de instalación B1, PVC

Intensidad del circuito real:

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{1897,5}{230 \times 1} = 8,25A$$

Caída de tensión del circuito:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{S \times \gamma \times U} = \frac{2 \times 32,22 \times 1.897,5}{2,5 \times 48 \times 230} = 4,43 V$$

$$e(\%) = \frac{4,43 \times 100}{230} = 1,92\% < 3\%$$

$$L = S \times \frac{e \times U}{2 \times P \times \rho_{70^\circ}} = 2,5 \times \frac{\frac{3 \times 230}{100} \times 230}{2 \times 1.897,5 \times 0,021} = 49,78m$$

C3 Cocina y horno

Valor de la intensidad prevista por toma :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{5.400}{230 \times 1} = 23,47A$$

Valor de intensidad prevista por circuito

$$I = n \times Ia \times Fs \times Fu = 2 \times 23,47 \times 0,5 \times 0,75 = 17,60A$$

Potencia de cálculo para el circuito:

$$P = 5.400 * 0,75 * 0,50 * 2 = 4.050W$$

- Factor Simultaneidad: 0,5
- Factor de Uso: 0,75
- 2 tomas
- Longitud del circuito: 2,93 m
- Sección de conductores: 6 mm²
- Diámetro tubo o conducto: 25mm
- Tipo de instalación B1, PVC

Intensidad del circuito real :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{4.050}{230 \times 1} = 17,60A$$

Caída de tensión del circuito:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{S \times \gamma \times U} = \frac{2 \times 4.050 \times 2,93}{6 \times 48 \times 230} = 0,35 V$$

$$e(\%) = \frac{0,35 \times 100}{230} = 0,15\% < 3\%$$

$$L = S \times \frac{e \times U}{2 \times P \times \rho_{70^\circ}} = 6 \times \frac{\frac{3 \times 230}{100} \times 230}{2 \times 4.050 \times 0,021} = 55,97m$$

C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico

Valor de la intensidad prevista por toma :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{3.450}{230 \times 1} = 15A$$

Valor de intensidad prevista por circuito

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u = 3 \times 15 \times 0,66 \times 0,75 = 22,275A$$

Potencia de cálculo para el circuito:

$$P = 3.450 * 0,66 * 0,75 * 3 = 5.123,25W$$

- Factor Simultaneidad: 0,66
- Factor de Uso: 0,75
- 3 tomas
- Longitud del circuito: 3,91 m
- Sección de conductores: 4 mm²
- Diámetro tubo o conducto: 20mm
- Tipo de instalación B1, PVC

Intensidad del circuito real :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{5.123,25}{230 \times 1} = 22,275A$$

Caída de tensión del circuito:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{S \times \gamma \times U} = \frac{2 \times 5.123,25 \times 3,91}{4 \times 48 \times 230} = 0,907 V$$

$$e(\%) = \frac{0,907 \times 100}{230} = \mathbf{0,394\%} < 3\%$$

$$L = S \times \frac{e \times U}{2 \times P \times \rho_{70^\circ}} = 4 \times \frac{\frac{3 \times 230}{100} \times 230}{2 \times 5.123,25 \times 0,021} = 29,501m$$

C5 Baños, cuarto de cocina

Valor de la intensidad prevista por toma :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{3.450}{230 \times 1} = 15A$$

Valor de intensidad prevista por circuito

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u = 5 \times 15 \times 0,4 \times 0,5 = 15A$$

Potencia de cálculo para el circuito:

$$P = 3.450 * 0,4 * 0,5 * 5 = 3.450W$$

- Factor Simultaneidad: 0,4
- Factor de Uso: 0,5
- 5 tomas
- Longitud del circuito: 13 m
- Sección de conductores: 2,5 mm²
- Diámetro tubo o conducto: 20mm
- Tipo de instalación B1, PVC

Intensidad del circuito real :

$$I = \frac{P}{U \times \cos\phi} = \frac{3.450}{230 \times 1} = 15A$$

Caída de tensión del circuito:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{S \times \gamma \times U} = \frac{2 \times 3.450 \times 13}{2,5 \times 48 \times 230} = 3,25 V$$

$$e(\%) = \frac{3,25 \times 100}{230} = 1,41\% < 3\%$$

$$L = S \times \frac{e \times U}{2 \times P \times \rho_{70^\circ}} = 2,5 \times \frac{\frac{3 \times 230}{100} \times 230}{2 \times 3.450 \times 0,021} = 27,38m$$

PREVISION DE CARGAS

ILUMINACION

	Potencia Prevista(w)
Iluminacion 1	200
Iluminacion 2	200
Iluminacion 3	200
Iluminacion 4	200
Iluminacion 5	200
Iluminacion 6	200

Iluminación 7	200
Iluminación 8	200
Iluminación 9	200
Iluminacion 10	200
Iluminacion 11	200
Iluminacion 12	200
Iluminacion 13	200
Iluminacion 14	200
Iluminacion 15	200
Iluminacion 16	200
Iluminacion 17	200
Iluminacion 18	200
Iluminacion 19	200
Potencia Total	3800

Fs	0,75
Fu	0,5
Potencia instalada	1425

CIRCUITO DE FUERZA

	Potencia Prevista (W)
TC1	2000
TC2	2000
TC3	2000
TC4	2000
TC5	2000
TC6	2000
TC7	2000
TC8	2000
TC9	2000
TC EXTRACTOR	300
TC FRIGORIFICO	300

Potencia Total	18600
Fs	0,2
Fu	0,25
Potencia instalada	930

COCINA Y HORNO

	Potencia Prevista(W)
Cocina	5400
Horno	5400
Potencia Total	10800
Fs	0,5
Fu	0,75
Potencia instalada	4050

LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO

	Potencia Prevista(W)
Lavadora	3450
Lavavajillas	3450
Termo	2000
Potencia Total	8900
Fs	0,66
Fu	0,75
Potencia instalada	4405,5

BAÑOS, CUARTO DE COCINA

	Potencia Prevista(W)
TC 1 BAÑO	2000
TC 2 BAÑO	2000
TC 3 COCINA	2000
TC 4 COCINA	500

TC 5 COCINA	2000
Potencia total	8500
Fs	0,4
Fu	0,5
Potencia instalada	1700

Potencia Instalada Total	12510,5W
---------------------------------	-----------------

7. EMPLAZAMIENTO Y SUMINISTRO ELÉCTRICO

La vivienda se sitúa en un edificio de viviendas, en un 4º piso de 84,95 m² en Erandio, municipio de Bizkaia, C.P 48950.

(Plano 7)

El suministro eléctrico nos lo proporciona la empresa Iberdrola, S.A., en corriente alterna monofásica con neutro, con tensión de 230V entre fases, con una frecuencia de 50Hz, a través de la derivación individual de cada vivienda o piso.

8. DERIVACIÓN INDIVIDUAL

La derivación individual de suministro normal transcurrirá dentro de tubo de PVC empotrado desde el contador (en centralización de contadores).

Estará formada por cable de cobre unipolar, de tensión asignada 0,6/1 KV (RZ1-K) y de sección y longitud enumerada en la siguiente tabla:

Sección	Longitud
2x10mm ² +TT	7 m

Sistema de neutro

El esquema de la red de distribución de neutro existente corresponde a una conexión TT, puesto directamente a tierra según normativa vigente.

9. INSTALACIÓN INTERIOR O RECEPTORA

Todos los cables a utilizar serán de tensión nominal superior a 750 V, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0,6/1kV, con aislamiento XLPE y cubierta de poliolefinas y cumplirán con UNE 21123 parte 4, tipo RZ1-K (AS), o bien con aislamiento de EPR y cubierta de poliolefinas, cumpliendo en este caso con UNE 21135-5, tipo DZ1-K (AS).

Se admite también el uso de conductores unipolares flexibles sin cubierta del tipo ES07Z1-K (AS), según UNE 211002.

Irán colocados bajo tubos o en canales protectores empotrados.

En cuanto al método de instalación y agrupamiento de cables, se realizarán en general según el modelo “B” de la tabla 1 de la ITC BT-19 (conductores aislados en tubos, en montaje superficial o empotrado en obra).

En el plano esquema unifilar se pueden ver reflejados los distintos circuitos que componen la instalación

El cuadro general de protección estará compuesto por elementos modulares capaces de alojar todos los elementos necesarios, disponiendo de espacio para ampliación.

Se usará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual de 2x32A y 6 kA de poder de corte.

Todos los dispositivos de mando y protección se considerarán independientes de cualquier otro que, para el control de potencia, pueda instalar la compañía suministradora, de acuerdo con lo previsto por la legislación vigente.

Junto a los dispositivos de protección, se colocarán etiquetas identificativas del circuito al que pertenecen, y su descripción.

10. DESCRIPCIÓN DE TAREAS, FASES, EQUIPOS O PROCEDIMIENTOS

Para la ejecución de la instalación se seguirán una serie de tareas o fases.

Según la instrucción ITC-BT-04, Documentación y puesta en servicio de las instalaciones, para nuestra instalación no será necesario realizar un proyecto. Solamente será necesario redactar una Memoria Técnica de Diseño (MTD) y el Certificado de Instalación Eléctrica (CIE).

La Memoria Técnica de Diseño (MTD) se redactara sobre impresos, según modelo determinado por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en este caso según el Gobierno Vasco., con objeto de proporcionar los principales datos y características de diseño de instalaciones. El instalador autorizado para la categoría de la instalación correspondiente o el técnico titulado competente que firme dicha Memoria será directamente responsable de que la misma se adapte a las exigencias reglamentarias.

En especial, se incluirán los siguientes datos:

- Los referentes del propietario;
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia;
- Emplazamiento de la instalación;
- Uso al que se destina;
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia;
- Cálculos justificativos de la línea general de alimentación , derivaciones individuales y líneas secundarias, sus elementos de protección y sus puntos de utilización;
- Pequeña memoria descriptiva;
- Esquema unifilar de la instalación y características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores;
- Croquis de su trazado;

Todas las instalaciones en el ámbito de aplicación del Reglamento deben ser efectuadas por los instaladores autorizados en baja tensión a los que se refiere la instrucción Técnica complementaria ITC-BT-03.

Al término de la ejecución de la instalación, el instalador autorizado realizara las verificaciones que resulten oportunas.

Finalizadas las obras y realizadas las verificaciones, el instalador autorizado deberá emitir un Certificado de Instalación, según el modelo establecido por la Administración, que deberá comprender, al menos, el siguiente:

- Los datos referentes a las principales características de la instalación;
- La potencia prevista de la instalación;
- Identificación del instalador autorizado responsable de la instalación;
- Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión;

Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado deberá presentar ante el Gobierno Vasco, al objeto de su inscripción en el registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, al que se acompañara la MTD, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente técnico titulado. A continuación se incluye un esquema resumen sobre la tramitación de las instalaciones.

Para la puesta en servicio, el titular deberá solicitar el suministro de energía a la Empresa Iberdrola mediante entrega del correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

La empresa suministradora Iberdrola podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas.

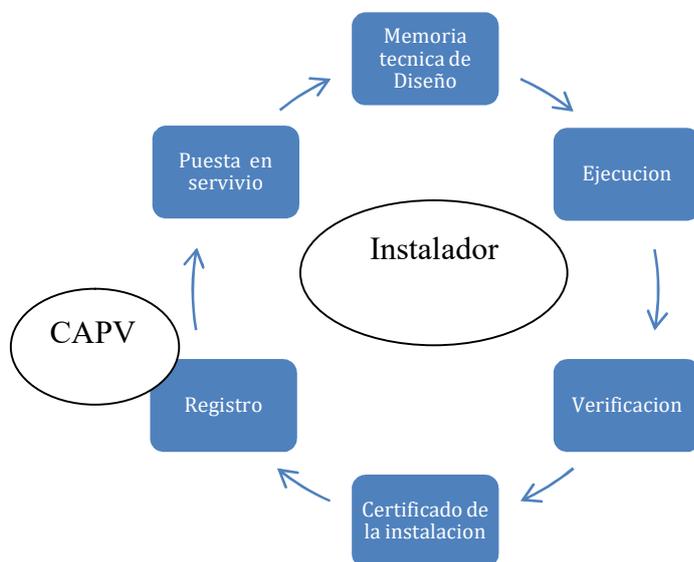


Ilustración 9.1

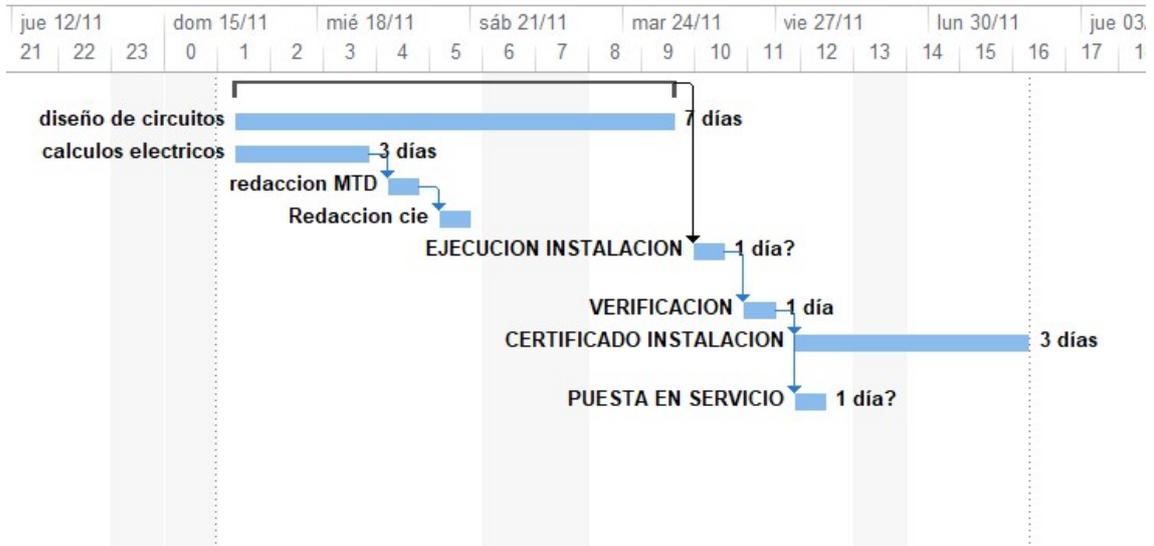
11. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

En el diseño de la instalación tanto para las iluminarias y las tomas de corrientes se tendrán en cuenta las indicaciones dadas por el cliente, también se tendrá en cuenta la posibilidad de una futura instalación de aire acondicionado o calefacción eléctrica, ya que dado ese caso se deberían añadir más interruptores diferenciales y modificar la instalación.

En la actualidad y dada la localización de la vivienda, no se hará uso de una protección contra sobretensiones. Pero en caso de que el cliente lo deseara se podría añadir al cuadro general.

12. DIAGRAMA DE GANTT

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Pre	ju 2
INGENIERIA	7 días?	lun 16/11/09	mar 24/11/09		
diseño de circuitos	7 días	lun 16/11/09	mar 24/11/09		
calculos electricos	3 días	lun 16/11/09	mié 18/11/09		
redaccion MTD	1 día?	jue 19/11/09	jue 19/11/09	3	
Redaccion cie	1 día?	vie 20/11/09	vie 20/11/09	4	
EJECUCION INSTALACION	1 día?	mié 25/11/09	mié 25/11/09	1	
VERIFICACION	1 día	jue 26/11/09	jue 26/11/09	6	
CERTIFICADO INSTALACION	3 días	vie 27/11/09	mar 01/12/09	7	
PUESTA EN SERVICIO	1 día?	vie 27/11/09	vie 27/11/09	7	



13. DESGLOSE DE GASTOS

Ud.	Concepto	cantidad	Precio unitario euro/ud	Precio parcial euro/pos
Ud.	Cuadro de protecciones según esquema unifilar	1	289,45	289,45
M.	LÍNEA CABLE UNIPOLAR 3x1,5, RZ1-K para ALUMBRADO	36,69	4,67	171,3423
	Suministro e instalación de línea 2x1,5+T en bandeja o canalización donde proceda.			
M.	LÍNEA CABLE UNIPOLAR 3x2,5, RZ1-K para fuerza	45,22	1,12	50,6464
	Suministro e instalación de línea 2x2,5+T en bandeja o canalización donde proceda.			
M.	LÍNEA CABLE UNIPOLAR 3x6, RZ1-K para fuerza	2,93	0,99	2,9007
	Suministro e instalación de línea 2x6+T en bandeja o canalización donde proceda.			
M.	LÍNEA CABLE UNIPOLAR 3x4, RZ1-K para fuerza	3,91	1,14	4,4574
	Suministro e instalación de línea 2x4+T en bandeja o canalización donde proceda.			
Ud.	PIA K60N bipolar de 10A.	1	13,39	13,39
Ud.	PIA K60N bipolar de 16A.	2	13,61	27,22
Ud.	PIA K60N bipolar de 25A.	1	14,23	14,23
Ud.	PIA K60N bipolar de 20A.	1	13,23	13,23
Ud.	Interruptor Diferencial II/40/30 ID, Instantáneo, clase AC	1	32,5	32,5
Ud.	Interruptor general automático IC60N 2P 32A curva -C	1	23	23
Ud.	ICP K60N 20A 2P	1	14,9	14,9
	BASE			657,27
	GASTOS GENERALES	0,10		65,73
	BENEFICIO INDUSTRIAL	0,20		131,45
	PRESUPUESTO TOTAL (SIN IVA)			854,45
	IVA	0,21		179,43
	PRESUPUESTO TOTAL (IVA INCLUIDO)			1033,88

Los gastos del presente proyecto ascienden a **MIL TREINTA Y TRES CON OCHENTA Y OCHO EUROS.**

14. CONCLUSIONES

La realización de este TFG me ha servido para retomar aquello que me impulsó a iniciar mis estudios en el mundo de la electricidad, que es el diseño de circuitos eléctricos y a partir de ahí el diseño de todo lo que lo rodea, como puede ser esta vivienda u otras instalaciones.

Yo comencé este trabajo con un buen conocimiento e interpretación del Reglamento de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, así como también sabía de la existencia de normas de la compañía distribuidora que son necesarias para la realización del TFG.

Quizá este tipo de trabajo está un poco al límite de lo que sería un proyecto con una cierta investigación, que sería lo ideal en la elaboración de un TFG, pero pienso que saber realizar un proyecto de electrificación de una instalación de cierta envergadura con todos sus apartados es básico para cualquier Ingeniero Eléctrico.

ANEXO I

NORMATIVA APLICABLE

Estas son las disposiciones legales que se han tenido en cuenta para la redacción del presente Proyecto y que deberán respetarse en la realización de de las obras de la instalación: Para la elaboración del Proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. nº 224 de fecha 18 de Septiembre), e instrucciones Técnicas Complementarias.
- RD 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, publicado en el B.O.E. nº 310 de 27 de Diciembre de 2000.
- Normas particulares de la empresa de distribución eléctrica IBERDROLA para la alimentación de instalaciones de baja y media tensión.
- Normativa de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

ANEXO II

PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 01: PLANO DE PLANTA, CONJUNTO DE TODOS LOS CIRCUITOS

PLANO 02: PLANO PLANTA, CIRCUITO ILUMINACIÓN

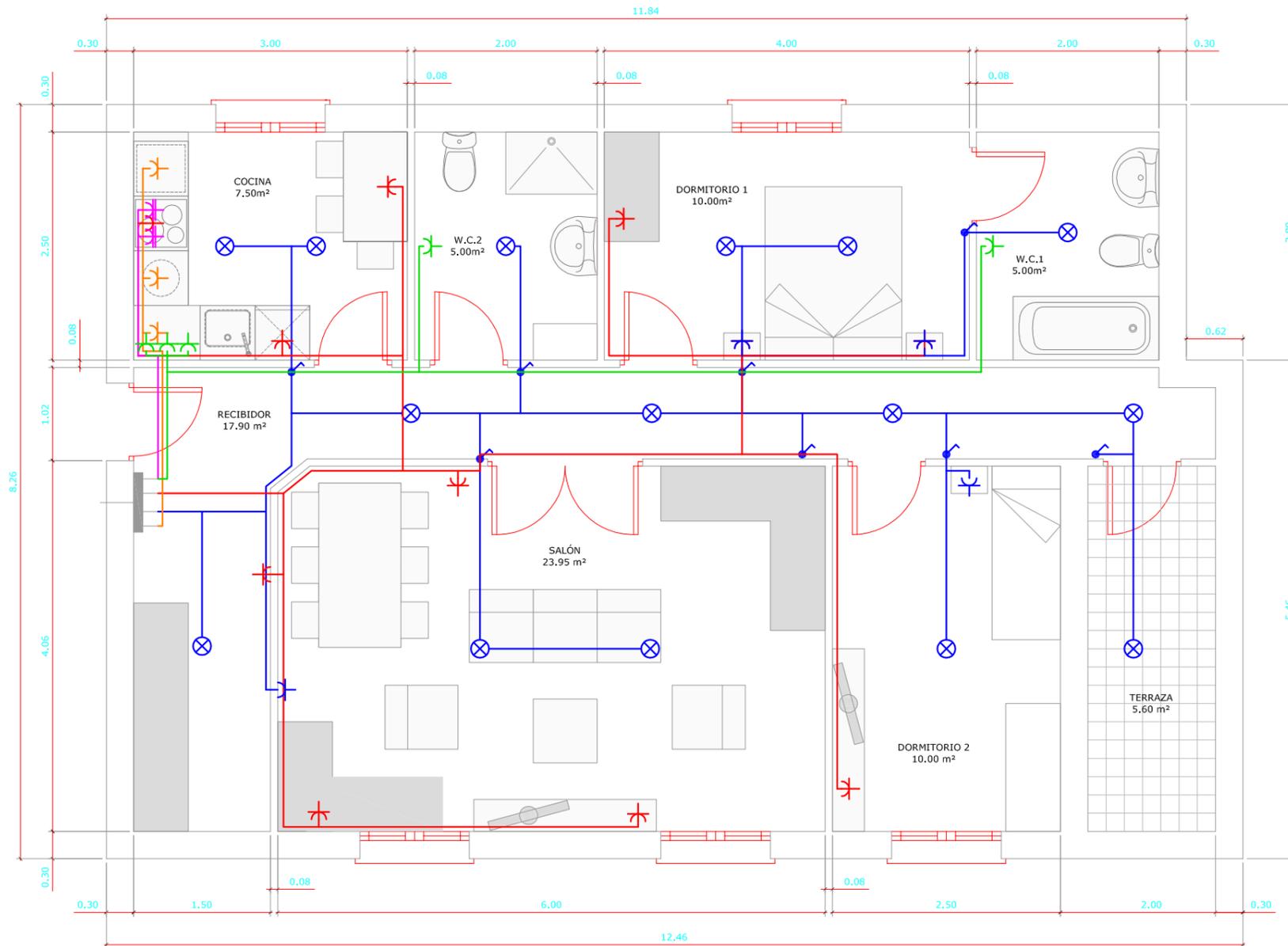
PLANO 03: PLANO PLANTA, CIRCUITO DE FUERZA

PLANO 04: PLANO PLANTA, CIRCUITO COCINA Y HORNO

PLANO 05: PLANO PLANTA, CIRCUITO BAÑO

PLANO 06: ESQUEMA UNIFILAR

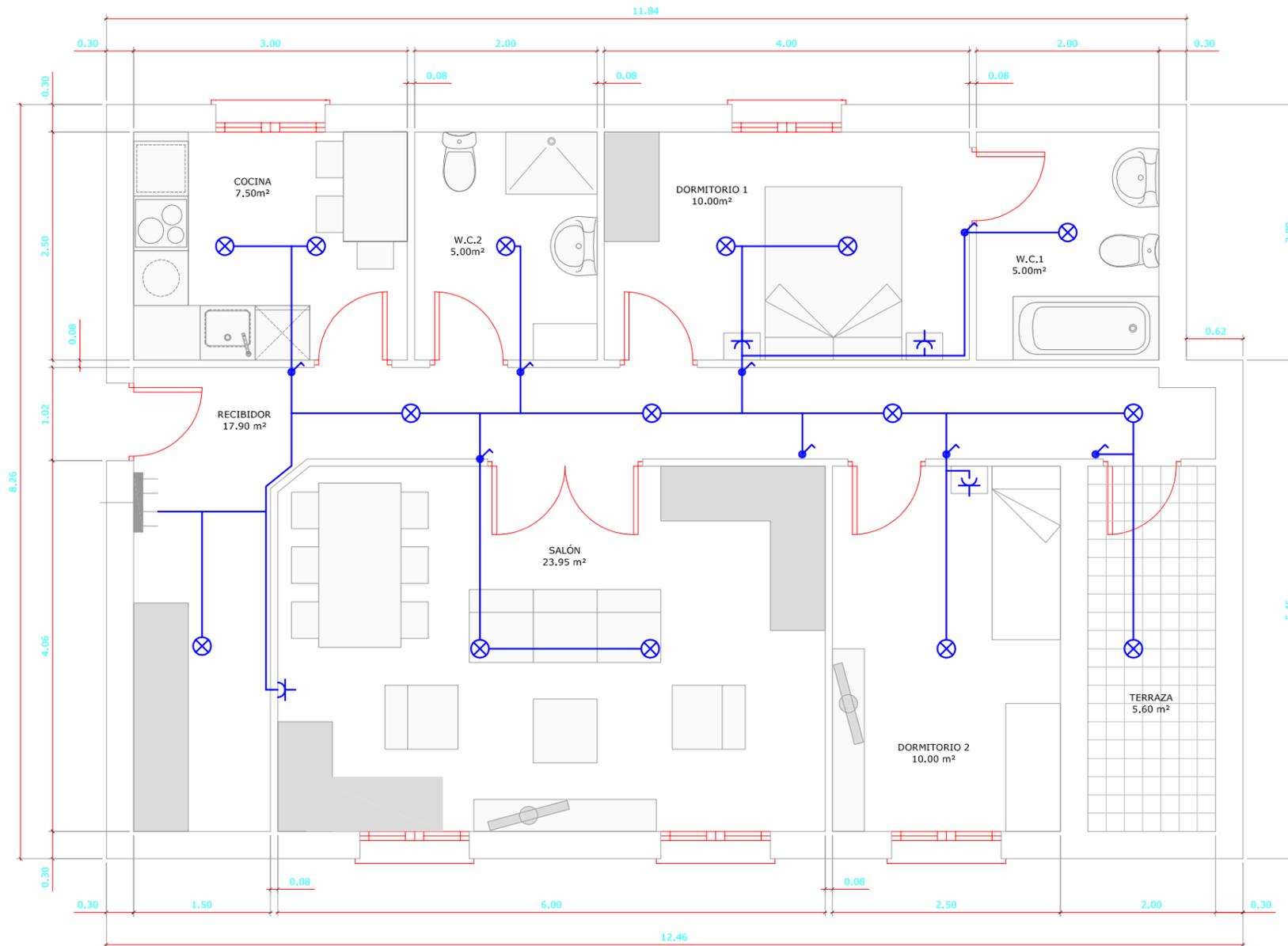
PLANO 07: PLANO DE SITUACION Y EMPLAZAMIENTO



LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 25A TRIFÁSICA CON TOMA DE TIERRA

LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR SIMPLE
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	LUMINARIA

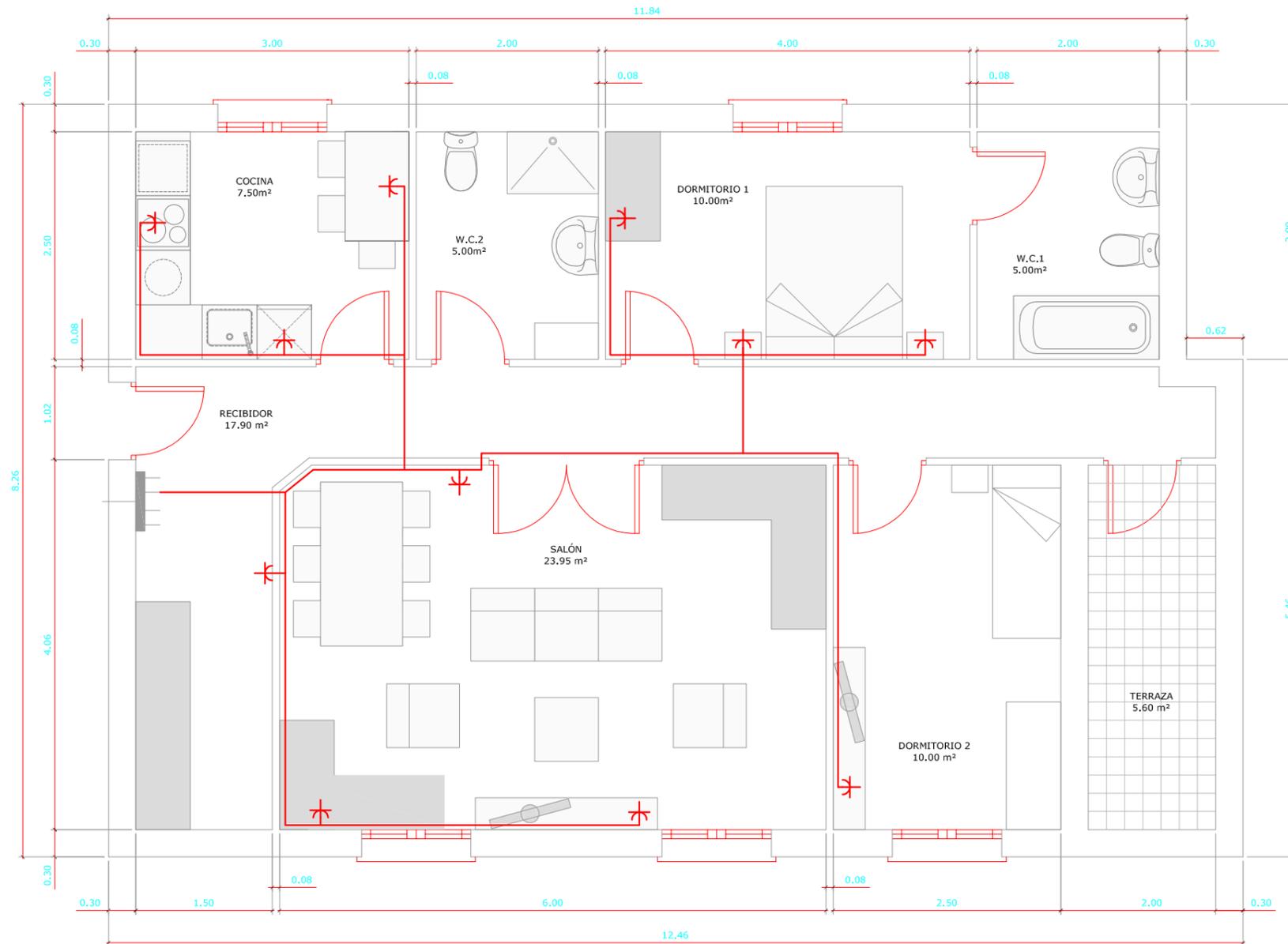
Propiedad	Proyecto	INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, N°2 , ERANDIO (BIZKAIA)		Maitane Basanta	Escala
	Denominación	PLANO DE PLANTA		GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIZKAIA	1/150
		Fecha	07-06-18	Cod. Proyecto	Nº Plano
				1218004	01
					A3



LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 25A TRIFÁSICA CON TOMA DE TIERRA

LEYENDA	
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR SIMPLE
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	LUMINARIA

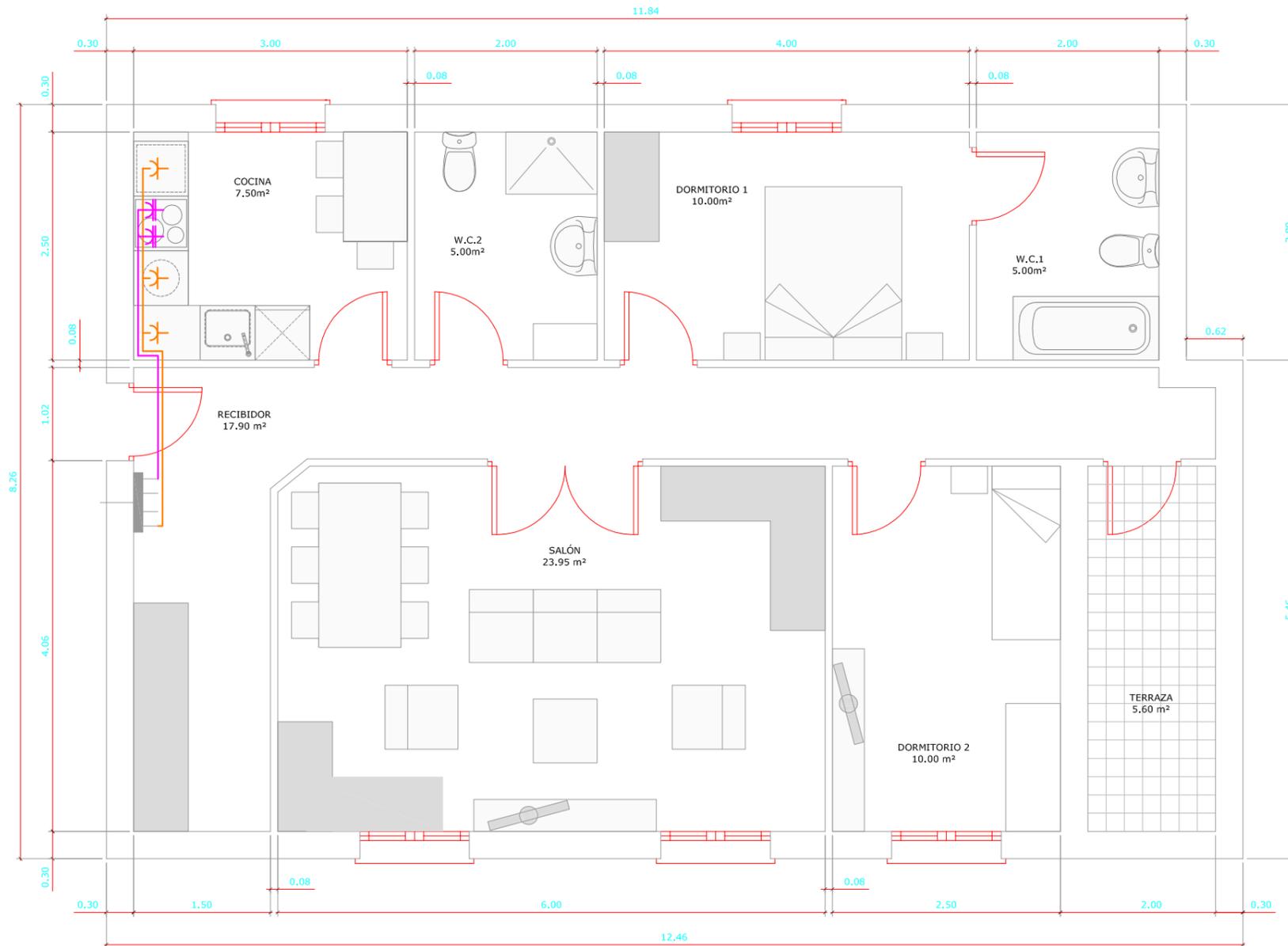
Propiedad	Proyecto	INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, N°2 , ERANDIO (BIZKAIA)		Escala 1/150
	Denominación	PLANO DE PLANTA		
	Fecha	07-06-18	Cod. Proyecto	1218004
			Nº Plano	02
				A3



LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 25A TRIFÁSICA CON TOMA DE TIERRA

LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR SIMPLE
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	LUMINARIA

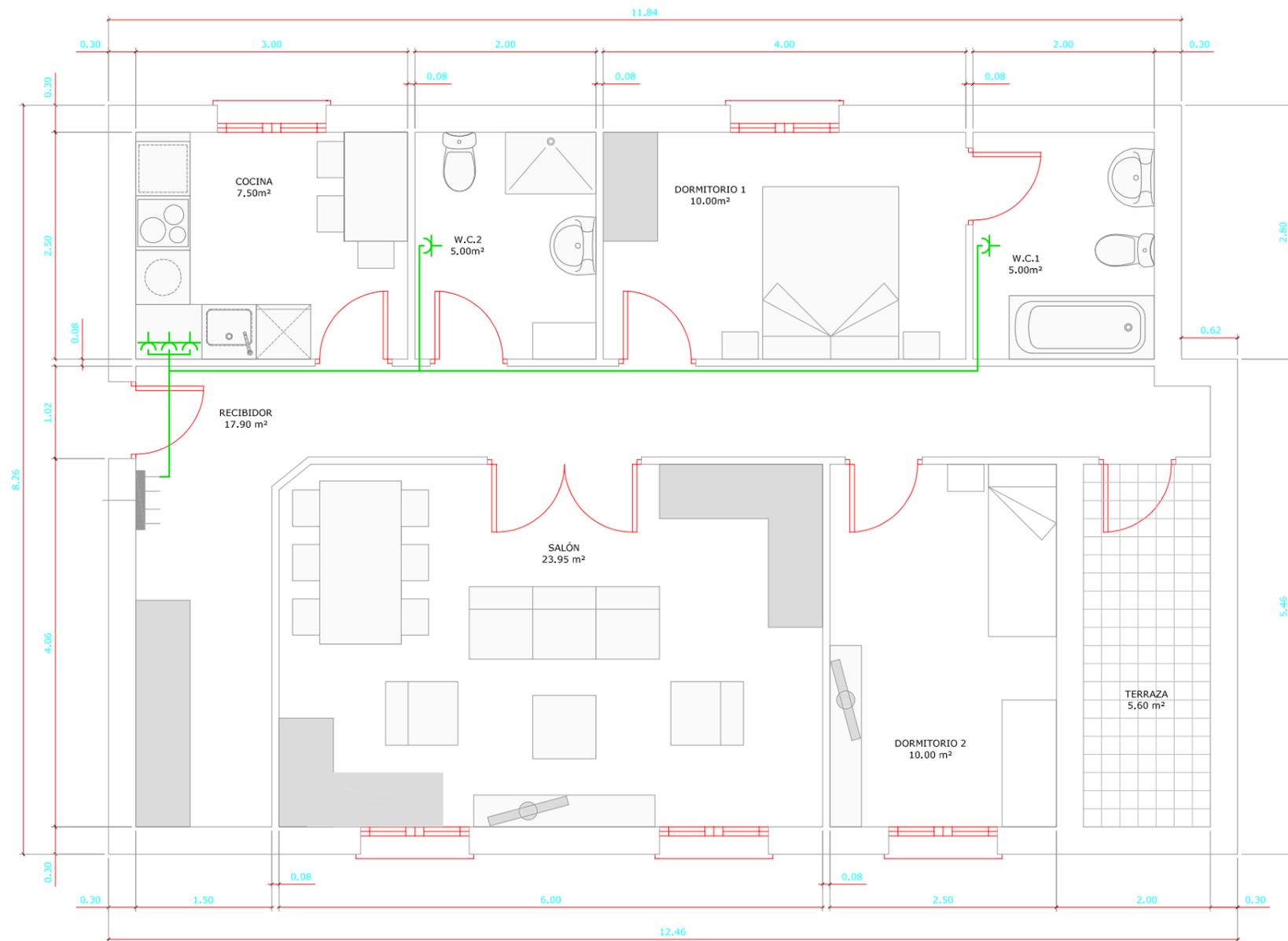
Propiedad	Proyecto	INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, N°2 , ERANDIO (BIZKAIA)		Escala 1/150
	Denominación	PLANO DE PLANTA		
	Fecha	07-06-18	Cod. Proyecto	1218004
			Nº Plano	03
				A3



LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 25A TRIFÁSICA CON TOMA DE TIERRA

LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR SIMPLE
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	LUMINARIA

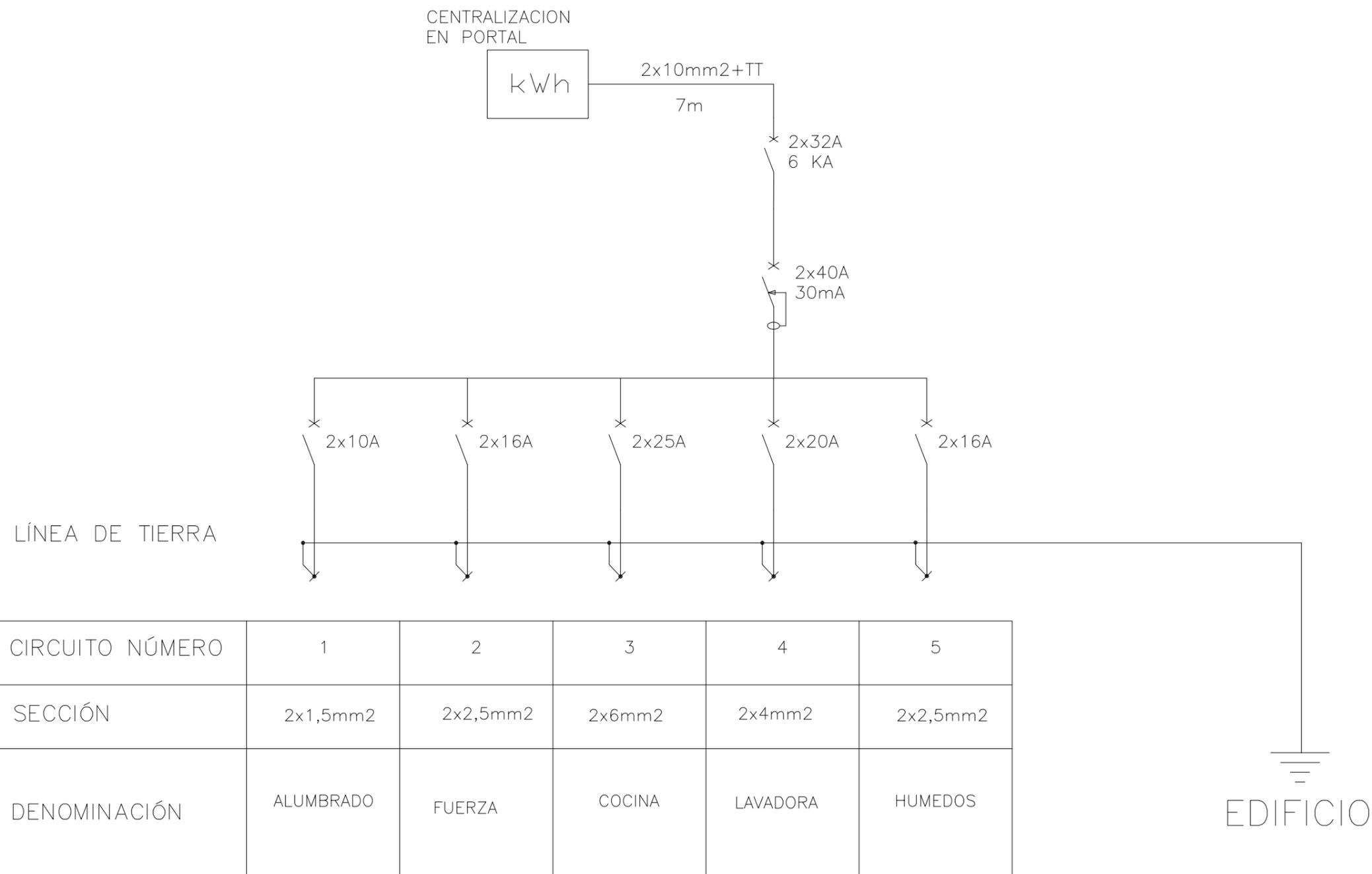
Propiedad	Proyecto	INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, N°2 , ERANDIO (BIZKAIA)			MAITANE BASANTA GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIZKAIA	Escala 1/150
	Denominación	PLANO DE PLANTA		Fecha 07-06-18	Cod. Proyecto 1218004	Nº Plano 04 A3



LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 25A TRIFÁSICA CON TOMA DE TIERRA

LEYENDA	
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONMUTADOR SIMPLE
	BASE PARA TOMA DE CORRIENTE 16A MONOFÁSICA CON TOMA DE TIERRA
	LUMINARIA

Propiedad	Proyecto	INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, Nº2 , ERANDIO (BIZKAIA)		Maitane Basanta	Escala
	Denominación	PLANO DE PLANTA		GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIZKAIA	1/150
		Fecha	07-06-18	Cod. Proyecto	Nº Plano
				1218004	05
					A3



Propiedad	Proyecto INSTALACION ELECTRICA Calle Mitxelena, Nº2 , ERANDIO (BIZKAIA)		MAITANE BASANTA GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIA INDUSTRIAL BIZKAIA	Escala 1/150
	Denominación ESQUEMA UNIFILAR	Fecha 07-06-18	Cod. Proyecto 1218004	Nº Plano 06

