



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica  
de Ingenieros de Minas

# GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

## PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS

León, a Julio de 2015

Autor: Francisco Caminero Díez

Tutor: Ana María Díez Suárez

El presente proyecto ha sido realizado por D. Francisco Caminero Diez, alumno/a de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Grado en Ingeniería de la Energía.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por Dña. Ana María Díez Suárez, profesora del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: D. Francisco Caminero Diez  
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: Dña. Ana María Díez Suárez  
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

## **RESUMEN**

El Trabajo Fin de Grado que se expone a continuación es un proyecto de ejecución realizado por D. Francisco Caminero Diez y esta llevado a cabo para rehabilitar la minicentral hidroeléctrica de Calahorra de Ribas, en la localidad de Ribas de Campos, provincia de Palencia.

En la redacción del mismo se incluyen tanto la descripción del lugar y de las instalaciones existentes donde se va a llevar a cabo, como la de la instalación hidromecánica y eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de la misma, así como un anexo de cálculos que justifiquen su puesta en marcha.

Se incluyen también un anexo fotográfico y otro que contiene la antigua concesión de aguas.

## **ABSTRACT**

The End of Degree Project explained below is an ongoing project that has been conducted by D. Francisco Caminero Diez and it has been carried out to rehabilitate the mini hydroelectric power station of Calahorra de Ribas, in the locality of Ribas de Campos, province of Palencia.

The drafting of the project includes the description of the place where is going to be carried out, the hydro mechanical and electrical installation necessary for the proper operation, as well as an annex of calculations that justify its starting.

It also includes a photographic annex and other that contains the ancient water authorization.

# ÍNDICE

## Memoria

1	Antecedentes .....	2
2	Objeto del proyecto .....	2
3	Datos de la instalación .....	3
3.1	Titular de la instalación .....	3
3.2	Situación de la instalación.....	3
3.2.1	Localización geográfica .....	3
3.2.2	Localización climática .....	4
3.3	Clasificación de la instalación.....	4
3.4	Justificación de la redacción del proyecto .....	5
4	Reglamentación y normas técnicas consideradas .....	5
4.1	Normativa referente al Canal de castilla.....	6
5	Antecedentes al proyecto.....	6
6	Hidrología.....	8
6.1	Cuenca Hidrográfica .....	8
6.2	Sistemas hídricos de los que depende el Canal de Castilla.....	9
6.3	Precipitaciones .....	10
7	Descripción de las instalaciones .....	11
7.1	Toma de agua y cámara de carga.....	11
7.2	Compuertas .....	12
7.3	Tubería forzada .....	12
7.4	Válvula de seguridad .....	13
7.5	Casa de máquinas.....	13
7.6	Desagüe.....	14
8	Descripción del equipamiento hidromecánico.....	15
8.1	Elección del tipo de turbina .....	15
8.2	Turbina Kaplan .....	18
8.2.1	Descripción y componentes.....	18
8.2.2	Mantenimiento de las turbinas Kaplan. ....	22
8.3	Generador .....	22
8.3.1	Tipos de generadores .....	22

8.3.2	Generador elegido .....	23
8.3.3	Características generales .....	23
8.3.4	Protección del generador .....	24
8.4	Equipo eléctrico y transformador .....	24
8.5	Línea eléctrica de evacuación .....	25
8.6	Pararrayos autovalvulares.....	26
9	Potencia instalada.....	28
10	Producción eléctrica esperada.....	30
11	Características de la turbina elegida.....	30
11.1	Datos de partida .....	30
11.2	Turbina Kaplan.....	30
11.3	Rendimientos.....	30
11.4	Componentes .....	32
11.5	Velocidad específica .....	33
11.6	Dimensiones del rodete .....	33
11.7	Dimensiones de la cámara espiral.....	35
11.7.1	Espiral de acero.....	35
11.8	Dimensiones del tubo de aspiración .....	37
12	Elección del generador .....	39

<b>Planos</b> .....	40
---------------------	----

## **Pliego de condiciones**

13	Datos generales .....	48
13.1	Datos del proyecto .....	48
13.2	Datos del emplazamiento .....	48
14	Condiciones generales .....	48
15	Reglamentos y normas .....	49
16	Técnico director de obra.....	49
17	Contratista .....	50
18	Materiales .....	51
19	Materiales no utilizables.....	51
20	Ejecución de las obras.....	51

20.1	Comienzo.....	51
20.2	Plazo de ejecución.....	51
21	Libro de órdenes .....	52
22	Interpretación y desarrollo del proyecto.....	52
23	Obras complementarias.....	53
24	Modificaciones.....	53
25	Trabajos defectuosos.....	53
26	Medios auxiliares .....	54
27	Vicios ocultos .....	54
28	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	54
29	Limpieza de las obras.....	54
30	Documentación final de la obra.....	54
31	Conservación de las obras .....	54
32	Recepción de las obras .....	55
32.1	Recepción provisional .....	55
32.2	Plazo de garantía.....	55
32.3	Recepción definitiva.....	55
33	Contratación de la empresa.....	55
33.1	Modo de contratación .....	55
33.2	Presentación.....	55
33.3	Selección.....	55
34	Fianza .....	56
35	Presencia del Contratista en la obra.....	56
36	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	56
37	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	57
38	Faltas de personal .....	57
39	Caminos y accesos .....	57
40	Replanteo.....	57
41	Facilidades para otros contratistas.....	58
42	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	58
43	Prórroga por causa de fuerza mayor .....	58
44	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	58
45	Abono de la Obra .....	59
46	Composición de los precios unitarios .....	59

46.1	Costes directos .....	59
46.2	Costes indirectos .....	60
46.3	Gastos generales .....	60
46.4	Beneficio Industrial .....	60
46.5	Precio de Ejecución Material .....	60
46.6	Precio de Contrata .....	60
47	Precio de contrata. Importe de contrata .....	60
48	Precios contradictorios .....	61
49	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	61
50	De la revisión de los precios contratados .....	61
51	Acopio de materiales .....	61
52	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	62
53	Relaciones valoradas y certificaciones .....	62
54	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	63
55	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	63
56	Pagos.....	64
57	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras .....	64
58	Demora de los pagos .....	64
59	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios .....	64
60	Unidades de obras defectuosas pero aceptables.....	65
61	Seguro de las obras.....	65
62	Conservación de la obra .....	65
63	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario .....	66
64	Contrato .....	66
64.1	Responsabilidades.....	67
64.2	Causas de rescisión del contrato.....	67
64.3	Liquidación en Caso Rescisión del Contrato .....	68
65	Condiciones generales .....	69
66	Canalizaciones eléctricas .....	69
66.1	Conductores aislados bajo tubos protectores .....	70
66.1.1	Tubos en canalizaciones fijas en superficie .....	71
66.1.2	Tubos en canalizaciones empotradas.....	72
66.1.3	Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire .....	74

66.1.4	Tubos en canalizaciones enterradas.....	75
66.1.5	Instalación.....	76
66.2	Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes .....	78
66.3	Conductores aislados enterrados .....	78
66.4	Conductores aislados directamente empotrados en estructuras .....	78
66.5	Conductores aislados en el interior de la construcción.....	79
66.6	Conductores aislados bajo canales protectoras .....	79
66.7	Conductores aislados bajo molduras.....	81
66.8	Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	82
66.9	Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas ....	82
66.10	Accesibilidad a las instalaciones.....	82
67	Subdivisión de las instalaciones.....	83
68	Conductores.....	83
68.1	Materiales .....	83
68.2	Dimensionado .....	84
68.3	Identificación de las instalaciones .....	85
68.4	Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	85
69	Cajas de empalme.....	86
70	Mecanismos y tomas de corriente .....	86
71	Aparamenta de mando y protección.....	87
71.1	Cuadros eléctricos.....	87
71.2	Interruptores automáticos.....	88
71.3	Guardamotores .....	89
71.4	Fusibles.....	89
71.5	Interruptores diferenciales .....	89
71.5.1	Protección por aislamiento de las partes activas. ....	89
71.5.2	Protección por medio de barreras o envolventes. ....	90
71.5.3	Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual .....	90
71.6	Seccionadores .....	91
71.7	Embarrados .....	91
71.8	Prensaestopas y etiquetas .....	92
72	Receptores de alumbrado .....	92
73	Receptores a motor .....	93
74	Puestas a tierra .....	96



74.1	Uniones a tierra.....	97
74.1.1	Tomas de tierra.....	97
74.1.2	Conductores de tierra.....	97
74.1.3	Resistencia de las tomas de tierra.....	98
74.1.4	Bornes de puesta a tierra.....	98
74.1.5	Conductores de protección.....	99
75	Inspecciones y pruebas en fábrica.....	99
76	Control.....	100
77	Seguridad.....	101
78	Limpieza.....	101
79	Mantenimiento.....	102
80	Criterios de medición.....	102

## Presupuesto

81	Estado de mediciones.....	104
82	Precios unitarios.....	114
83	Presupuesto de ejecución material.....	124

## Estudio de viabilidad

84	Introducción.....	126
85	Índice de Potencia.....	126
86	Índice de energía.....	126
87	Análisis de la rentabilidad de la central.....	127
87.1	Introducción al análisis de rentabilidad.....	127
87.2	Valor actual neto (VAN).....	127
87.3	Tasa interna de retorno (TIR).....	128
88	Estudio de viabilidad económica.....	128
88.1	Ingresos.....	128
88.2	Gastos.....	129
89	Resultados.....	129

## Estudio Básico de Seguridad y Salud

90	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	132
91	Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	132
92	Datos generales .....	133
92.1	Datos del proyecto.....	133
92.2	Datos del emplazamiento .....	133
92.3	Descripción del emplazamiento .....	133
93	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.....	134
94	Maquinaria pesada de obra .....	135
95	Medios auxiliares .....	135
96	Metodología.....	135
97	Identificación de riesgos y acción preventiva.....	136
97.1	Transporte de materiales: .....	136
97.2	Trabajos en altura (apoyos): .....	137
97.3	Cercanía a instalaciones de media tensión: .....	139
97.4	Trabajos en tensión.....	141
97.5	Puesta en servicio en ausencia de tensión .....	143
98	Normativa aplicable .....	144
98.1	Equipos de protección individual (epi) .....	146
98.2	Normativa de ámbito local .....	147
98.3	Instalaciones y equipos de obra .....	148
99	Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección .....	148
99.1	Características de empleo y conservación de maquinarias: .....	148
99.2	Características de empleo y conservación de útiles y herramientas .....	148
99.3	Empleo y conservación de equipos preventivos: .....	149
99.4	Prescripciones a cumplir:.....	149
100	Conclusiones .....	151

## Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada

101	Introducción.....	153
101.1	Antecedentes.....	153
101.2	Metodología .....	154
102	Análisis del proyecto.....	155
102.1	Objetivos.....	155
102.2	Bases de la propuesta de actuación .....	155
102.2.1	Propuesta de actuación .....	155
102.2.2	Justificación de la actuación.....	155
103	Descripción de las actividades .....	156
103.1	Durante la fase de construcción.....	156
103.2	Durante la fase de explotación.....	157
104	Descripción del medio .....	157
104.1	Definición del área de estudio.....	157
104.2	Factores y procesos físicos .....	157
104.2.1	Clima.....	157
104.2.2	Suelos. Edafología .....	158
104.2.3	Hidrología subterránea y superficial .....	158
104.2.4	Procesos físicos .....	158
104.3	Factores biológicos .....	159
104.3.1	Vegetación.....	159
104.3.2	Fauna .....	159
104.3.3	Paisaje y calidad visual .....	159
104.3.4	Factores socioeconómicos. ....	160
105	Identificación de alteraciones.....	160
105.1	Clasificación de los impactos .....	160
105.2	Identificación de impactos .....	161
105.3	Impactos en la atmósfera .....	162
105.4	Impactos en el sustrato ecológico .....	162
105.5	Impactos en el suelo.....	162
105.6	Impacto en las aguas y en el curso fluvial .....	163
105.7	Impacto por vertidos constantes.....	163
105.8	Vertidos temporales .....	163
105.9	Salinización .....	163

---

105.10	Mantenimiento del caudal ecológico .....	163
105.11	Variación del contenido en sólidos en suspensión.....	164
105.12	Impacto sobre el régimen de las aguas fluyentes .....	164
105.13	Impacto sobre la calidad físico-química de las aguas.....	164
105.14	Impactos en la cubierta vegetal.....	164
105.15	Impacto en la fauna .....	164
105.16	Impactos en el paisaje. ....	164
106	Evaluación de los impactos ambientales.....	165
107	Medidas correctoras y protectoras .....	165
108	Efectos positivos desde el punto de vista ambiental .....	167
109	Conclusión de la Evaluación de Impacto ambiental Simplificada.....	167
 <b>Concesión de aguas</b> .....		168
 <b>Referencia catastral del inmueble</b> .....		178
 <b>Anexo fotográfico</b> .....		179

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.	Situación de Ribas de Campos y Canal de Castilla. ....	3
Figura 5.2.	Imagen de las esclusas, en la que se aprecia el desnivel. ....	7
Figura 5.2.	Turbina Francis de la central hidroeléctrica de Calahorra de Ribas. ....	7
Figura 6.1.	Canal de Castilla. ....	9
Figura 6.2.	Climograma ....	10
Figura 7.3.	Toma de aguas. ....	11
Figura 7.2.	Tubería a la entrada de la antigua turbina. ....	12
Figura 7.3.	Edificio de la central. ....	13
Figura 8.1.	Ábaco para la selección del tipo de turbina. ....	15
Figura 8.2.	Campo de aplicación Turbina Kaplan. ....	16
Figura 8.3.	Tipo de turbina más adecuado en función de la velocidad específica y el salto ....	16
Figura 8.4.	Turbina elegida: Kaplan. ....	17
Figura 8.5.	Turbina Kaplan de eje vertical. ....	18
Figura 8.6.	Distribuidor en una turbina Kaplan. ....	19
Figura 8.7.	Cámara de alimentación. ....	19
Figura 8.8.	Forma del tubo de aspiración. ....	20
Figura 8.9.	Servomotor. ....	21
Figura 8.10.	Nervio central. ....	21
Figura 8.11.	Palones que sujetarán los cables. ....	25
Figura 11.1.	Curvas del rendimiento de las turbinas. ....	31
Figura 11.2.	Dimensiones de la turbina Kaplan. ....	34
Figura 11.3.	Dimensiones de la espiral de acero. ....	35
Figura 11.4.	Dimensiones del tubo de aspiración. ....	37
Figura 110.4.	Vista aérea del Canal de Castilla. ....	180
Figura 110.2.	Edificio de la central. ....	180
Figura 110.3.	Casa de máquinas y antiguo molino. ....	181
Figura 110.4.	Edificio de la central visto desde la carretera. ....	181
Figura 110.5.	Esclusas. ....	182
Figura 110.6.	Canal de desagüe. ....	182
Figura 110.7.	-1ª esclusa con las compuertas cerradas. ....	183

---

Figura 110.8.-Toma de agua y cámara de carga.....	183
Figura 110.9.-Tubería y antigua turbina. ....	184
Figura 110.10.- Estado actual del interior del edificio.....	184
Figura 110.11.-Antiguos equipos. ....	185
Figura 110.12.-Placa de características del antiguo transformador.....	185
Figura 110.13.-Palones de la línea eléctrica. ....	186

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.	Zonas regables del Canal de Castilla .....	8
Tabla 6.2.	Embalses del Carrión y Pisuegra .....	9
Tabla 11.1.	Rendimientos de la turbina en función del caudal. ....	31
Tabla 12.1.	Velocidades de los generadores accionados por turbinas hidráulicas. ...	39
Tabla 66.1.1.	Tubos en canalizaciones fijas en superficie. ....	71
Tabla 66.1.2.	Tubos empotrados en construcciones. ....	72
Tabla 66.1.2.	Tubos empotrados en hormigón o canalizaciones precableadas.....	73
Tabla 66.1.3.	Tubos en canalizaciones aéreas. ....	74
Tabla 66.1.4.	Tubos en canalizaciones enterradas. ....	75
Tabla 66.6.	Características conductores aislados. ....	80
Tabla 68.4.	Resistencia al aislamiento de conductores. ....	85
Tabla 74.1.2.	Sección conductores de tierra. ....	98
Tabla 74.1.5.	Sección de conductores de protección. ....	99
Tabla 89.	Viabilidad económica según el VAN.....	129
Tabla 93.	Centros de asistencia sanitaria cercanos .....	134
Tabla 107.1.	Alteraciones y medidas correctoras en la fase de construcción.....	166
Tabla 107.2.	Alteraciones y medidas correctoras en la fase de explotación.....	166

**Memoria**



## 1 Antecedentes

Este proyecto se redacta para la rehabilitación de una antigua central hidroeléctrica existente en el Canal de Castilla, a la altura de Ribas de Campos (Palencia).

El fin que tiene es el aprovechamiento del salto de agua que hay en el lugar para generar energía eléctrica y así poder obtener un beneficio económico a partir de este recurso que nos ofrece el Canal de Castilla. Se sacará provecho a las energías cinética y potencial de la corriente de agua.

En este punto del Canal de Castilla, existe un gran desnivel, de 12 metros, que en el momento de la construcción de dicho canal, se salvó por medio de tres grandes esclusas.

Para aprovechar la fuerza del agua en el salto, se construyeron inicialmente 3 molinos, de los cuales el tercero se reconvirtió años después en una central hidroeléctrica.

Con esta obra se daría otro uso más al canal, que actualmente se usa para el riego de los campos situados a sus orillas, para el abastecimiento de algunas localidades, y con usos recreativos y turísticos.

## 2 Objeto del proyecto

Este proyecto se hace con el objeto de definir las características mecánicas y eléctricas y determinar la viabilidad económica del proyecto y la potencia a instalar, para justificar la rehabilitación de esta antigua central hidroeléctrica existente junto al Canal de Castilla en el término municipal de Ribas de Campos, en la provincia de Palencia.

La potencia instalada será de 180 kW, que se obtiene a través de un salto neto de agua de 11,85 metros, y de un caudal de 1800 l/s, según dicen los datos proporcionados por la Confederación Hidrográfica del Duero de la antigua concesión administrativa de usos de aguas, que se adjunta en el presente proyecto.

En esta central se toma agua del Canal de Castilla, en la parte alta de la esclusa número 22, por la toma de agua que atraviesa el puente, y lo dirige a la conducción forzada que alimenta a la turbina, y una vez ha sido turbinada, vierte las aguas a través del canal de desagüe al Río Carrión, puesto que en dicho punto se cruzan este y el Canal de Castilla.

La energía que en ella se genere se inyectará a la red, entroncando a la línea eléctrica más cercana, aprovechando para ello los palones existentes que sostenían los antiguos cables, puesto que están en perfecto estado.

### 3 Datos de la instalación

#### 3.1 Titular de la instalación

Esta instalación pertenece a la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD), que es el organismo dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, encargado de la gestión de las aguas en la cuenca del Duero.

Por lo tanto, la Confederación Hidrográfica del Duero es quien explota el Canal de Castilla.

Tiene su sede central en Valladolid, C.P. 47004, en la C/ Muro, nº 5.

#### 3.2 Situación de la instalación

##### 3.2.1 Localización geográfica

La central hidroeléctrica se situará sobre las aguas del Canal de Castilla, en el término municipal de Ribas de Campos, con CP: 34411, en la provincia de Palencia. Ribas de Campos es un municipio de la comarca de Tierra de Campos.

Dicha localidad dista en 20,2 km de Palencia, y está situado a 777 m sobre el nivel del mar.



Figura 3.1.- Situación de Ribas de Campos y Canal de Castilla.

Se ubicara en el paraje conocido como Calahorra de Ribas, antigua población que surgió con la construcción del Canal de Castilla, puesto que allí se construyeron viviendas para los trabajadores del canal (escluseros, molineros, etc.) y de la que actualmente apenas quedan tres edificios en pie, que pertenecen a CHD, y otros en una finca privada.

En este punto del Canal de Castilla hay un importante salto, que se salvó mediante el grupo de esclusas 22, 23 y 24.

Se instalará en el edificio existente de la antigua central, haciéndole una reconstrucción, cuya referencia catastral es: 000900100UM76G0001OJ. Dicho edificio cuenta con una superficie de 211 m<sup>2</sup> y cuya localización en coordenadas ETRS89 es:

- Latitud: 42º 9' 55.41'' N
- Longitud: 4º 31' 56.92'' W
- Del huso: 30, en el hemisferio Norte.

En dicho lugar, se conserva en perfecto estado de conservación la toma de agua del canal de carga, la tubería que alimentaba a la antigua turbina

### 3.2.2 Localización climática

El clima, en esta localidad palentina, es mediterráneo continentalizado, con algún rasgo oceánico debido a su relativa proximidad al mar Cantábrico y a que en la parte occidental de Castilla y León (lugar del cual proceden las nubes del Atlántico) no existen montañas que frenen los frentes nubosos.

La principal característica de este tipo de clima, es la amplia oscilación térmica que se produce entre los veranos y los inviernos. Las temperaturas son particularmente frescas debidas a su relieve circundante. La temperatura media de enero es de algo más de 3,2 °C y la de julio de 20,4 °C. En verano, que es la estación seca y calurosa, se llegan a alcanzar los 40°C en alguna ocasión.

La temperatura media anual en Ribas de Campos se encuentra a 11.9 °C.

### 3.3 Clasificación de la instalación

Debido a las características de la instalación de la central hidroeléctrica, ésta queda clasificada como “Central productora de energía en baja tensión” (Tipo C.2) y a su vez como “local húmedo” (Tipo B.1), por poder aparecer en ocasiones cúmulos de agua, si se dan condiciones de avería del sistema hidráulico o por condensación, de acuerdo con la ITC-BT 30, que trata sobre “Instalaciones en locales de características especiales”, apartado 1, “Instalaciones en locales húmedos”; Tipificado de acuerdo con la ITC-BT 4, “Documentación y puesta en servicio de las instalaciones”, en el cuadro 3.1.

### 3.4 Justificación de la redacción del proyecto

El presente proyecto se realiza conforme con lo recogido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002), en la ITC-BT-04, "Documentación y puesta en servicio de las instalaciones", en la cual, el artículo 3.1, establece que para su ejecución, precisan elaboración de proyecto las instalaciones eléctricas correspondientes a locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión si la potencia prevista en la instalación es superior a 10 kW.

## 4 Reglamentación y normas técnicas consideradas

En el presente proyecto se recogen las características de los materiales a instalar, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Ley 24/2013 del sector eléctrico.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, que desarrolla el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden Ministerial de 5 de Septiembre de 1985 del Ministerio de Industria y Energía (BOE del 12-09-85) por la que se establecen normas administrativas y técnicas para la conexión de centrales hidroeléctricas de hasta 5 MVA y centrales de autogeneración.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.
- Código Técnico de la Edificación aprobado por el Real Decreto 314/2006.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### 4.1 Normativa referente al Canal de castilla

- Por Decreto 154/1991 de 13 de Junio, el Canal de Castilla fue declarado como Bien de Interés Cultural, con la categoría de Conjunto Histórico. En el proyecto queda reflejado como tal. También posee unas Normas Reguladoras (Plan Regional del Canal de Castilla) a las que debe ceñirse toda actuación que pudiera afectar a la infraestructura hidráulica.
- Fruto de la Declaración como Bien de Interés Cultural, el Canal está afectado por la ley 16/1985, de 25 de Junio, del patrimonio histórico español, cuyo objeto es completar la acción vigilante con el estímulo educativo, técnico y financiero.
- Por Decreto 205/2001 de 2 de Agosto, se aprobó el Plan Regional de ámbito territorial del Canal de Castilla. El objeto del Plan Regional es el de establecer unas normas reguladoras de las actuaciones e intervenciones (públicas y privadas) que se realicen sobre el Canal y su entorno.

### 5 Antecedentes al proyecto

La idea de construir el Canal de Castilla, surgió para conectar el interior de Castilla con la costa, para dar salida comercial a los excedentes agrícolas de la región. Querían unir Segovia con Santander, mediante los canales de navegación, que además servirían para el riego. Se quiso hacer toda una red de navegación fluvial en el territorio de Castilla y León, pero finalmente, debido a las dificultades económicas de la época y los problemas con la orografía del terreno, solo se construyeron tres ramales (Norte, Campos y Sur). Estos tienen un total de 207 kilómetros de longitud, repartidos principalmente entre Valladolid y Palencia, aunque también pasa por Burgos. La construcción duro casi un siglo, desde 1.753 hasta 1.849. Debido a la lenta construcción y a la aparición del ferrocarril, un medio de transporte más rápido y barato, el Canal apenas se uso para navegación.

La profundidad media que tiene el canal oscila entre los 1,8 y 3 metros, y la anchura entre los 11 y 22 metros.

El desnivel existente entre la primera toma de aguas y la desembocadura final es de 150 metros que se salvan mediante esclusas. Hay un total de 49, de las cuales 24 están en el Ramal Norte, 18 en el Sur y 7 en el ramal de Campos.



Figura 5.1.- Imagen de las esclusas, en la que se aprecia el desnivel.

Y en la mayoría de las esclusas, en los márgenes del canal, se construyeron muchos molinos, batanes, fabricas de harinas, etc. para aprovechar la energía cinética del agua. De esta manera, con la misma agua que hacía posible la navegación, se movían las turbinas para aprovechar esa energía del agua, sin perder caudal. A lo largo del canal de Castilla llego a haber instalados 4.707 kW.

Concretamente, en Calahorra de Ribas, originariamente hubo tres molinos, y posteriormente, en el tercero fue donde se construyó la central hidroeléctrica, en 1.921, que producía en su día 286 CV mediante una turbina Francis de eje horizontal.

La primera concesión fue otorgada a Don Santiago Manrique en el año 1.921 por la Jefatura de Canal de Castilla, por 50 años, y en 1.923, fue puesta en vigor y transferida a favor de la empresa Unión Industrial Palentina S.A.. Esta empresa traspasó posteriormente, en el año 1.948, el arrendamiento de aguas a Electrolisis del Cobre S.A., que fue la última empresa en explotar el salto.



Figura 5.2.- Turbina Francis de la central hidroeléctrica de Calahorra de Ribas.

Para no mermar mucho el caudal, y que las turbinas funcionasen a pleno rendimiento, se restringió el uso del agua para el riego; pero una vez que los molinos, fabricas y centrales cayeron en desuso, a partir de 1.957, el principal fin del Canal, era el regadío. En estos años se estimaba que el canal podría regar unas 32.500 ha.

En la actualidad se riegan alrededor de 23.000 ha, que varían dependiendo del clima, las precipitaciones, y el estado de los embalses correspondientes. Si hay escasez de agua el riego se restringe puesto que también hay que garantizar un caudal mínimo para abastecer de agua a numerosas localidades.

Tabla 5.- Zonas regables del Canal de Castilla

<b>Zonas regables del Canal de Castilla</b>	
<b>Ramal norte</b>	8.287 ha
Alar del Rey	3.293 ha
Osorno	2.619 ha
Frómista	2.375 ha
<b>Ramal de campos</b>	11.262 ha
Medina de Rioseco	9.262 ha
Becerril de Campos	2.000 ha
<b>Ramal sur</b>	3.507 ha
<b>TOTAL CANAL</b>	<b>23.058 ha</b>

## 6 Hidrología

### 6.1 Cuenca Hidrográfica

El Canal de Castilla pertenece a la cuenca hidrográfica del Duero. La cuenca hidrográfica del Duero es la cuenca del río Duero, que discurre por el noroeste de la península Ibérica y desemboca en Oporto en el océano Atlántico. Tiene una superficie de unos 97.290 km<sup>2</sup>, de los cuales el 81 % corresponde al territorio español y el 19 % al territorio portugués. Es la cuenca de mayor superficie de la península ibérica.

Está rodeada por elevadas montañas que rodean la meseta de llanuras de Castilla. Los derrames del Sistema Central siguen trazados paralelos (Riaza, Duratón, Cega, Eresma-Adaja, Tormes, Águeda, etc.) mientras que en los afluentes de la cordillera Cantábrica predomina la disposición dendrítica hacia el Pisuerga (15.828 km<sup>2</sup>) y el Esla (16.081 km<sup>2</sup>).

Dichas cordilleras periféricas, que apenas abarcan el 10 % de la superficie, casi aportan el 90 % de los recursos fluviales, porque la amplia zona central de la Meseta apenas registra unos 400 mm/año, mientras que las cabeceras de la margen derecha superan los 1.000 mm/año.



Figura 6.1 – Canal de Castilla.

## 6.2 Sistemas hídricos de los que depende el Canal de Castilla

La toma de aguas el canal la realiza de los ríos Carrión y Pisuerga. Desde que se construyeron los embalses que alimentan estos ríos, y a su vez el canal, este tiene un caudal de  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , desde que se construyeron los embalses de Requejada, Camporredondo y Cervera.

Los embalses que nutren actualmente estos ríos en su parte alta son:

Tabla 6.2.- Embalses del Carrión y Pisuerga

Embalses de la cabecera del Carrión y Pisuerga			
Embalse	Capacidad	Río	Inauguración
Cervera	$10 \text{ Hm}^3$	Pisuerga	1923
Camporredondo	$70 \text{ Hm}^3$	Carrión	1930
La Requejada	$65 \text{ Hm}^3$	Pisuerga	1940
Compuerto	$95 \text{ Hm}^3$	Carrión	1960
Aguilar de Campoo	$247 \text{ Hm}^3$	Pisuerga	1963
Besande	$15 \text{ Hm}^3$	Carrión	1985



El Canal de Castilla tiene varios puntos de toma de agua. El Ramal Norte, toma aguas del río Pisuerga, en Alar del Rey (Palencia), concretamente en el “Estrecho de Nogales”. En este punto la toma de agua es mínima puesto que solo es para el riego de 500 ha. Otra toma está a unos 9 km de su nacimiento, en un punto en que se cruza con el cauce del Pisuerga, en el término municipal de Herrera de Pisuerga, donde aproximadamente toma unos 12 m<sup>3</sup>/s, a través de la presa de San Andrés. Esta toma es suficiente para regar todo el ramal Norte hasta Grijota y abastecer a los núcleos de población. El Ramal del Norte finaliza en el término de Ribas de Campos, una vez superado el salto de las esclusas 22-23-24.

Y de este punto parte el Ramal de Campos, en el cruce con el río Carrión, donde toma 16 m<sup>3</sup>/s. La toma de Ribas de Campos, en el cruce con el Carrión, se divide, 11 m<sup>3</sup>/s van a regar y abastecer el ramal de Campos y los otros 5 m<sup>3</sup>/s van al ramal Sur. Para posibilitar la derivación de caudal del Carrión se construyó otra presa aguas abajo del punto de toma.

El Ramal del Sur parte del Ramal de Campos en El Serrón (término municipal de Grijota). En este punto, además, se halla el grupo de esclusas 25-26-27. Este tramo del Canal de Castilla depende por tanto también del río Carrión.

### 6.3 Precipitaciones

Las precipitaciones que se producen de manera equilibrada a lo largo de todos los meses, salvo en verano. La media de días despejados al año es de 85, mientras que se dan entre 75 y 100 días lluviosos.

La precipitación anual es de 473 mm. El mes más seco es agosto, con 20 mm, mientras que el mes que tiene más precipitaciones del año es Noviembre, con 54 mm.

La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 34 mm.

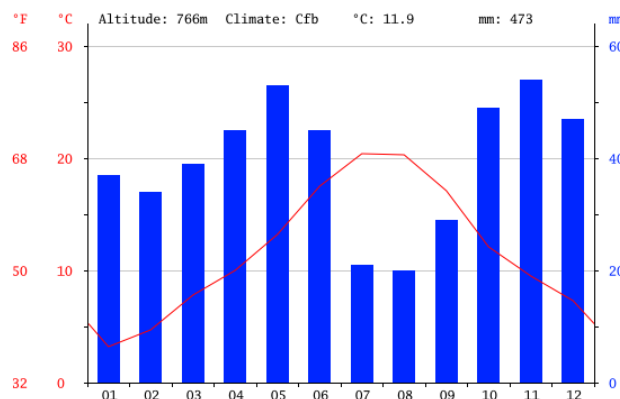


Figura6.2.- Climograma

## 7 Descripción de las instalaciones

Esta pequeña central hidroeléctrica es una central de agua fluyente. Este tipo de aprovechamiento es en el que se desvía parte del agua del río, en este caso canal, mediante una toma y un canal de derivación de pequeña longitud, que lleva el agua hasta una cámara de carga, y que alimenta a la tubería a través de la cual se lleva hasta la central donde será turbinada. En esta central el flujo de agua con que es alimentada la turbina será constante a lo largo del año.

Estas instalaciones e infraestructuras existentes son las que se van a usar haciendo unas pequeñas reformas o mejoras.

### 7.1 Toma de agua y cámara de carga

La toma de aguas atraviesa el puente. Es por lo tanto del mismo material que el puente, y que la cámara de carga, de piedra caliza de sillería y hormigón. La toma de agua mide 3 metros de ancho por 3 de alto hasta la parte más alta, que es el centro del arco de medio punto que lo cierre. La cámara de carga mide 20 metros de largo, 5 de ancho y 2,5 de profundidad.

A la entrada de la tubería, delante de la compuerta de la figura 7.1, se va a instalar una rejilla, para evitar que entren palos, plásticos, etc., hacia la turbina. Esta rejilla llevara incorporado un sistema de limpieza automático, para evitar que la basura que se quede en ella dificulte la entrada de agua.

Esta primera compuerta sirve para regular el caudal de entrada de agua a la tubería. De esta manera, si esta está cerrada, toda el agua pasará a través de las esclusas. Esta compuerta se sustituirá por una de apertura y cierre electrohidráulico.



Figura 7.1.- Toma de aguas.

## 7.2 Compuertas

Las compuertas se utilizan para cerrar las conducciones de agua (canales y tuberías), así como para regular el caudal de agua en dichas conducciones. Las compuertas se van a situar en la toma de agua, a la entrada de la tubería y en el desagüe de fondo.

Todas las compuertas serán de construcción robusta, capaces de resistir presiones elevadas. Las compuertas serán de acero, y estarán montadas sobre una estructura con una ranura vertical también de acero.

Para el accionamiento de las compuertas, se instalará un émbolo hidráulico en cada una.

## 7.3 Tubería forzada

Desde la cámara de carga, el agua se dirige a la turbina a través de una tubería forzada de acero y que tiene un diámetro de 1,6 metros, una longitud de 68 metros y un espesor de 6 mm. Los tubos se formaron arrollando chapas rectangulares de palastro, a las que se dio forma cilíndrica uniéndolo longitudinalmente los bordes de estas chapas. La tubería va enterrada, apoyada sobre solera continua de hormigón, con pendiente, hacia la parte lateral del edificio, donde se colocara otra compuerta, que de la posibilidad de cerrar y que el agua que viene por la tubería salga hacia el canal de desagüe directamente, sin pasar por la turbina.

El agua que pasa a través de la turbina, y hace que esta gire, y mediante este giro vamos a producir energía eléctrica por medio del generador.



Figura 7.2.- Tubería a la entrada de la antigua turbina.

## 7.4 Válvula de seguridad

A la entrada de la turbina, o final de la tubería, se va a instalar una válvula de seguridad de mariposa, con accionamiento hidráulico, contrapeso y sistema auxiliar de apertura, para cerrar el paso de agua a la misma, en las situaciones de parada, mantenimiento o avería, para evitar que se embale cuando se desconecta bruscamente el generador, e incluso para regular la cantidad de agua que entra a la turbina.

## 7.5 Casa de máquinas

El edificio de la antigua central se va a rehabilitar para su aprovechamiento como casa de máquinas. En ella se montan los grupos eléctricos para la producción de la energía eléctrica, así como la maquinaria auxiliar necesaria para su funcionamiento.

Se reconstruirá el tejado nuevo puesto que está en estado de ruina, de manera que garantice la estanqueidad del centro, y la resistencia adecuada a las acciones exteriores, como puede ser la nieve.

Las ventanas y puertas también se pondrán nuevas. Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas. Estas puertas se abrirán hacia fuera 180°, pudiendo por lo tanto abatirse sobre el muro de la fachada, disponiendo de un elemento de fijación en esta posición.

Las paredes se van a aprovechar porque están en buenas condiciones. Las paredes son de piedra caliza de sillería y mampostería en su parte baja, y la parte superior de ladrillo macizo. Además se hará la remodelación necesaria en el interior del edificio para instalar la nueva turbina junto al final de la tubería, así como el resto del equipamiento.

Como el transformador se va a ubicar en el interior de este edificio, se dispondrá de las correspondientes rejillas de ventilación. El cableado que va a llevar la electricidad generada a la línea eléctrica en que se haga el entronque, saldrá por la fachada sur del edificio.



Figura 7.3.- Edificio de la central.

## 7.6 Desagüe

El canal de desagüe llamado también socaz, recoge el agua a la salida de la turbina para devolverla nuevamente al río en el punto conveniente. Si el agua pasa por la tubería, pero no por la turbina, va directamente al canal de desagüe.

A la salida de las turbinas, el agua tiene todavía una velocidad importante y, por lo tanto, bastante poder erosivo y para evitar socavaciones del piso o paredes hay que revestir cuidadosamente con hormigón el desemboque del agua de las turbinas.

En esta instalación, este canal de desagüe es un tramo de arroyo, con las paredes y el fondo de piedra y tierra, sin revestir, salvo en la parte próxima a la salida de aguas, que es de hormigón, para evitar la erosión por la fuerza del agua.

## 8 Descripción del equipamiento hidromecánico

### 8.1 Elección del tipo de turbina

La turbina hidráulica es el elemento clave de la minicentral. Aprovecha la energía cinética y potencial que contiene el agua, transformándola en un movimiento de rotación, que transferido mediante un eje al generador produce energía eléctrica.

La elección de la turbina se hace en función del salto existente y del caudal turbinado, ya que cada tipo de turbina tiene un mejor funcionamiento para unas determinadas características, un mejor rendimiento hidráulico. La turbina que a elegir debe ser de fácil operación y mantenimiento.

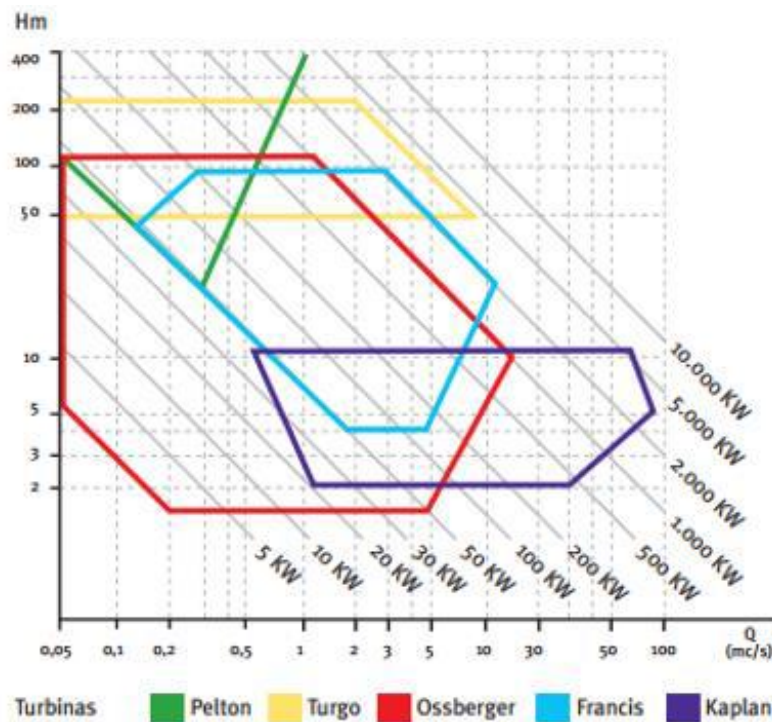


Figura 8.1. Ábaco para la selección del tipo de turbina

En esta instalación, como se ha explicado en puntos anteriores, tenemos un salto neto de 11,85 metros y un caudal de 1.800 l/s. A partir de estos datos hay que elegir el tipo de turbina que mejor se adapte. La turbina que funcionó anteriormente en esta central era una Francis, por lo que podría ser una de las posibilidades a barajar.

La turbina a instalar va a ser una turbina de reacción. Este tipo de turbinas actúan por el agua que se mueve a una velocidad relativamente baja, pero bajo presión. El agua llega al cuerpo de la turbina (rodete) a través de un sistema denominado de distribución que es totalmente cerrado, tal que la presión debida a la cabeza de la planta se mantiene sobre el rodete. Las turbinas a reacción que existen en el mercado y que más se comercializan son las Francis y Kaplan.

Con los datos que tenemos en nuestra instalación, hay que elegir entre la turbina Francis y la Kaplan. Las turbinas Francis son para caudales relativamente altos y saltos con una altura de hasta 500 metros, mientras que para saltos extremadamente bajos (<50 metros) y grandes caudales las turbinas Kaplan funcionan mejor.

La central además se clasifica como central de baja presión, puesto que tiene una altura de salto hidráulica inferior a 20 m. Para este tipo de centrales se suelen utilizar las turbinas Kaplan.

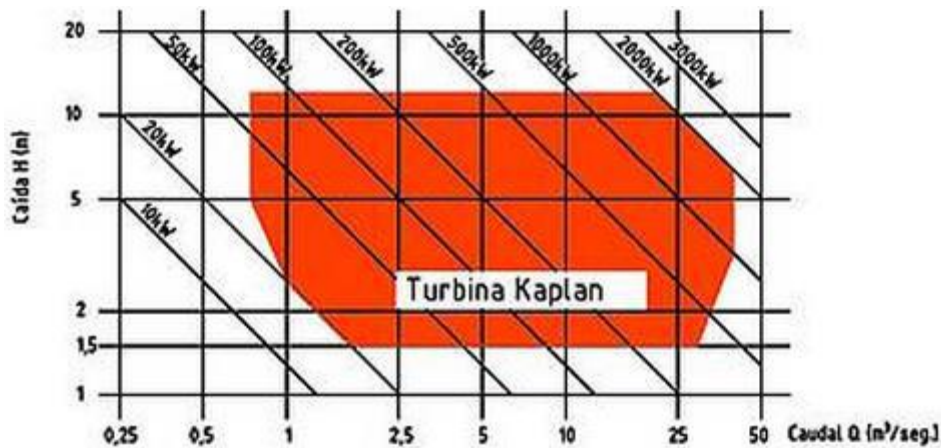


Figura 8.2 Campo de aplicación Turbina Kaplan.

La turbina también se elige en función de su velocidad específica, que depende de la altura que tenga el salto hidráulico. La velocidad angular debe ser lo más alta posible, para conseguir así transmisiones mucho más ligeras.

#### TIPO DE TURBINA MAS ADECUADO EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD ESPECIFICA

<i>Velocidad específica en r.p.m.</i>	<i>Tipo de turbina</i>	<i>Altura del salto en m .</i>
Hasta 18	Pelton de un inyector	800
De 18 a 25	Pelton de un inyector	800 a 400
De 26 a 35	Pelton de un inyector	400 a 100
De 26 a 35	Pelton de dos inyectores	800 a 400
De 36 a 50	Pelton de dos inyectores	400 a 100
De 51 a 72	Pelton de cuatro inyectores	400 a 100
De 55 a 70	Francis muy lenta	400 a 200
De 70 a 120	Francis lenta	200 a 100
De 120 a 200	Francis normal	100 a 50
De 200 a 300	Francis rápida	50 a 25
De 300 a 450	Francis extrarrápida	25 a 15
De 400 a 500	Hélice extrarrápida	15
De 270 a 500	Kaplan lenta	50 a 15
De 500 a 800	Kaplan rápida	15 a 5
De 800 a 1100	Kaplan extrarrápida	Menos de 5

Figura 8.3. Tipo de turbina más adecuado en función de la velocidad específica y el salto.

Es más interesante una turbina con velocidad específica elevada, porque así el alternador que se la acople mecánicamente será más sencillo y más económica su construcción porque tendrá menor número de polos (devanados más sencillos y fáciles de montar).

A partir de toda la información anterior, se puede concluir que el tipo de turbina que mejor se adapta a esta instalación es la Kaplan rápida, de eje vertical, con una velocidad específica en torno a las 700 r.p.m. En el anexo de cálculos se justifican sus características. Esta turbina se mandará fabricar a medida.

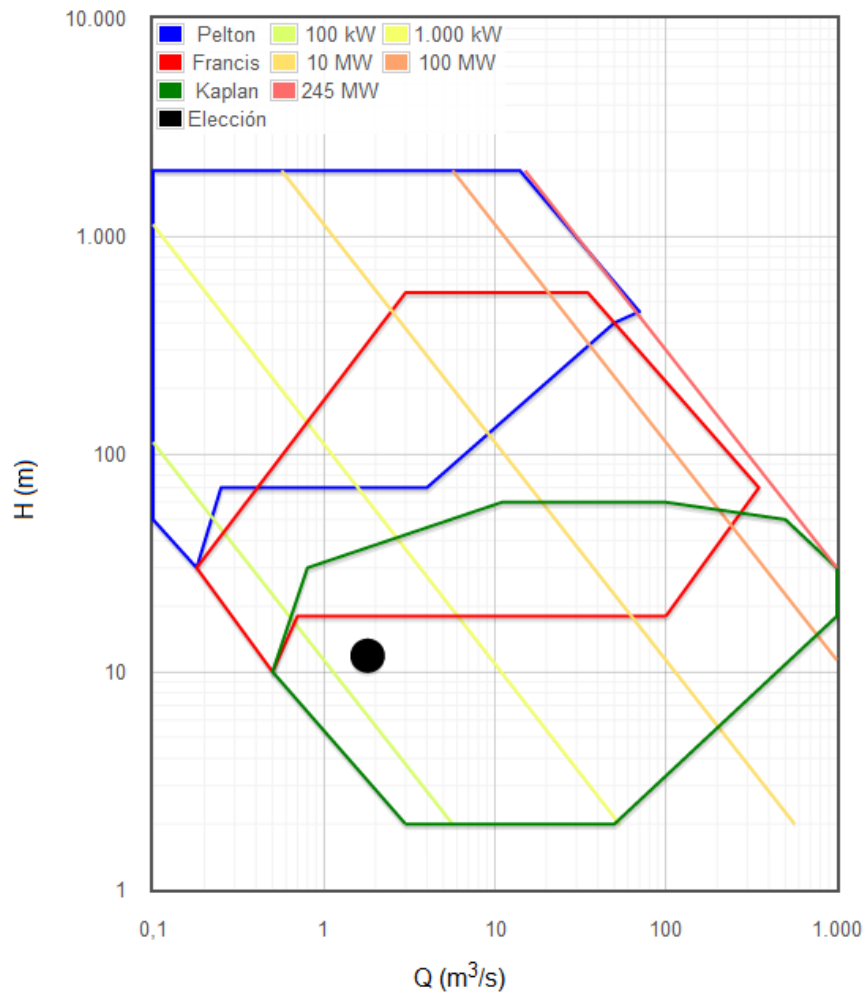


Figura 8.4. Turbina elegida: Kaplan.



## 8.2 Turbina Kaplan

### 8.2.1 Descripción y componentes

Las turbinas Kaplan son uno de los tipos más eficientes de turbinas hidráulicas. Pueden definirse como una turbina de flujo axial, de reacción y de admisión total. Funcionan de manera semejante a la hélice del motor de un barco, y están formadas por un número determinado de palas.

Esta turbina surgió de la idea de corregir el paso de los álabes automáticamente con las variaciones de la potencia.

Las partes principales de una turbina Kaplan son:

- La cámara de alimentación o cámara espiral.
- El rotor de la turbina.
- Distribuidor.
- Alabes del distribuidor.
- Servomotor del distribuidor (mecanismo de orientación de los álabes)
- Tubo de aspiración.
- Eje.
- Equipo de sellado del eje de turbina.
- Cojinete guía de turbina.
- Cojinete de empuje. Normalmente formando conjunto con el anterior.
- Tubos de lubricación.
- Bomba para lubricación de la los cojinetes.

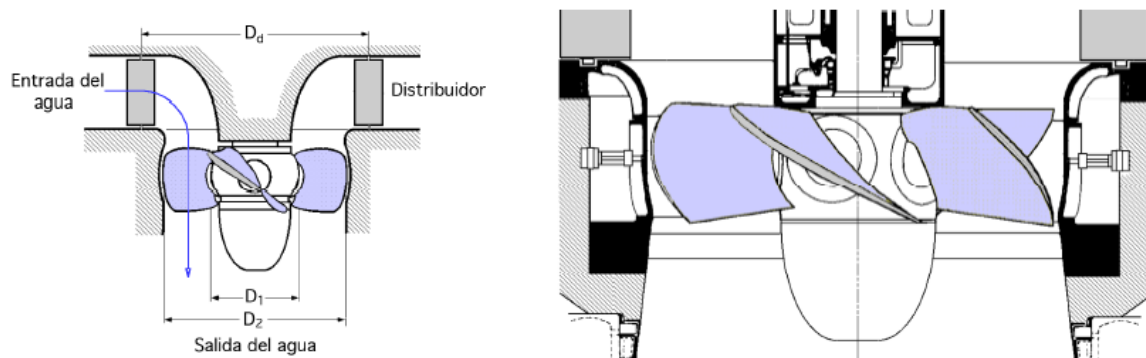


Figura 8.5. Turbina Kaplan de eje vertical.

La disposición de la turbina puede ser con eje horizontal, vertical o inclinado, como más interese para acoplar las transmisiones y los alternadores. En este caso, se instalará con eje vertical, y quedara como en la imagen anterior.

A continuación se describirán los mecanismos de mayor importancia de la turbina.

**El distribuidor:**

El distribuidor es un órgano fijo cuya misión es dirigir el agua, desde la sección de entrada de la máquina hacia la entrada en el rodete (cámara de admisión), distribuyéndola alrededor del mismo, (turbinas de admisión total), o a una parte (admisión parcial), es decir, permite regular el agua que entra en la turbina, desde cerrar el paso totalmente, caudal cero, hasta lograr el caudal máximo. Es también un órgano que transforma la energía de presión en energía de velocidad.

Está precedido de una cámara espiral que conduce el agua desde la sección de entrada, asegurando un reparto simétrico de la misma en la superficie de entrada del distribuidor.

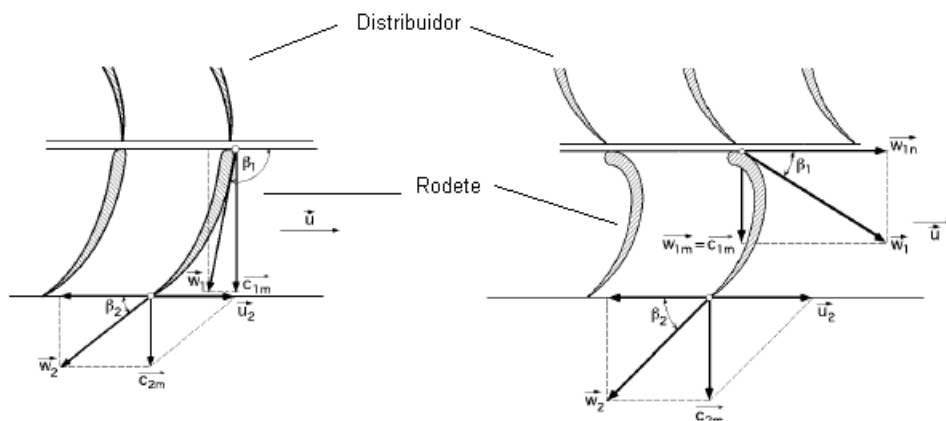


Figura 8.6. Distribuidor en una turbina Kaplan.

**Carcasa:**

Es parte de la estructura fija de la máquina y tiene forma en espiral. En ella se convierte parte de la energía de presión del agua en energía cinética, dirigiendo el agua alrededor del distribuidor.

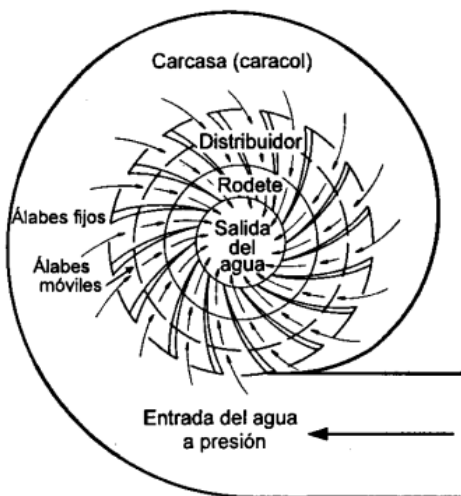


Figura 8.7. Cámara de alimentación.

### **Cámara de alimentación:**

Es el lugar por donde entra el agua para alimentar a la turbina. En pocas palabras es un conducto de admisión.

La cámara de alimentación suele ser de acero en muchos casos, debido a la gran capacidad de gasto que admite la turbina Kaplan. La sección toroidal puede ser circular o rectangular.

### **El rodete**

Es el elemento esencial de la turbina, estando provisto de álabes en los que tiene lugar el intercambio de energía entre el agua y la máquina. Estas van cambiando insensiblemente de forma para adaptarse a las diferentes condiciones de servicio.

Los álabes del rotor tienen un perfil de ala de avión y desarrollo helicoidal. El perfil de ala permite obtener una acción útil del agua sobre el álabe en el movimiento que aquella tiene respecto a éste.

La forma helicoidal o alabeo se justifica, en virtud de que la velocidad relativa del flujo varía en dirección y magnitud con el radio, supuesta  $\omega$  (velocidad angular) constante, y considerando la velocidad absoluta constante en magnitud y dirección.

### **Tubo de aspiración:**

El tubo de aspiración sirve de enlace entre la turbina y el desagüe y para aprovechar, además, el salto entre ambos elementos. Se va a construir de hormigón y va a tener una sección variable para conseguir la máxima recuperación de la energía cinética del agua a la salida del rodete de la turbina.

En la turbina a instalar, la velocidad de salida del rodete es elevada y el rendimiento con descarga libre sería muy bajo, por lo que se precisa realizar la recuperación correspondiente a la velocidad de descarga.

El tubo se va a encorvar suavemente, desaguando horizontalmente, dando a la salida mayor dimensión a la luz horizontal que a la vertical y abocinándolo gradualmente para disminuir la velocidad residual.

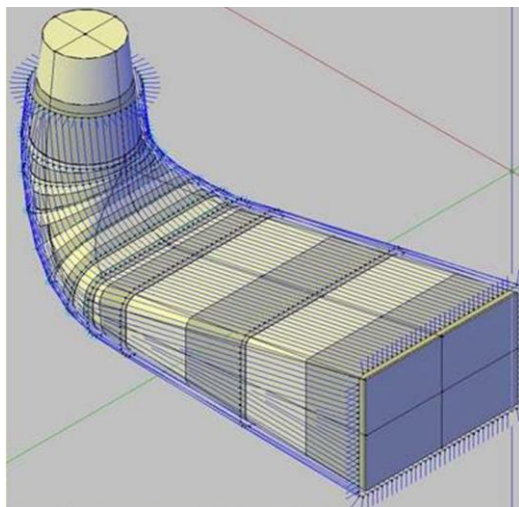


Figura 8.8.- Forma del tubo de aspiración.

**Servomotor del distribuidor:**

Ajusta automáticamente a los álabes del distribuidor, de acuerdo con las necesidades de la potencia. Dicho servomotor está ligado al gobernador que controla la velocidad del eje del grupo turbina-generator.

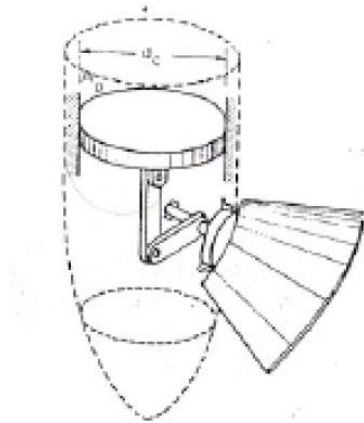


Figura 8.9. Servomotor

El servomotor está alojado en el cubo mismo inmediatamente encima de los álabes. El servomotor transmite su movimiento a través de un vástago a la cruceta y el movimiento de traslación de la cruceta en el de rotación de los álabes, gracias a la palanca que cada ábalo lleva enchavetada en su eje respectivo.

**Nervio central:**

El nervio central es cuidadosamente estudiado con ensayos de laboratorio, evita las pérdidas por desprendimiento de la corriente.

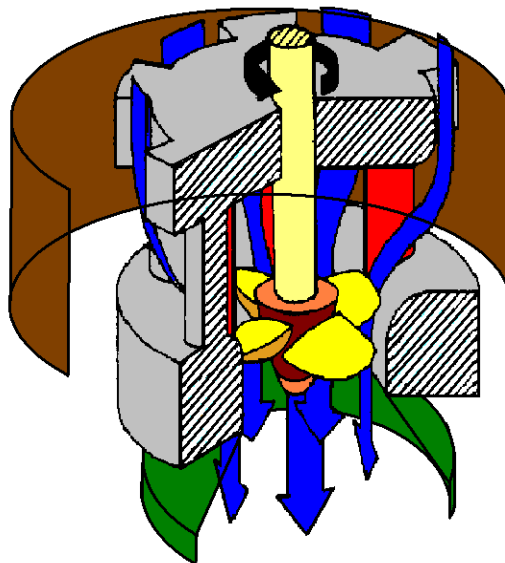


Figura 8.10. Nervio central.

La parte gris, es el distribuidor, donde, fuera de ella se encuentra la cámara de alimentación de color café, la parte roja los álabes móviles del distribuidor, la azul es el flujo del agua o fluido, la parte amarilla es la turbina Kaplan, donde, están sus alabes móviles que se asemejan a la forma ala de un avión y su eje, y por último la parte verde es el difusor o tubo de aspiración.

### 8.2.2 Mantenimiento de las turbinas Kaplan.

Se debe comprobar periódicamente la estanqueidad de las palas del rodete para evitar pérdidas de aceite hacia el exterior y la entrada de agua hacia el núcleo. Según el tamaño de la turbina, se tolera un nivel máximo de pérdidas de aceite que oscila entre los 10 y los 100 litros al año, y superar estos valores lleva a la contaminación del río. Si el nivel de aceite aumenta significará que ha entrado agua en su interior.

También se debe comprobar que no ha existido cavitación revisando el nivel de corrosión que presenta el rodete y la envolvente del mismo.

Los cojinetes desgastados implican pérdidas considerables de potencia y deterioro de las piezas que rozan con ellos y que no deberían hacerlo.

Las turbinas que sólo poseen álabes móviles requieren más revisiones que las que además pueden regularse mediante un distribuidor móvil, dado que sufrirán un mayor desgaste al realizar más movimientos para regular el caudal. Un álabe desgastado permitirá la entrada de agua al núcleo, de forma que se producirán deterioros en el sistema de regulación.

Por último, también se deben comprobar otros aspectos como el nivel de fugas y el funcionamiento de las diferentes válvulas.

## 8.3 Generador

### 8.3.1 Tipos de generadores

Es la máquina que transforma la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica. El generador basa su funcionamiento en la inducción electromagnética. El principio de su funcionamiento se basa en la ley de Faraday, mediante la cual, cuando un conductor eléctrico se mueve en un campo magnético se produce una corriente eléctrica a través de él.

El generador, o alternador, está compuesto de dos partes fundamentales:

- Rotor o inductor móvil. Su función es generar un campo magnético variable al girar arrastrado por la turbina.
- Estator o inducido fijo. Sobre el que se genera la corriente eléctrica aprovechable.

Existen dos tipos:

#### **Generador síncrono:**

- Es adecuado para un servicio de la central independiente e interconectado (en paralelo con la red).

- La desventaja de este tipo es su precio (un poco más alto) y su diseño más complicado, dando lugar a mayores trabajos de mantenimiento.
- Requiere un dispositivo de regulación del voltaje y un equipamiento de excitación necesario.

#### Generador asíncrono:

- Adecuado para operar en paralelo con la red solamente.
- Más robusto y mejor trabajo.
- Debe tomar la energía reactiva de excitación de la red o de una batería de condensadores provistos para tal fin.
- No necesitan dispositivo de regulación de voltaje.
- Permitido en centrales de hasta 5000 KVA.

#### 8.3.2 Generador elegido

Puesto que la minicentral va a estar permanentemente interconectada a una red alimentada por generadores síncronos, no existiendo por tanto el inconveniente de la energía reactiva y que se trata de una central de pequeña potencia, se elige un generador síncrono.

Los generadores síncronos permiten un control perfecto de la tensión y/o de la energía reactiva (inductiva o capacitiva) que vierten a la red.

#### 8.3.3 Características generales

Nuestro generador es síncrono, la conversión de energía mecánica en eléctrica se produce a una velocidad constante llamada velocidad de sincronismo.

Se trata de un generador síncrono de 4 pares de polos y por tanto de 750 r.p.m. para producir 50 Hz, acoplado directamente al eje de la turbina.

La potencia nominal del alternador, depende de la potencia en el eje de la turbina: (se considera el rendimiento máximo de la turbina de 0,86).

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H_n \cdot R_t = 9,81 \cdot 1,8 \cdot 11,85 \cdot 0,86 = 179,97 \text{ kW}$$

Suponiendo un alternador de rendimiento a plena carga de 0,95, la potencia a la salida de este será:

$$P_{\text{salida generador}} = 179,95 \cdot 0,95 = 170,95 \text{ kW}$$

Las características generales del alternador son las siguientes:

- Alternador .....Trifásico.
- Frecuencia ..... 50 Hz.
- Potencia nominal..... 170 KW.
- Velocidad síncrona ..... 700 r.p.m.
- Configuración .....Eje vertical.
- Tensión de generación ..... 380 V.
- Rendimiento a plena carga..... 0,95.

#### 8.3.4 Protección del generador

El generador es el principal elemento de la central, por lo que se debe procurar un buen funcionamiento tanto en calidad como en duración.

Para la elección del tipo de protección adecuado se realiza un cálculo comparativo entre el coste motivado por un defecto y el coste del dispositivo de protección, eligiéndose finalmente la mejor protección de las que producen rentabilidad.

Un dispositivo de protección de generadores comprende por una parte los diferentes tipos de relés de protección para cada función individualizada y por otra parte de los elementos de enlace necesarios.

Las perturbaciones que deben ser detectadas son:

- Cortocircuitos.
- Sobrecargas.
- Sobretensiones.
- Subtensiones.
- Variaciones de frecuencia.

### 8.4 Equipo eléctrico y transformador

El equipamiento eléctrico es necesario para la central hidroeléctrica, ya que es el encargado de la transformación de la tensión, de la medición de los diferentes parámetros de la corriente eléctrica, de la conexión a la línea de salida y de la distribución de la energía.

El transformador de tensión es uno de los elementos fundamentales de este equipamiento. Dependiendo de la tensión de trabajo del generador, la transformación puede ser baja/media o media/alta tensión. El objetivo es elevar la tensión al nivel de la línea existente para permitir el transporte de la energía eléctrica con las mínimas pérdidas posibles. En este caso la transformación es de baja a media tensión, de 380 V a 13200 V, ya que se va a verter la energía generada a una línea de 13,2 KV, propiedad de la compañía distribuidora Iberdrola, S.A. próxima a la central proyectada.

El transformador debe contar con un sistema de refrigeración que se logra a través de un circuito cerrado de aceite. Este tipo de transformador requiere la construcción de un cubeto para prever la recogida de aceite ante una fuga o derrame.

Los equipos eléctricos necesarios se disponen en cuadros eléctricos situados en el interior del edificio central, y básicamente son:

- Disyuntores y seccionadores, que se emplean para la conexión y desconexión a la red.
- Transformadores de medida, tanto de tensión como de intensidad, que facilitan los valores instantáneos de estas magnitudes en diversas partes de la instalación.
- Transformadores de equipos auxiliares, que suministran la tensión adecuada para el correcto funcionamiento de los equipos.

## 8.5 Línea eléctrica de evacuación

La línea eléctrica necesaria para transportar la energía que se va a producir hasta los centros de consumo o hasta la red de distribución es importante.

En este caso será aérea. La conexión será fácil, puesto que se conservan en buen estado los postes de hormigón que sostenían los antiguos cables, y que entroncan a escasos 800 metros, por donde pasa una línea de media tensión (13,2 kV).

Por lo tanto, la línea parte desde el transformador, va a la fachada del edificio, donde se colocaran unos soportes, y desde allí se dirige hacia los tres postes que la llevan hasta el punto de entronque.



Figura 8.11. Palones que sujetarán los cables.



## 8.6 Pararrayos autovalvulares

Se instalará un pararrayos, destinado a descargar las sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, por maniobras o por otras causas que, en otro caso, se descargarían sobre los aisladores o perforando el aislamiento, ocasionando interrupciones en el sistema eléctrico y, en muchos casos, desperfectos en los generadores, transformadores, etc.

Para que su funcionamiento sea eficaz, los pararrayos han de estar permanentemente conectados a las líneas pero solamente han de entrar en funcionamiento cuando la tensión alcance un valor conveniente y superior, naturalmente, a la tensión de servicio. Es decir, que pararrayos actúa a la manera de una válvula de seguridad.

Un transformador puede estar sujeto a severos voltajes de rayo como consecuencia de una descarga directa a las terminales del mismo. Pueden resultar voltajes menos severos por descargas que ocurran en una parte distante del sistema o por descargas a tierra cerca del sistema.

Como el voltaje producido por un rayo puede sobrepasar la resistencia del aislamiento del transformador, es necesaria su protección.

Los pararrayos a instalar serán autovalvulares. Un descargador autovalvular AEG está constituido por un explosor o espinterómetro y una resistencia en serie.

El explosor está ajustado para que salte la descarga entre sus electrodos a cierta tensión denominada tensión de encebamiento del pararrayos, lo que establece la conexión con tierra a través de la resistencia. Después de la disminución del valor de la sobretensión, el explosor suprime, a su próximo paso por cero, la corriente de la red, que se restablece a la tensión de servicio pero cuya intensidad está limitada por la resistencia; por lo tanto, la línea queda nuevamente separada de tierra.

El explosor de un pararrayos tiene una doble misión: debe cebarse en caso de aparición de la sobretensión y, después, debe suprimir la corriente de fuga a su paso por cero. En el pararrayos a instalar esta doble misión está encomendada a dos explosores conectados en serie y denominados, respectivamente, explosor de cebado y explosor de extinción.

La resistencia está constituida por un material aglomerado (denominaciones comerciales: thyrite, resorbite, etc...) que tiene la propiedad de variar su resistencia con rapidez, disminuyendo cuanto mayor es la tensión aplicada y adquiriendo un valor elevado cuando esta tensión es reducida, o sea que tiene una característica de resistencia eléctrica muy adecuada para el funcionamiento del pararrayos, ya que a la tensión de servicio opone mucha resistencia al paso de la corriente mientras que, en caso de sobretensión, su resistencia eléctrica disminuye, permitiendo así la fácil descarga a tierra con la consiguiente eliminación de la sobretensión.

# Anexo de Cálculos

## 9 Potencia instalada

La potencia instalada se va a calcular en función del caudal con que se va a equipar la central, el salto disponible y el rendimiento de los equipos de la instalación.

La potencia de la instalación vendrá determinada por la expresión:

$$P = 9.81 \cdot Q \cdot H_n \cdot e$$

- **P** = Potencia en kW.
- **Q** = Caudal de equipamiento en m<sup>3</sup>/s.
- **H<sub>n</sub>** = Salto neto existente en metros.
- **e** = Factor de eficiencia de la central, que es igual al producto de los rendimientos de los diferentes equipos que intervienen en la producción de la energía:

$$e = R_t \cdot R_g \cdot R_s$$

- **R<sub>t</sub>** = Rendimiento de la turbina.
- **R<sub>g</sub>** = Rendimiento del generador.
- **R<sub>s</sub>** = Rendimiento del transformador de salida.

Hay que determinar correctamente el caudal y el salto para dimensionar las instalaciones y equipos.

La central hidroeléctrica se va a alimentar con un caudal de equipamiento de 1800 l/s, que es el caudal que se podía explotar según los datos de la antigua concesión facilitada por Confederación Hidrográfica del Duero.

El salto neto (H<sub>n</sub>), es la diferencia entre el salto útil y las pérdidas de carga producidas a lo largo de todas las conducciones. Representa la máxima energía que se podrá transformar en trabajo en el eje de la turbina. En esta instalación se dispone de un salto neto de 11,85 metros.

Según el tipo de equipo y el fabricante, el rendimiento de la maquinaria varía, pero para una primera aproximación, se puede tomar como rendimiento genérico para una minicentral hidroeléctrica moderna un valor de 0,86.

Por lo tanto:

$$P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot 11,85 \cdot 0,86 = 179,95 = \mathbf{180 \text{ kW}}$$

Siendo Q el caudal medio = 1800 l/s y H = 11,85 m el salto neto máximo de aprovechamiento y 0,86 el rendimiento conjunto de la instalación; el resultado es que la potencia nominal de la central será de 180 kW.

Debido a la pequeña potencia con que se va a equipar la central, se clasifica como minicentral hidroeléctrica debido a que es menor de 1000 kW.

La potencia de un salto de agua viene dada por:

$$P = \frac{Q \cdot H}{75} \text{ (c. v.)}$$

- Q = caudal en litros por segundo.
- H = altura de salto neto en metros.

Si el caudal se expresa en metros cúbicos por segundo la fórmula anterior queda:

$$P = \frac{1.000 \cdot Q \cdot H}{75} \text{ (c. v.)}$$

- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s).
- H = salto (m).

Suponiendo que  $\eta_T$  es el rendimiento de la turbina, la potencia útil en el eje de la turbina es:

$$P = \frac{1.000 \cdot Q \cdot H}{75} \cdot \eta_T \text{ (c. v.)}$$

O expresada en KW:

$$P = \frac{1.000 \cdot Q \cdot H}{1,34 \cdot 75} \cdot \eta_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T \text{ (kW)}$$

En este caso, con un caudal de 1,8 m<sup>3</sup>/s y un salto neto de 11,85 m, la potencia que ha de tener la turbina es:

$$P = \frac{1.000 \cdot 1,8 \cdot 11,85}{75} = 284,4 \text{ c. v.}$$

O expresada en kW:

$$P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot 11,85 = 209 \text{ kW}$$

Considerando un rendimiento medio de la turbina de 0,89:

$$P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot 11,85 \cdot 0,89 = 186 \text{ kW}$$

## 10 Producción eléctrica esperada

El cálculo de la producción eléctrica de la minicentral se hace a partir de la potencia y de las horas de funcionamiento.

Esta central funcionará todos los días del año debido a que siempre se va a alimentar con un caudal de  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , excepto cuando haya que hacer paradas por averías, por mantenimientos de la central, por posibles obras, etc. Por lo tanto, la central funcionará alrededor de 7.500 horas anuales.

De esta manera, si la central produce 180 kW, la energía generada anualmente será:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} \cdot \text{Horas} = 180 \text{ kW} \cdot 7.500 \text{ h} = \mathbf{1.350.000 \text{ kWh}}$$

Con esta producción energética, y sabiendo que en España el consumo medio anual por vivienda es de 3.250 kWh, se suministrará electricidad a 410 hogares a partir de una energía limpia y renovable, aprovechando una infraestructura existente.

## 11 Características de la turbina elegida

### 11.1 Datos de partida

- Salto neto: 11,85 m.
- Caudal nominal:  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Disposición: vertical.

### 11.2 Turbina Kaplan

- Kaplan rápida.
- Tubular metálica.
- Álabes orientables.
- Un solo sentido de rotación, irreversible.
- Rango de caudales: entre  $1,7$  y  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Caudal nominal:  $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Rango de salto: entre 10 y 20 m.
- Salto neto: 11,85 m.
- Potencia nominal: 180 kW.
- Velocidad: 722 rpm.
- Nº de palas en el rodete: 4

### 11.3 Rendimientos

El rendimiento de la turbina varía tanto con cambios de caudal como de salto. Al alejarse de las condiciones de trabajo se producen caídas de rendimiento importantes que es necesario cuantificar.

Se define el rendimiento como el cociente entre la potencia que se entrega al alternador y la potencia que el agua es capaz de entregar a la entrada de la turbina. La

potencia se pierde sobre todo en la fricción que tiene lugar en la cámara espiral, los álabes directrices, el rodete y el tubo de aspiración. La ausencia de tubo de aspiración puede acarrear una pérdida de rendimiento del 50 % en las turbinas con rodetes de alta velocidad específica.

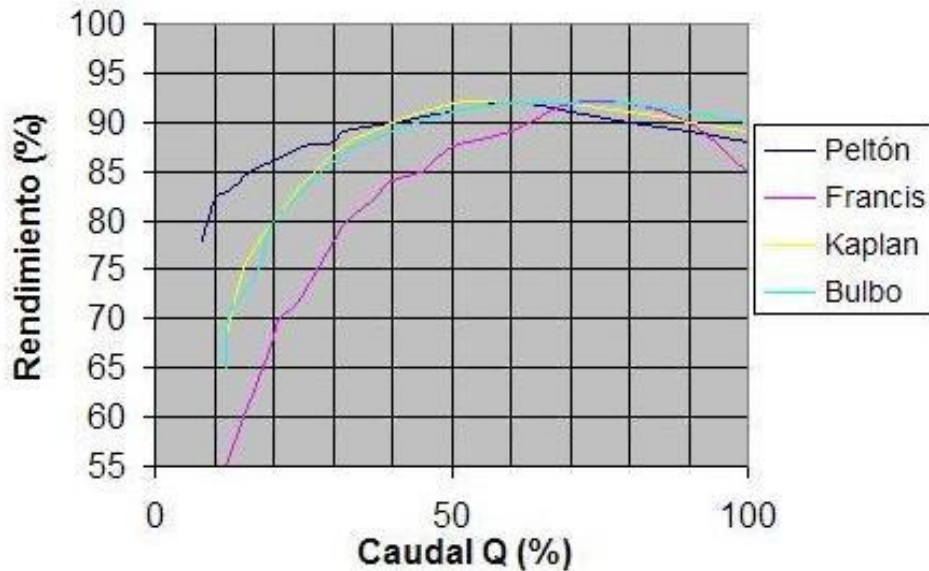


Figura 11.1. Curvas del rendimiento de las turbinas.

Se puede extraer de esta gráfica que las turbinas Kaplan tienen rendimientos aceptables a partir del 20 % del caudal nominal.

El rendimiento global incluye los rendimientos de los elementos que rodean a la turbina, como el alternador. En turbinas de baja potencia como la del presente proyecto se consiguen rendimientos mayores del 90 %.

Tabla 11.1.-Rendimientos de la turbina en función del caudal.

% Q	% Rto.
100	90,3
90	91,9
80	91,0
70	90,0
60	89,7
50	88,7
40	86,0

A eje turbina  $\pm$  2%.

## 11.4 Componentes

La turbina constará de los siguientes elementos:

- Tapa o cierre de turbina nervado en Acero A42 b.
- Directrices fijas en Inox GX 5 CrNi 13,4.
- Eje forjado en una sola pieza en Acero XC-48, alojando en su interior el servomotor de accionamiento de las palas.
- Rueda de 4 palas de tipo Kaplan de perfil hidráulico idóneo, material Inox, GX 5Cr.Ni.-13.4.
- Núcleo de accionamiento de palas con toda la timonería de movimiento, en baño permanente de aceite, en St 52,3 + bronce N – 12.
- Ojiva de forma hidráulica, estanca al agua, Manto en Inox GX5 Cr Ni 13.4.
- Transductor lineal, para conocer la posición de las palas.
- Sonda Pt-100 en el cojinete de la turbina.
- Cojinete de turbina de relación 1:1,2, en material antifricción Sb-Pb, con su correspondiente sistema de engrase y bomba de grasa.
- Cabezal de introducción de aceite. Montado sobre multiplicador.
- Central oleohidráulica para el mando de palas.
- Boca de hombre para inspecciones.
- Cono del aspirador metálico.
- Grupo oleohidráulico compuesto de:
  - Puntos de giro sobre DEVAMETAL (sin engrase).
  - Grupo oleohidráulico.
  - Depósito de suficiente capacidad (carga de aceite).
  - Indicador de nivel visual y eléctrico.
  - Tapón de llenado con filtro.
  - Válvula de vaciado.
  - Tapa de inspección.
  - Dos motores con dos bombas.
  - Un filtro con indicador de colmatación.
  - Una válvula de seguridad y una válvula reguladora de presión.
  - Tres manómetros.
  - Presostato de máxima, mínima y seguridad.
  - Una válvula proporcional de mando de palas del rodete.
  - Aceite para el primer llenado.
  - Tuberías, enlaces y accesorios.
  - Un acumulador de aceite.
  - Aceites y grasas del primer llenado serán biodegradables.
- Bomba de engrase, con detector de paso y de mínimo nivel.

## 11.5 Velocidad específica

Se denomina velocidad específica de una turbina hidráulica a la velocidad a la cual trabajaría una turbina exactamente homóloga (es decir, de la misma forma constructiva pero más reducida), desarrollando una potencia de 1 CV, bajo un salto de 1 m.

La velocidad específica se puede hallar con la siguiente fórmula:

$$N_s = \frac{2.419}{H^{0,489}} \text{ (rpm)}$$

Donde:

- $N_s$  es la velocidad específica en revoluciones por minuto.
- $H$  altura del salto neto en metros.

$$N_s = \frac{2.419}{11,85^{0,489}} = 722,08 \text{ rpm}$$

La velocidad específica es un índice para determinar, en cada caso, cuál es el tipo de turbina más apropiado. Según pruebas experimentales las turbinas tienen buen rendimiento sólo entre ciertos límites de su velocidad específica. Por ello, dicha velocidad específica ha de servir de indicación para la elección de la turbina más conveniente en cada caso.

Según la altura del salto, la potencia a desarrollar y la velocidad de la turbina, se obtiene una velocidad específica determinada, y el tipo de turbina más adecuado. En la tabla de la figura 8.3, siguiendo este criterio, el tipo de turbina más adecuado para este salto es la Kaplan rápida, puesto que la altura del salto está entre 5 y 15 metros, y la velocidad específica entre 500 y 800 r.p.m.

## 11.6 Dimensiones del rodete

- Coeficiente de cavitación:

$$\sigma = \frac{N_s^{1,46}}{15.625} = \frac{722,08^{1,46}}{15.625} = 0,95$$

- Dimensiones del rodete:

Coeficiente de velocidad periférica:

$$K_u = 0,79 + \frac{N_s}{621} = 0,79 + \frac{722,08}{621} = 1,945$$



Diámetro exterior de las palas del rodete:

$$D_M = \frac{84,55 \cdot k_u \cdot \sqrt{H}}{N} = \frac{84,55 \cdot 1,945 \cdot \sqrt{11,85}}{1.183,3} = 0,478 \text{ m}$$

Diámetro del rodete:

$$D_m = \left( 0,25 + \frac{94,64}{N_s} \right) \cdot D_M = \left( 0,25 + \frac{94,64}{722} \right) \cdot 0,478 = 0,182 \text{ m}$$

Altura desde el centro de las palas a la punta del rodete:

$$H_m = \frac{6,94 \cdot D_M}{N_s^{0,403}} = \frac{6,94 \cdot 0,478}{722^{0,403}} = 0,233 \text{ m}$$

Altura desde el centro de tubo de alimentación hasta el centro de las palas del rodete:

$$H_1 = \left( 0,38 + \frac{N_s}{19.342} \right) \cdot D_M = \left( 0,38 + \frac{722}{19.342} \right) \cdot 0,478 = 0,199 \text{ m}$$

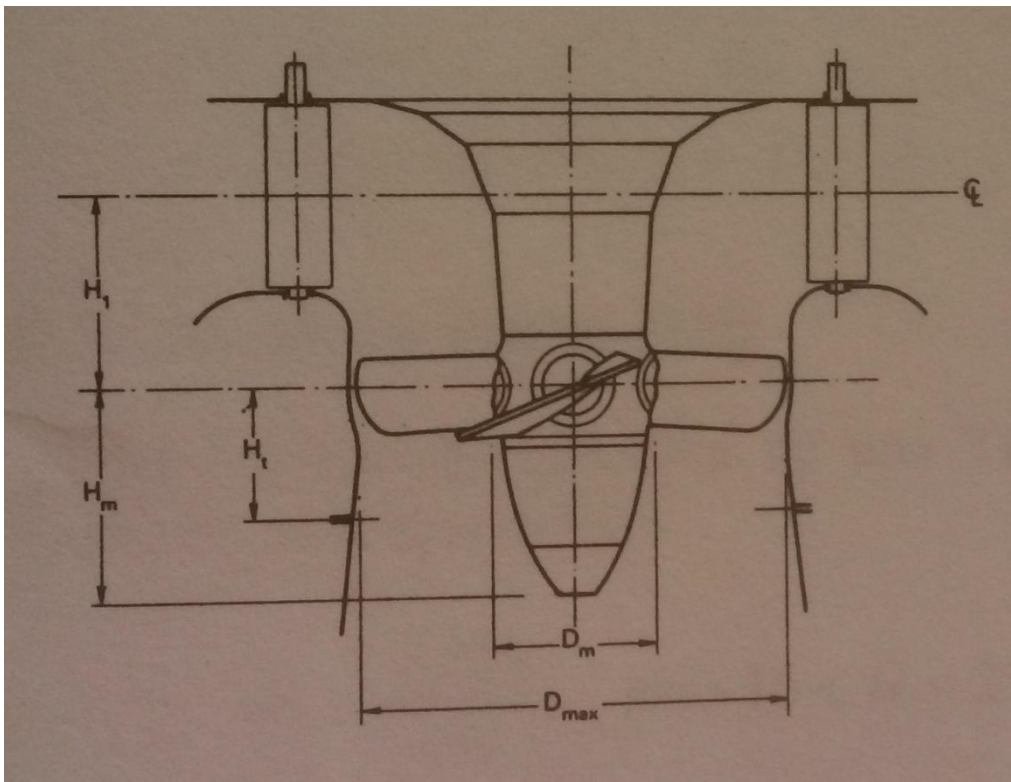


Figura 11.2. Dimensiones de la turbina Kaplan.

## 11.7 Dimensiones de la cámara espiral

La cámara espiral de esta turbina es de acero, como se ha dicho anteriormente.

La velocidad en la sección de entrada de la cámara espiral de acero se puede estimar con la siguiente expresión:

$$V = 3,17 - \frac{759,21}{N_s} = 3,17 - \frac{759,21}{722,08} = 2,11 \text{ m/s}$$

### 11.7.1 Espiral de acero

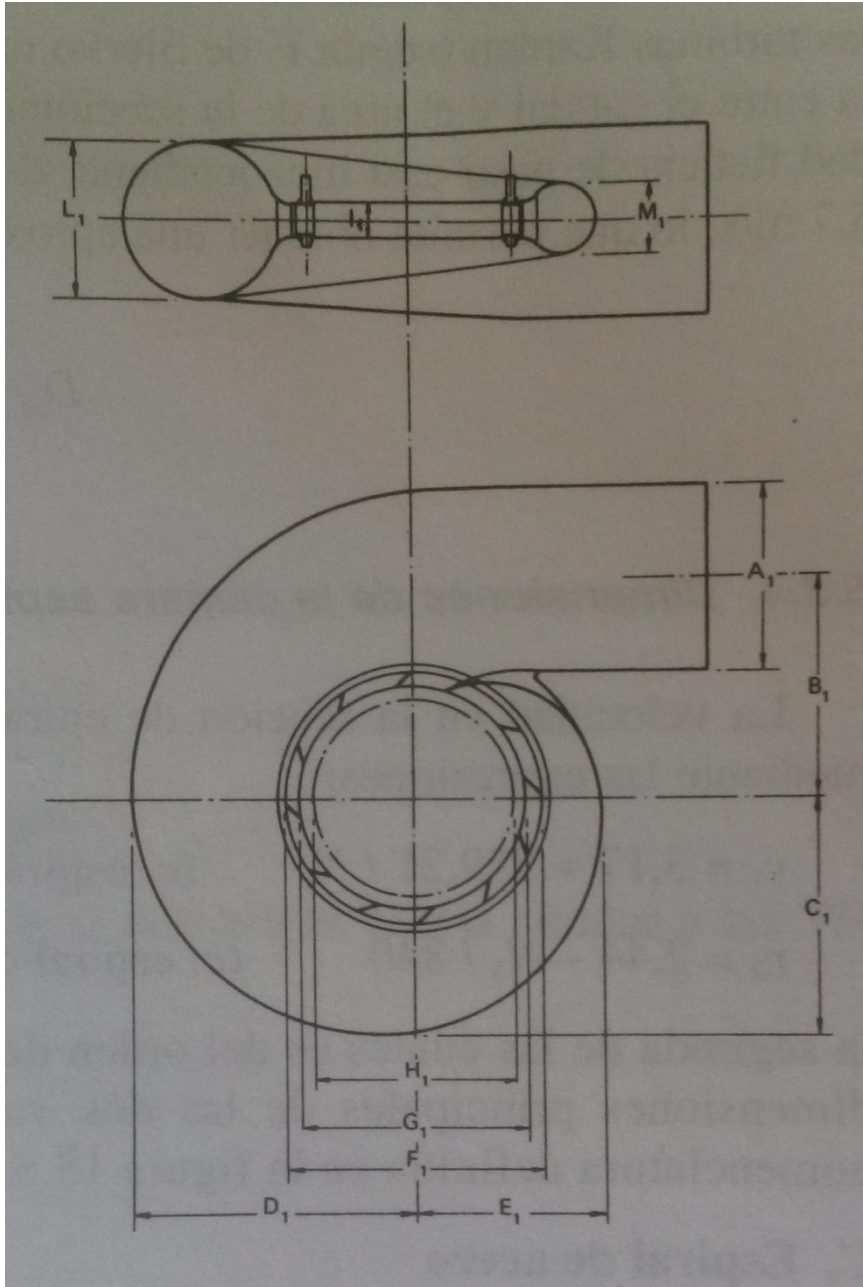


Figura 11.3. Dimensiones de la espiral de acero.

Y las medidas de la espiral de acero son:

$$A_1 = 0,4 \cdot N_s^{0,2} \cdot D_M = 0,4 \cdot 722,08^{0,2} \cdot 0,478 = 0,713 \text{ m}$$

$$B_1 = \left(1,26 + \frac{N_s}{2.638,5}\right) \cdot D_M = \left(1,26 + \frac{722,08}{2.638,5}\right) \cdot 0,478 = 0,733 \text{ m}$$

$$C_1 = \left(1,46 + \frac{N_s}{3.086,4}\right) \cdot D_M = \left(1,46 + \frac{722,08}{3.086,4}\right) \cdot 0,478 = 0,809 \text{ m}$$

$$D_1 = \left(1,56 + \frac{N_s}{1.742,2}\right) \cdot D_M = \left(1,56 + \frac{722,08}{1.742,2}\right) \cdot 0,478 = 0,943 \text{ m}$$

$$E_1 = \left(1,21 + \frac{N_s}{3.690}\right) \cdot D_M = \left(1,21 + \frac{722,08}{3.690}\right) \cdot 0,478 = 0,671 \text{ m}$$

$$F_1 = \left(1,45 + \frac{72,17}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(1,45 + \frac{72,17}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,74 \text{ m}$$

$$G_1 = \left(1,29 + \frac{41,63}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(1,29 + \frac{41,63}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,644 \text{ m}$$

$$H_1 = \left(1,13 + \frac{31,86}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(1,13 + \frac{31,86}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,561 \text{ m}$$

$$I_1 = \left(0,45 - \frac{31,8}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(0,45 - \frac{31,8}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,194 \text{ m}$$

$$L_1 = \left(0,74 + \frac{N_s}{1.149,4}\right) \cdot D_M = \left(0,74 + \frac{722,08}{1.149,4}\right) \cdot 0,478 = 0,654 \text{ m}$$

$$M_1 = \frac{D_M}{2,06 - \frac{N_s}{833,3}} = \frac{0,478}{2,06 - \frac{722,08}{833,3}} = 0,4 \text{ m}$$

## 11.8 Dimensiones del tubo de aspiración

Las dimensiones del tubo de aspiración se estiman mediante las expresiones siguientes:

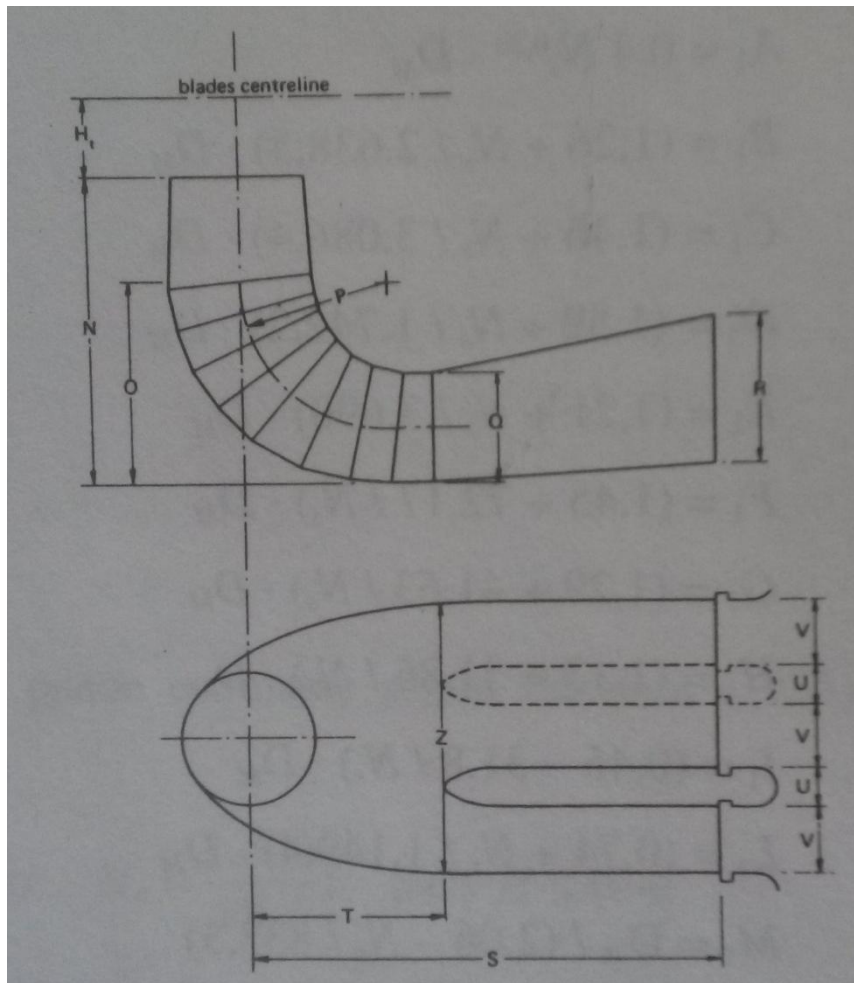


Figura 11.4. Dimensiones del tubo de aspiración.

$$H_t = \left(0,24 + \frac{N_s}{12.788}\right) \cdot D_M = \left(0,24 + \frac{722,08}{12.788}\right) \cdot 0,478 = 0,1417 \text{ m}$$

$$N = \left(2 - \frac{N_s}{46.7290}\right) \cdot D_M = \left(2 - \frac{722,08}{46.7290}\right) \cdot 0,478 = 0,955 \text{ m}$$

$$O = \left(1,4 - \frac{N_s}{59.880}\right) \cdot D_M = \left(1,4 - \frac{722,08}{59.880}\right) \cdot 0,478 = 0,663 \text{ m}$$

$$P = \left(1,26 - \frac{16,35}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(1,26 - \frac{16,35}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,591 \text{ m}$$

$$Q = \left(0,66 - \frac{18,40}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(0,66 - \frac{18,40}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 0,303 \text{ m}$$

$$R = \left(1,25 - \frac{N_s}{12.531}\right) \cdot D_M = \left(1,25 - \frac{722,08}{12.531}\right) \cdot 0,478 = 0,569 \text{ m}$$

$$S = \left(4,26 + \frac{201,21}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(4,26 + \frac{201,21}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 2,16 \text{ m}$$

$$T = \left(1,2 + \frac{N_s}{1.953}\right) \cdot D_M = \left(1,2 + \frac{722,08}{1.953}\right) \cdot 0,478 = 0,75 \text{ m}$$

$$Z = \left(2,58 + \frac{102,66}{N_s}\right) \cdot D_M = \left(2,58 + \frac{102,66}{722,08}\right) \cdot 0,478 = 1,3 \text{ m}$$

## 12 Elección del generador

En la siguiente tabla se expresan las velocidades de generadores en revoluciones por minuto, en función del número de pares de polos, dentro de los límites de aplicación de las turbinas hidráulicas para la frecuencia de 50Hz.

Tabla 12.1.-Velocidades de los generadores accionados por turbinas hidráulicas.

Número de pares de polos	Velocidad en r.p.m.	Número de pares de polos	Velocidad en r.p.m.
40	75	18	166,5
38	79	16	87,5
36	83,5	14	214,5
34	88	12	250
32	94	10	300
30	100	8	375
28	107	7	428,5
26	115,5	6	500
24	125	5	600
22	136,5	<b>4</b>	<b>750</b>
20	150		

En nuestro caso será un generador síncrono de 4 pares y por tanto 750 r.p.m. La potencia nominal del alternador, depende de la potencia en el eje de la turbina:

$$P = 9.81 \cdot Q \cdot Hn \cdot Rt = 9,81 \cdot 1,8 \cdot 11,85 \cdot 0,86 = 179,97 \text{ kW}$$

➤ se considera el rendimiento máximo de la turbina de 0,89.

Suponiendo un alternador de rendimiento a plena carga de 0,95, la potencia a la salida de este será:

$$P_{salida \text{ generador}} = 179,95 \cdot 0,95 = 170,95 \text{ kW}$$

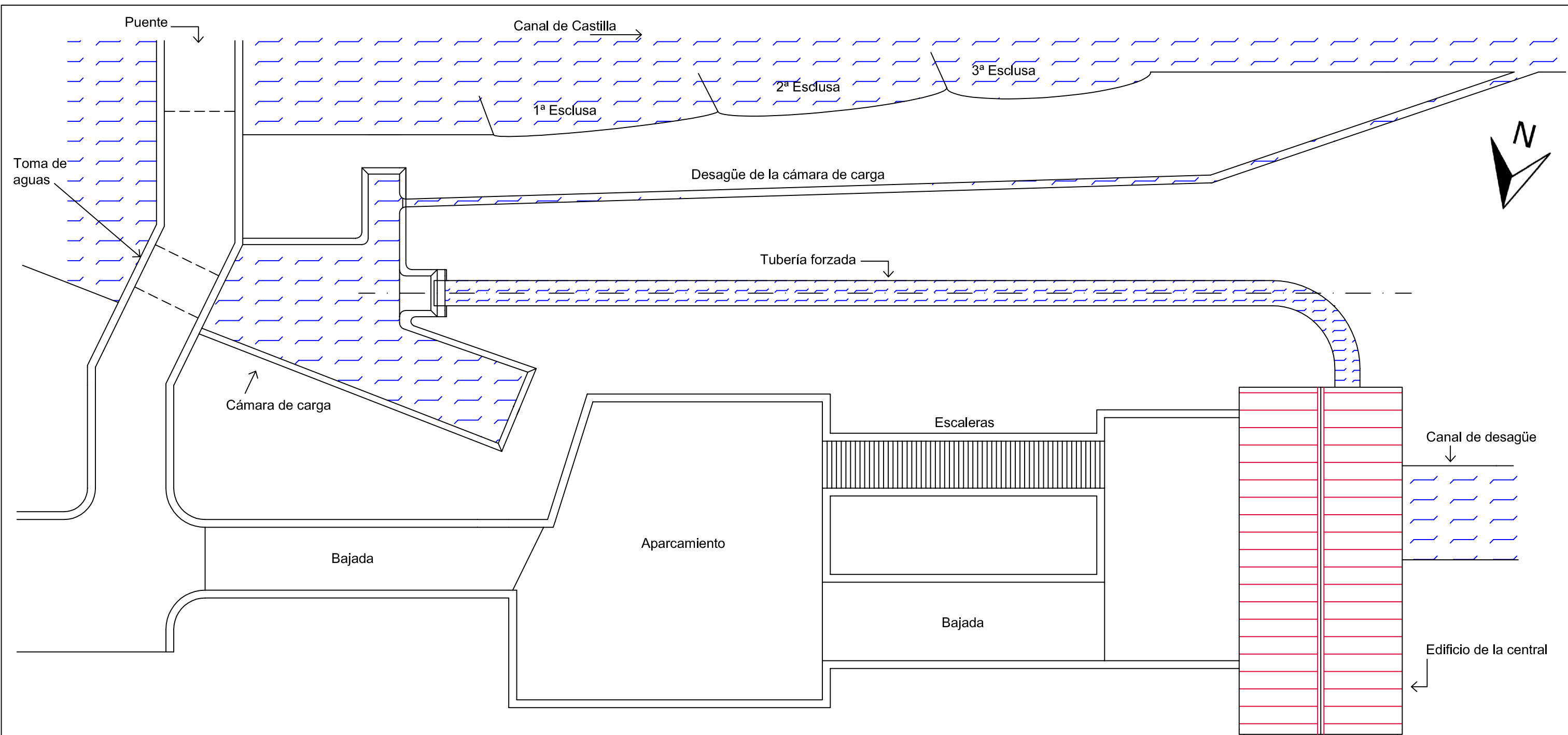
Es un alternador síncrono, diseñado para absorber la potencia máxima de la turbina. Con polos salientes, sin escobillas y cuya tensión de generación son 380 V.

# Planos

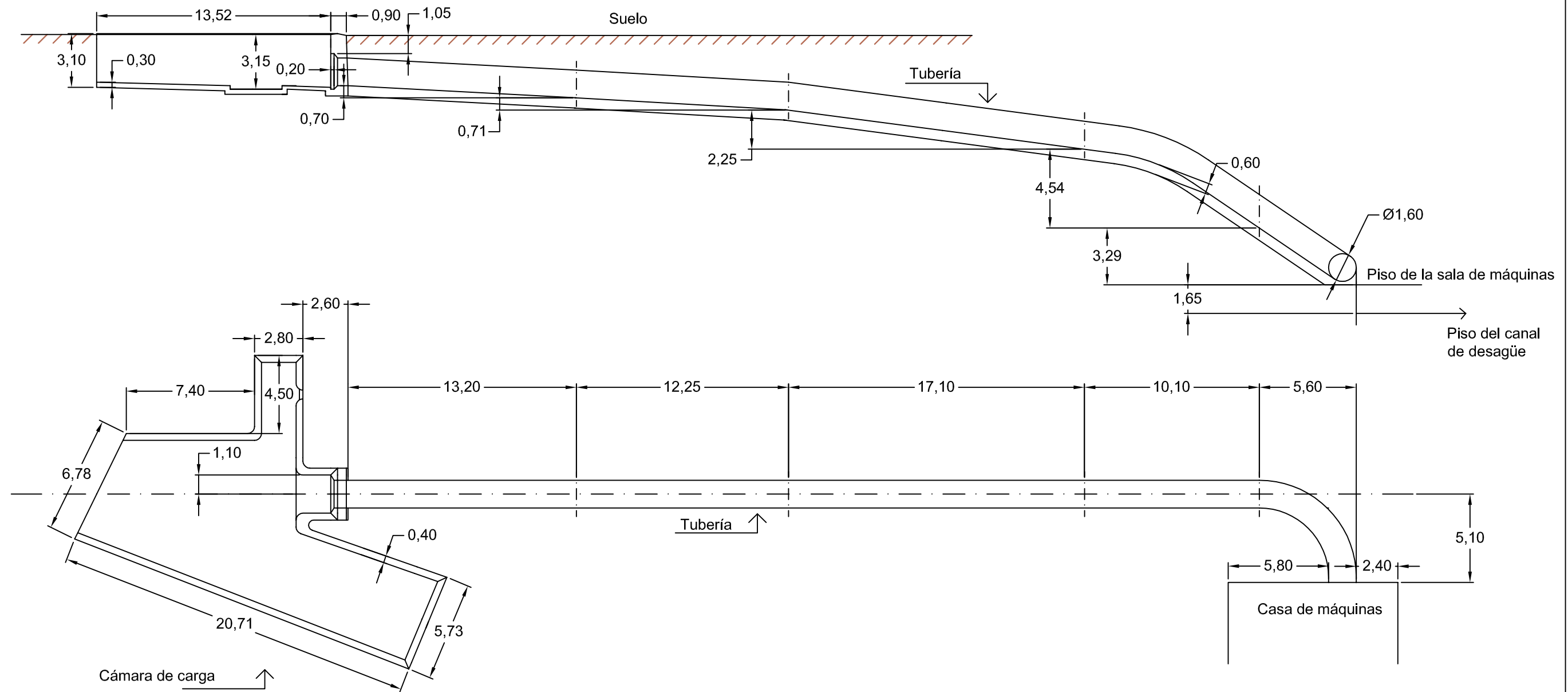




		<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b>			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA					
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS					
PLANO DE	Situación general				
ESCALA	1 / 250.000				PLANO Nº
FECHA	Junio de 2015				<b>1</b>
Fdo.: Francisco Caminero Diez					

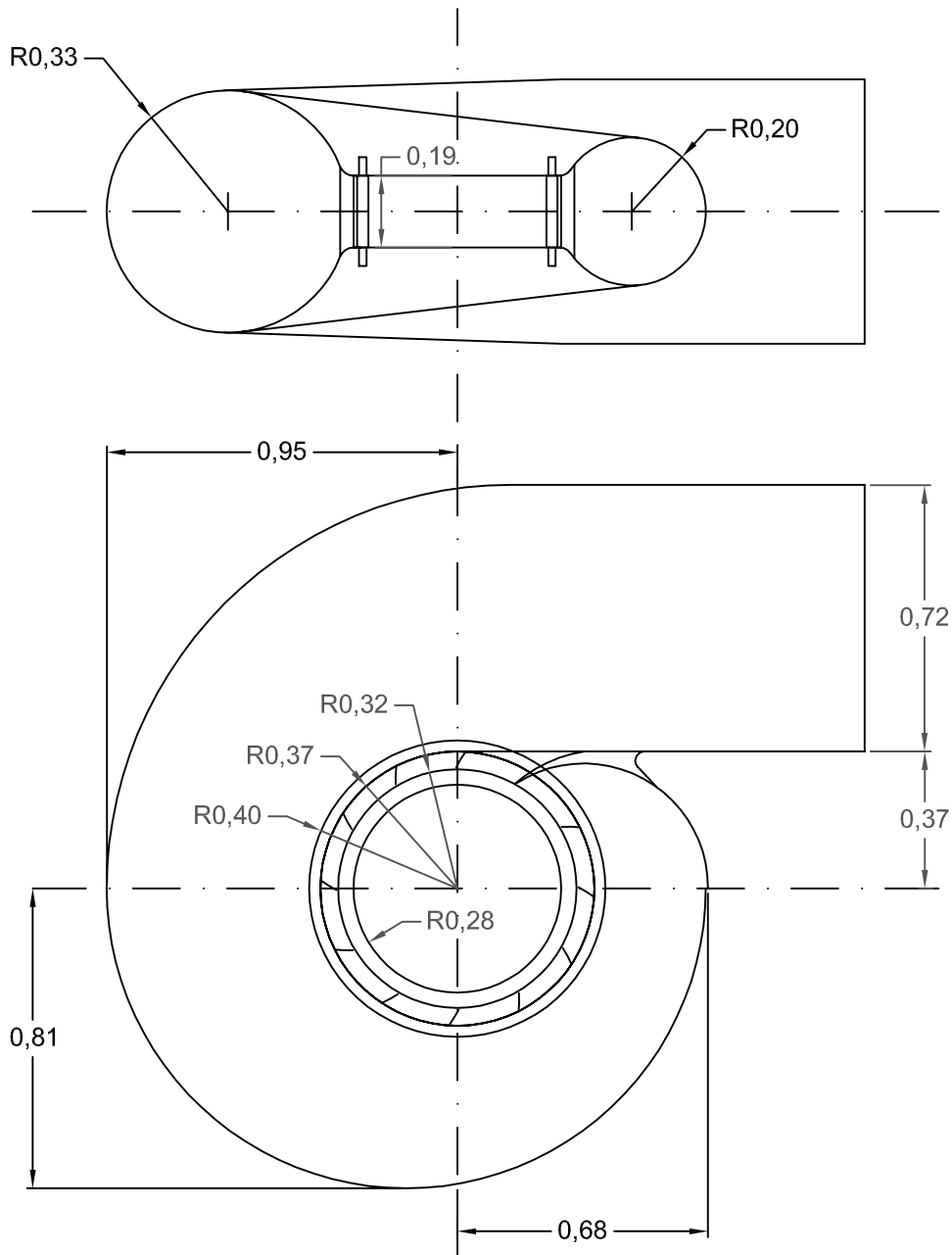




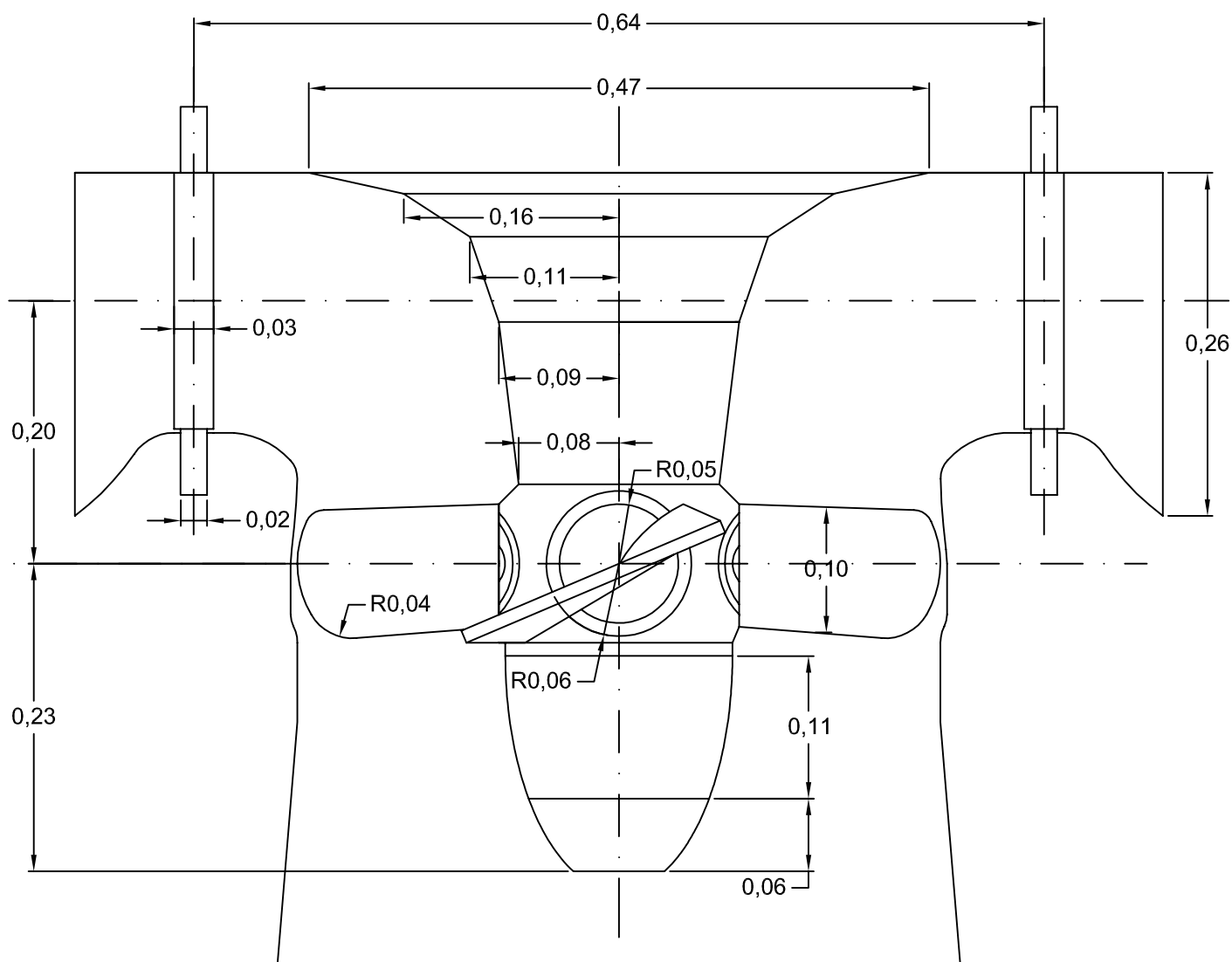
 <b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b> 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS	
PLANO DE	Vista general en planta
ESCALA	1 /250
FECHA	Junio de 2015
Fdo.: Francisco Caminero Diez	
PLANO Nº	
<b>2</b>	





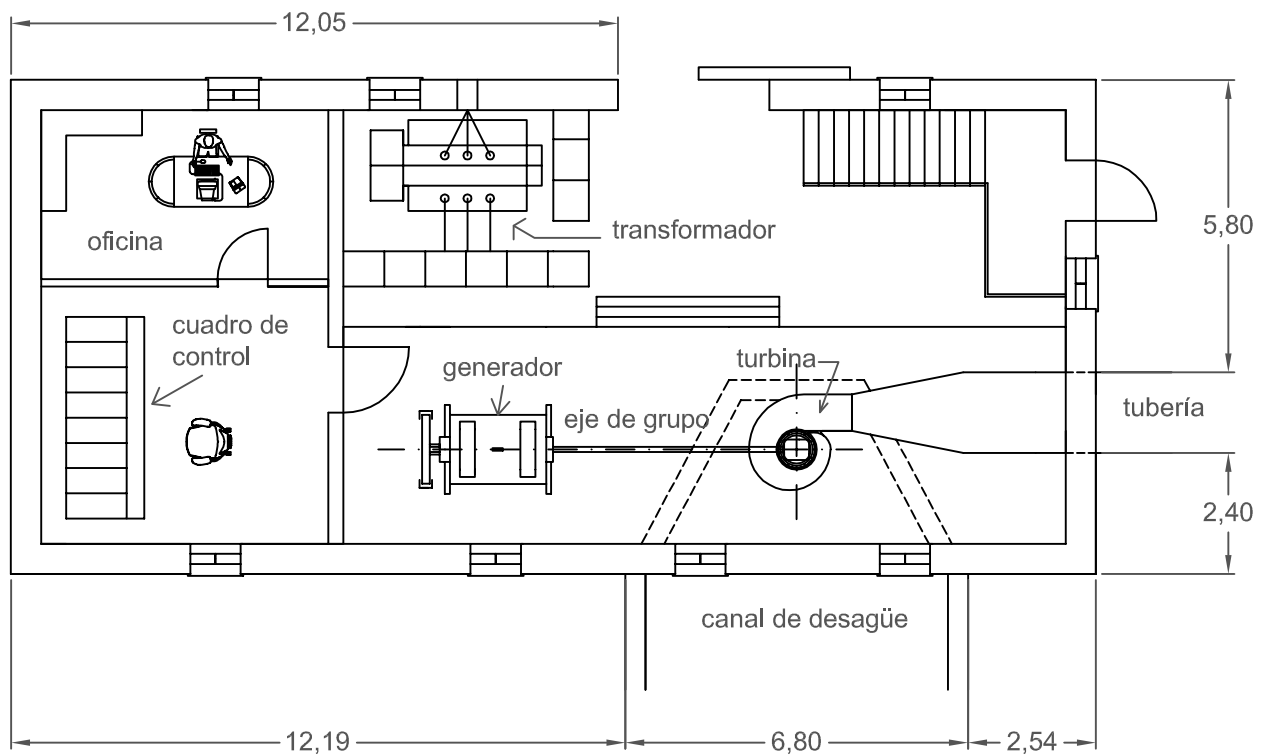
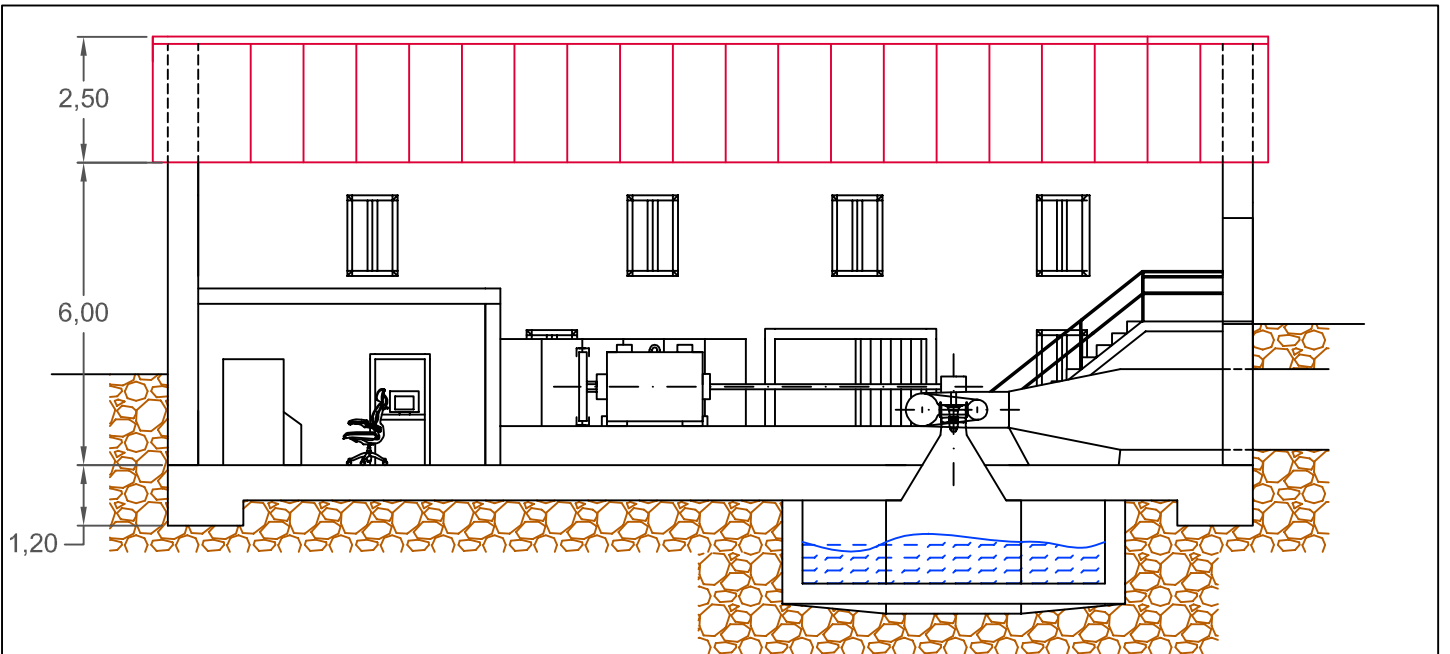
 <b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b> 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS	
PLANO DE	Tubería forzada (corte longitudinal del terreno y vista en planta)
ESCALA	1 / 250
FECHA	Junio de 2015
Fdo.: Francisco Caminero Díez	
PLANO Nº	
<b>3</b>	



		<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b>			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA					
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS					
PLANO DE	Cámara espiral de la turbina Kaplan				
ESCALA	1 / 20				PLANO Nº
FECHA	Junio de 2015	Fdo.: Francisco Caminero Diez			<b>4</b>



		<b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b>			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA					
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS					
PLANO DE	Rodete de la turbina Kaplan				
ESCALA	1 / 5				PLANO Nº
FECHA	Junio de 2015	Fdo.: Francisco Caminero Diez			<b>5</b>



 <b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b> 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN RIBAS DE CAMPOS	
PLANO DE	Casa de máquinas
ESCALA	1 / 150
FECHA	Junio de 2015
Fdo.: Francisco Caminero Diez	
PLANO Nº	
<b>6</b>	

# Pliego de Condiciones

# Condiciones Generales y Facultativas

---

## 13 Datos generales

### 13.1 Datos del proyecto

El presente Pliego de Condiciones se refiere al proyecto cuyos datos generales son:

- **Promotor:** *Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas (Universidad de León).*
- **Autor:** *Francisco Caminero Diez, Graduado en Ingeniería de la Energía.*
- **Título:** *Proyecto de Rehabilitación de Central Hidroeléctrica en Ribas de Campos.*

### 13.2 Datos del emplazamiento

En lo referente al lugar de emplazamiento de la central tenemos que:

- **Dirección:** *Diseminados.*
- **Paraje:** *Calahorra de Ribas.*
- **Municipio:** *Ribas de Campos.*
- **Provincia:** *Palencia.*
- **Referencia catastral:** *000900100UM76G00010J*
- **Aprovechamiento hidráulico:** *Canal de Castilla.*

## 14 Condiciones generales

- El Presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.
- El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, alumbrado y tierra.
- El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

## 15 Reglamentos y normas

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Normas de la Compañía Suministradora.
- Lo indicado en este pliego de condiciones con referencia a todos los códigos y normas.

## 16 Técnico director de obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa



técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

## 17 Contratista

Corresponde al Contratista:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

## 18 Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

## 19 Materiales no utilizables

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

## 20 Ejecución de las obras

### 20.1 Comienzo

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure contrato establecido con la propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al técnico director la fecha de comienzo de los trabajos.

### 20.2 Plazo de ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo posterior que esté

condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

## **21 Libro de órdenes**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

## **22 Interpretación y desarrollo del proyecto**

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director.

El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

## 23 Obras complementarias

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

## 24 Modificaciones

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

## 25 Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

## 26 Medios auxiliares

Serán de cuenta del contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

## 27 Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

## 28 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

## 29 Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## 30 Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

## 31 Conservación de las obras

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

## **32 Recepción de las obras**

### **32.1 Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico

El Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

### **32.2 Plazo de garantía**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

### **32.3 Recepción definitiva**

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

## **33 Contratación de la empresa**

### **33.1 Modo de contratación**

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso-subasta.

### **33.2 Presentación**

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 15 de septiembre de 2015 en el domicilio del propietario.

### **33.3 Selección**

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo entre el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

### **34 Fianza**

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

### **35 Presencia del Contratista en la obra**

El Contratista viene obligado a comunicar a la Propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **36 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

### **37 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones procedentes de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### **38 Faltas de personal**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **39 Caminos y accesos**

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Contratista se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

### **40 Replanteo**

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.



## **41 Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

## **42 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

## **43 Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **44 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

# Condiciones Económicas

---

## 45 Abono de la Obra

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras.

Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

## 46 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

### 46.1 Costes directos

Se consideran costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

## 46.2 Costes indirectos

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

## 46.3 Gastos generales

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

## 46.4 Beneficio Industrial

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

## 46.5 Precio de Ejecución Material

Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial y los gastos generales.

## 46.6 Precio de Contrata

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## 47 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## 48 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## 49 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

## 50 De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

## 51 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste: de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## 52 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados corresponderla abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## 53 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y espaciales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

## **54 Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignada mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## **55 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución. El procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

## 56 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## 57 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## 58 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## 59 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

## 60 Unidades de obras defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## 61 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## 62 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.



Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **63 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

### **64 Contrato**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas,

La realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

## 64.1 Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

## 64.2 Causas de rescisión del contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del contratista.
3. Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
4. Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
5. La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
6. La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
7. Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
9. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

10. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

### **64.3 Liquidación en Caso Rescisión del Contrato**

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

# Condiciones Eléctricas Técnicas

---

## 65 Condiciones generales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## 66 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

## 66.1 Conductores aislados bajo tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

### 66.1.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Tabla 66.1.1.- Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	4	Fuerte.
Resistencia al impacto.	3	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	1-2	Rígido / curvable.
Propiedades eléctricas.	1-2	Continuidad eléctrica/ aislante.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ .
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.	2	Protección interior y exterior media.
Resistencia a la tracción.	0	No declarada.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.
Resistencia a las cargas suspendidas.	0	No declarada.

### 66.1.2 Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

**1º** -> Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Tabla 66.1.2.- Tubos empotrados en construcciones.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	2	Ligera.
Resistencia al impacto.	2	Ligera.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Propiedades eléctricas.	0	No declaradas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ .
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción.	0	No declarada.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.
Resistencia a las cargas suspendidas.	0	No declarada.

2º -> Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Tabla 66.1.2.- Tubos empotrados en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	3	Ligera.
Resistencia al impacto.	3	Ligera.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	2	+90 °C (+60 °C canal, precable ordinarias)
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Propiedades eléctricas.	0	No declaradas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	5	Protegido contra el polvo.
Resistencia a la penetración del agua.	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción.	0	No declarada.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.
Resistencia a las cargas suspendidas.	0	No declarada.



### 66.1.3 Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Tabla 66.1.3.- Tubos en canalizaciones aéreas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión.	4	Fuerte.
Resistencia al impacto.	3	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	1	+60 °C
Resistencia al curvado.	4	Flexible.
Propiedades eléctricas.	1/2	Continuidad / aislado.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ .
Resistencia a la penetración del agua.	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción.	2	Ligera.
Resistencia a la propagación de la llama.	1	No propagador.
Resistencia a las cargas suspendidas.	2	Ligera.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

**66.1.4 Tubos en canalizaciones enterradas.**

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

**Tabla 66.1.4.- Tubos en canalizaciones enterradas.**

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión.	NA	250 N/450 N/ 750 N
Resistencia al impacto.	NA	Ligero/Normal.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio.	NA	NA
Resistencia al curvado.	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas.
Propiedades eléctricas.	0	No declaradas.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ .
Resistencia a la penetración del agua.	3	Contra el agua en forma de lluvia.
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.	2	Protección interior y exterior media y compuestos.
Resistencia a la tracción.	0	No declarada.
Resistencia a la propagación de la llama.	0	No declarada.
Resistencia a las cargas suspendidas.	0	No declarada.

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

### 66.1.5 Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

## 66.2 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

## 66.3 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

## 66.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

## 66.5 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

## 66.6 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Tabla 66.6.-Características conductores aislados.

Característica	Grado	
	< 16 mm	➤ 16 mm
Dimensión del lado mayor de la sección transversal.		
Resistencia al impacto.	Muy ligera.	Media.
Temperatura mínima de instalación y servicio.	+ 15 °C	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio.	+60 °C	+60 °C
Propiedades eléctricas/aislantes.	Aislante.	Continuidad.
Resistencia a la penetración de objetos sólidos.	4	No inferior a 2.
Resistencia a la penetración del agua.	No declarada.	
Resistencia a la propagación de la llama.	No propagadora de llama.	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## 66.7 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.



## 66.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

## 66.9 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

## 66.10 Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

## 67 Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Las instalaciones interiores quedan distribuidas de la forma siguiente:

- Instalación de evacuación del generador.
- Circuitos de fuerza de servicios auxiliares.
- Instalación de control de la central.
- Instalaciones de fuerza y alumbrado en central.
- Instalaciones de fuerza y alumbrado en oficina, almacén y aseo.
- Instalaciones de alumbrado exterior

Esta división tiene por objeto evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo, facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos y evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse.

## 68 Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indican en el presente Pliego.

### 68.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.

- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

## 68.2 Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 68.3 Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### 68.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tabla 68.4.- Resistencia al aislamiento de conductores.

Tensión nominal instalación	Tensión de ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (M $\Omega$ )
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\geq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

## 69 Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y medio el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcciones sólidas y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

## 70 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

## 71 Aparata de mando y protección

### 71.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

## 71.2 Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### 71.3 Guardamotores

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

### 71.4 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### 71.5 Interruptores diferenciales

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

#### 71.5.1 Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.



### 71.5.2 Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### 71.5.3 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite

convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- $R_a$ : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$ : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$ : es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## 71.6 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicios continuos y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

## 71.7 Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

## 71.8 Prensaestopas y etiquetas

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

## 72 Receptores de alumbrado

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los

conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (por ejemplo 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## 73 Receptores a motor

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW -> 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW -> 3,0
- De 5 kW a 15 kW -> 2
- Más de 15 kW -> 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.

- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete con ranura de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.

- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "desatarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megaohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrito de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

## 74 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

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.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

## 74.1 Uniones a tierra

### 74.1.1 Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

### 74.1.2 Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.



Tabla 74.1.2.-Sección conductores de tierra.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión (Galvanizado).	Igual a conductores de protección.	16 mm <sup>2</sup> Acero / 16 mm <sup>2</sup> Cu
No protegido contra la corrosión.	25 mm <sup>2</sup> Cu / 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu / 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### 74.1.3 Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

#### 74.1.4 Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### 74.1.5 Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Tabla 74.1.5.- Sección de conductores de protección.

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores.
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

## 75 Inspecciones y pruebas en fábrica

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.

- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

## 76 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## 77 Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

## 78 Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

## 79 Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

## 80 Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

# Presupuesto

# Estado de mediciones

---

## 81 Estado de mediciones

### Capítulo 1: Obras de albañilería.

Concepto	Unidad	Medición
1.1. Derribo del edificio próximo a la central correspondiente a un antiguo molino, mediante pala retroexcavadora.	hora	5,00
1.2 Carga y retirada de escombros a planta de revalorización mediante camión.	m <sup>3</sup>	75,00
1.3. Desbroce, limpieza y nivelación del terreno colindante al edificio por medios mecánicos y manuales.	m <sup>2</sup>	1.500,00
1.4. Preparación de un acceso para vehículos hasta la central en rampa, mediante retroexcavadora.	hora	10,00
1.5. Compactación del terreno mediante rodillo percutor.	hora	1,00
1.6. Encofrado y desencofrado del acceso.	m	40,00
1.7. Hormigonado del acceso y la zona colindante al edificio de la central, con hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> , de consistencia plástica, T <sub>máx</sub> 20 mm, elaborado en central, vibrado y colocado.	m <sup>3</sup>	170,00

**Estado de Mediciones**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
1.8. Barandilla en piedra de sillería, limitando el acceso, la cámara de carga y el cauce del canal.	m	105,00
1.9. Desmantelamiento completo de la actual cubierta del edificio.	m <sup>2</sup>	220,00
1.10. Preparación y encofrado de la parte inicial del canal de desagüe.	m <sup>2</sup>	220,00
1.11. Hormigonado del canal de desagüe, con hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> , de consistencia plástica, T <sub>máx</sub> 20 mm, elaborado en central, vibrado y colocado.	m <sup>3</sup>	38,00
1.12. Revestimiento de la fachada con cotegran.	m <sup>2</sup>	310,00
1.13. Enyesado y pintado de las paredes interiores de la central.	m <sup>2</sup>	300,00
1.14. Preparación del hueco necesario para instalar la turbina completa, al final de la tubería, con toda la herramienta, mano de obra y materiales necesarios.	hora	25,00
1.15. Acondicionado del suelo del interior del edificio, con baldosas.	m <sup>2</sup>	211,00



**Estado de Mediciones****Capítulo 2: Carpintería metálica.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
2.1. Cubierta completa del edificio, a dos aguas, formada por cerchas y correas de perfiles IPE, y paneles tipo sándwich, incluido montaje.	m <sup>2</sup>	226,00
2.2. Ventanas con marco de aluminio, con doble cristal 4-8-4, de dos hojas abatibles, de 1 x 1,60 metros.	ud.	16,00
2.3. Puerta de acceso, abatible, de aluminio, lacada, con aislamiento térmico y acústico, de 1,20 x 2,10 metros. Instaladas.	ud.	1,00
2.4. Puerta lateral, de aluminio, lacada, corredera, con aislamiento térmico y acústico, de 3,00 x 2,50. Instalada.	ud.	1,00
2.5. Escalera metálica de acceso al edificio. Instalada incluyendo replanteo.	ud.	1,00
2.6. Rejillas de ventilación de la sala de máquinas.	ud.	2,00

**Estado de Mediciones****Capítulo 3: Instalación eléctrica interior.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
3.1. Instalación eléctrica del interior del edificio en baja tensión con cuadro eléctrico, protecciones, interruptores automáticos, cableado, enchufes monofásicos, etc.	ud.	1,00
3.2. Luminaria estanca, en material plástico de 2x36 W con protección IP66 clase I, cuerpo de poliéster, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm de espesor. Equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	ud.	10,00
3.3. Aparato autónomo de alumbrado de emergencia no permanente con señalización modelo URA21 con lámpara de emergencia incandescente; grado de protección IP 42, flujo luminoso 100 lm, superficie que cubre 20 m <sup>2</sup> . Funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura, según Norma UNE 60 598.2.22, UNE 20 062-93 (inc.) y NBE-CPI 96, con marca de calidad N. Alimentación 230V 50/60Hz. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	ud.	10,00

**Estado de Mediciones**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
3.4. Punto de luz sencillo múltiple de 10 A, realizado con tubo de PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar flexible de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu, incluyendo caja de registro y regletas de conexión, interruptor superficie IP 547, instalado.	ud.	4,00
3.5. Base de enchufe trifásica con toma de tierra realizada con tubo de PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu, y aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro y regletas de conexión, base de enchufe superficie 16-25 A., instalada.	ud.	4,00

**Estado de Mediciones****Capítulo 4: Equipos.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
4.1. Rejilla fija de acero inoxidable de 2,25 m de ancho por 2,50 m de alto colocada en la toma de agua para evitar la entrada gruesos a la tubería, con sistema de limpieza automático incluido, todo ello instalado.	ud.	1,00
4.2. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, a la entrada de la tubería, de 2,10 m de ancho por 2,20 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	1,00
4.3. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, en la toma de aguas, para poder secar la cámara de carga, de 3,20 m de ancho por 3 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	1,00
4.4. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, en el desagüe de fondo, de 1,80 m de ancho por 2,00 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	1,00
4.5. Válvula de seguridad de mariposa, con accionamiento hidráulico, contrapeso y sistema auxiliar de apertura, montada a la entrada de la turbina.	ud.	1,00

**Estado de Mediciones**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
4.6. Equipos informáticos para el controlar el correcto funcionamiento de la central.	ud.	1,00
4.7. Módem con estación base GSM / GPRS, ideal para la comunicación en puntos en los que no se dispone de una línea analógica, con la posibilidad de configurarlo remotamente con indicación de nivel de cobertura mediante LEDs, permitiendo comunicar GPRS a través de IP fija. Permite la lectura de contadores a través de una llamada GSM /GPRS. El módem dispone de 2 puertos de comunicaciones RS-232 y RS-485 que permiten recibir llamadas para el control y descarga de datos y registros del contador.	ud.	1,00
4.8. Extintor de nieve carbónica CO <sub>2</sub> , de eficacia 89B, de 5 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR. Medida la unidad instalada.	ud.	2,00
4.9. Extintor de polvo químico ABC polivalente anti-brasa, de eficacia 21A/113B, de 3 kg de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	ud.	2,00

**Estado de Mediciones**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
4.10. Equipamiento reglamentario de seguridad eléctrica de la central, comprendiendo carteles de primeros auxilios y de peligro de muerte, guantes aislantes, pértiga y banqueta aislante.	ud.	1,00
4.11. Armario de repuestos de la central, colocada.	ud.	1,00
4.12. Aparatos de elevación y manipulación de piezas pesadas.	ud.	1,00
4.13. Sistema de achique para situaciones de emergencia por fugas de agua.	ud.	1,00

**Estado de Mediciones****Capítulo 5: Equipamiento electromecánico.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
5.1. Turbina Kaplan rápida, de eje vertical, para caudal de 1,8 m <sup>3</sup> /s y salto neto 11,85 m, con una potencia de 180 kW, y una velocidad específica de 722 r.p.m. Con distribuidor servomandado y con acoplamiento para generador síncrono. Terminada, probada y puesta en marcha.	ud.	1,00
5.2. Alternador síncrono trifásico, de 4 pares de polos salientes, velocidad 500 r.p.m., tensión de generación 380 V, sin escobillas.	ud.	1,00
5.3. Conjunto de equipos eléctricos comprendiendo: transformador de servicios auxiliares, de medida, cuadros de control y protecciones; servicios auxiliares de c.a.; servicios auxiliares de c.c.; cables de B.T. y control, red de tierra de la central.	ud.	1,00
5.4. Sistema de automatismo, control local y telecontrol de la central.	ud.	1,00
5.5. Centro de transformación elevador de baja (380 V) a media tensión (13.200 V), con trafo y celdas incluidas, refrigerado por aceite.	ud.	1,00
5.6. Contador trifásico directo, clase B de 4 cuadrantes, con conexionado asimétrico, de tensión nominal 3x230 V, con reloj tipo calendario gregoriano y batería de litio.	ud.	1,00

**Estado de Mediciones**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Medición</u>
5.7. Toma de tierra mediante picas cobrizas formadas por barra de acero con baño electrolítico de 2000x14mm, para una resistencia máxima de 5 ohmios y punto de separación cable-pica, totalmente instalada.	ud.	20,00
5.8. Línea de enlace aérea, en M.T. trifásica, desde el punto de entronque al cuadro, incluyendo terminales con elementos de conexión y protección, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado, marcados por Iberdrola S.A.	m	600,00



# Precios unitarios

---

## 82 Precios unitarios

### Capítulo 1: Obras de albañilería.

Concepto	Unidad	Precio (€)	Total (€)
1.1. Derribo del edificio próximo a la central correspondiente a un antiguo molino, mediante pala retroexcavadora.	hora	50,00	250,00
1.2 Carga y retirada de escombros a planta de revalorización mediante camión.	m <sup>3</sup>	15,30	1.147,50
1.3. Desbroce, limpieza y nivelación del terreno colindante al edificio por medios mecánicos y manuales.	m <sup>2</sup>	0,54	810,00
1.4. Preparación de un acceso para vehículos hasta la central en rampa, mediante retroexcavadora.	hora	48,00	480,00
1.5. Compactación del terreno mediante rodillo percutor.	hora	80,00	80,00
1.6. Encofrado y desencofrado del acceso.	m	22,25	890,00
1.7. Hormigonado del acceso y la zona colindante al edificio de la central, con hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> , de consistencia plástica, T <sub>máx</sub> 20 mm, elaborado en central, vibrado y colocado.	m <sup>3</sup>	68,50	11.645,00

**Precios unitarios**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
1.8. Barandilla en piedra de sillería, limitando el acceso, la cámara de carga y el cauce del canal.	m	37,05	3.891,00
1.9. Desmantelamiento completo de la actual cubierta del edificio.	m <sup>2</sup>	5,61	1.235,00
1.10. Preparación y encofrado de la parte inicial del canal de desagüe.	m <sup>2</sup>	24,32	5.350,40
1.11. Hormigonado del canal de desagüe, con hormigón armado HA-25 N/mm <sup>2</sup> , de consistencia plástica, T <sub>máx</sub> 20 mm, elaborado en central, vibrado y colocado.	m <sup>3</sup>	143,75	5.462,50
1.12. Revestimiento de la fachada con cotegran.	m <sup>2</sup>	6,59	2.042,90
1.13. Enyesado y pintado de las paredes interiores de la central.	m <sup>2</sup>	1,78	534,00
1.14. Preparación del hueco necesario para instalar la turbina completa, al final de la tubería, con toda la herramienta, mano de obra y materiales necesarios.	hora	125,92	3.148,00
1.15. Acondicionado del suelo del interior del edificio, con baldosas.	m <sup>2</sup>	3,56	753,00

**Total capítulo 1: Obras de albañilería: 36.719,30**

**Precios unitarios****Capítulo 2: Carpintería metálica.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
2.1. Cubierta completa del edificio, a dos aguas, formada por cerchas y correas de perfiles IPE, y paneles tipo sándwich, incluido montaje.	m <sup>2</sup>	32,32	7.111,50
2.2. Ventanas con marco de aluminio, con doble cristal 4-8-4, de dos hojas abatibles, de 1 x 2 metros.	ud.	174,95	2.799,20
2.3. Puerta de acceso, abatible, de aluminio, lacada, con aislamiento térmico y acústico, de 1,20 x 2,10 metros. Instaladas.	ud.	349,95	349,95
2.4. Puerta lateral, de aluminio, lacada, corredera, con aislamiento térmico y acústico, de 3,00 x 2,50 m. Instalada.	ud.	825,40	825,40
2.5. Escalera metálica de acceso al edificio. Instalada incluyendo replanteo.	ud.	465,80	465,80
2.6. Rejillas de ventilación de la sala de máquinas.	ud.	24,00	48,00
<b>Total capítulo 2: Carpintería metálica:</b>			<b>11.599,85</b>

## Precios unitarios

**Capítulo 3: Instalación eléctrica interior.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
3.1. Instalación eléctrica del interior del edificio en baja tensión con cuadro eléctrico, protecciones, interruptores automáticos, cableado, enchufes monofásicos, etc.	ud.	2.145,94	2.145,94
3.2. Luminaria estanca, en material plástico de 2x36 W con protección IP66 clase I, cuerpo de poliéster, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm de espesor. Equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	ud.	11,75	117,50
3.3. Aparato autónomo de alumbrado de emergencia no permanente con señalización modelo URA21 con lámpara de emergencia incandescente; grado de protección IP 42, flujo luminoso 100 lm, superficie que cubre 20 m <sup>2</sup> . Funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura, según Norma UNE 60 598.2.22, UNE 20 062-93 (inc.) y NBE-CPI 96, con marca de calidad N. Alimentación 230V 50/60Hz. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	ud.	11,46	114,60

**Precios unitarios**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
3.4. Punto de luz sencillo múltiple de 10 A, realizado con tubo de PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar flexible de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu, incluyendo caja de registro y regletas de conexión, interruptor superficie IP 547, instalado.	ud.	6,51	26,04
3.5. Base de enchufe trifásica con toma de tierra realizada con tubo de PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu, y aislamiento VV 750 V, en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro y regletas de conexión, base de enchufe superficie 16-25 A., instalada.	ud.	9,46	37,84
<b>Total capítulo 3: Instalación eléctrica interior:</b>			<b>2.441,92</b>

**Precios unitarios****Capítulo 4: Equipos.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
4.1. Rejilla fija de acero inoxidable de 2,25 m de ancho por 2,50 m de alto colocada en la toma de agua para evitar la entrada gruesos a la tubería, con sistema de limpieza automático incluido, todo ello instalado.	ud.	492,61	492,61
4.2. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, a la entrada de la tubería, de 2,10 m de ancho por 2,20 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	1.162,30	1.162,30
4.3. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, en la toma de aguas, para poder secar la cámara de carga, de 3,20 m de ancho por 3 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	1362,58	1362,58
4.4. Compuerta de acero, reforzada, con accionamiento electrohidráulico, en el desagüe de fondo, de 1,80 m de ancho por 2,00 m de alto, montada sobre una estructura de acero con ranuras verticales.	ud.	924,32	924,32
4.5. Válvula de seguridad de mariposa, con accionamiento hidráulico, contrapeso y sistema auxiliar de apertura, montada a la entrada de la turbina.	ud.	1.235,98	1.235,98

**Precios unitarios**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
4.6. Equipos informáticos para el controlar el correcto funcionamiento de la central.	ud.	1.482,29	1.482,29
4.7. Módem con estación base GSM / GPRS, ideal para la comunicación en puntos en los que no se dispone de una línea analógica, con la posibilidad de configurarlo remotamente con indicación de nivel de cobertura mediante LEDs, permitiendo comunicar GPRS a través de IP fija. Permite la lectura de contadores a través de una llamada GSM /GPRS. El módem dispone de 2 puertos de comunicaciones RS-232 y RS-485 que permiten recibir llamadas para el control y descarga de datos y registros del contador.	ud.	498,42	498,42
4.8. Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor, según Norma UNE. Equipo con certificación AENOR. Medida la unidad instalada.	ud.	27,50	55,00
4.9. Extintor de polvo químico ABC polivalente anti-brasa, de eficacia 21A/113B, de 3 kg de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	ud.	9,65	19,30





## Precios unitarios

**Capítulo 5: Equipamiento electromecánico.**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
5.1. Turbina Kaplan rápida, de eje vertical, para caudal de 1,8 m <sup>3</sup> /s y salto neto 11,85 m, con una potencia de 180 kW, y una velocidad específica de 722 r.p.m. Con distribuidor servomandado y con acoplamiento para generador síncrono. Terminada, probada y puesta en marcha.	ud.	154.879,48	154.879,48
5.2. Alternador síncrono trifásico, de 4 pares de polos salientes, velocidad 500 r.p.m., tensión de generación 380 V, sin escobillas.	ud.	22.372,26	22.372,26
5.3. Conjunto de equipos eléctricos comprendiendo: transformador de servicios auxiliares, de medida, cuadros de control y protecciones; servicios auxiliares de c.a.; servicios auxiliares de c.c.; cables de B.T. y control, red de tierra de la central.	ud.	11.324,68	11.324,68
5.4. Sistema de automatismo, control local y telecontrol de la central.	ud.	8.268,54	8.268,54
5.5. Centro de transformación elevador de baja (380 V) a media tensión (13.200 V), con trafo y celdas incluidas, refrigerado por aceite.	ud.	26.037,11	26.037,11
5.6. Contador trifásico directo, clase B de 4 cuadrantes, con conexionado asimétrico, de tensión nominal 3x230 V, con reloj tipo calendario gregoriano y batería de litio.	ud.	495,95	495,95

**Precios unitarios**

<u>Concepto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio (€)</u>	<u>Total (€)</u>
5.7. Toma de tierra mediante picas cobrizas formadas por barra de acero con baño electrolítico de 2000x14mm, para una resistencia máxima de 5 ohmios y punto de separación cable-pica, totalmente instalada.	ud.	17,64	352,80
5.8. Línea de enlace aérea, en M.T. trifásica, desde el punto de entronque al cuadro, incluyendo terminales con elementos de conexión y protección, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado, marcados por Iberdrola S.A.	m	18,73	11.238,00

**Total capítulo 5: Equipamiento electromecánico: 234.968,82**

# Presupuesto de ejecución material

---

## 83 Presupuesto de ejecución material

Capítulo 1: Obras de albañilería .....	36.719,30
Capítulo 2: Carpintería metálica .....	11.599,85
Capítulo 3: Instalación eléctrica interior .....	2.441,92
Capítulo 4: Equipos .....	20.541,01
<u>Capítulo 5: Equipamiento electromecánico .....</u>	<u>234.968,82</u>
Subtotal presupuesto de ejecución material .....	306.270,90
Gastos Generales (13%) .....	39.815,22
<u>Beneficio industrial (6%) .....</u>	<u>18.376,25</u>
<b>Presupuesto ejecución contrata</b>	<b>364.462,37</b>
<b><u>IVA (21%)</u></b>	<b><u>76.537,09</u></b>
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO:</u></b>	<b><u>440.999,46</u></b>

El total del presupuesto de ejecución material asciende a **CUATROCIENTOS CUARENTA MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

# Estudio de viabilidad

## 84 Introducción

El estudio de viabilidad económica tiene como finalidad evaluar la viabilidad del proyecto.

Un proyecto de una minicentral hidroeléctrica requiere la realización de pagos a lo largo de su periodo de vida, estimado en veinticinco o treinta años típicamente. Entre los pagos se encuentra la inversión inicial, que difiere en el tiempo gracias a la financiación externa, unas cantidades anuales fijas (seguros e impuestos que gravan los ingresos) y unas cantidades anuales variables (gastos de operación y mantenimiento).

Los ingresos de una minicentral hidroeléctrica proceden de la venta de energía generada.

A diferencia de las centrales térmicas, las hidroeléctricas requieren en general una inversión mayor. Por el contrario, los costes de explotación son menores, principalmente debido a que no requiere combustible para su funcionamiento.

## 85 Índice de Potencia

Se define el índice de potencia como el cociente entre la inversión inicial y la potencia instalada.

La potencia instalada de la central del proyecto es de 180 kW y la inversión inicial, calculada en el presupuesto, es de 440.999,46 €.

Con estos datos se obtiene el índice de potencia siguiente:

$$IP = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Potencia instalada}} = \frac{440.999,46}{180} = 2.449,99 \text{ €/kW}$$

## 86 Índice de energía

El caudal nominal que nos garantiza Confederación Hidrográfica del Duero para alimentar a la central son 1800 l/s. La central funcionará sobre 7.500 horas anuales, ya que habrá días que no funcione por averías o mantenimiento.

Se calculará la energía producida anualmente por la minicentral a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Producción} = Q \cdot g \cdot H_n \cdot \eta \cdot t$$

Dónde:

- Q = caudal nominal (1,8 m<sup>3</sup>/s).
- g = gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>).
- H<sub>n</sub> = salto neta (11,85 m).
- η = rendimiento de la maquinaria electromecánica (0,86).

· t = número de horas de funcionamiento (7.500 h).

$$\text{Producción} = 1,8 \cdot 9,81 \cdot 11,85 \cdot 0,86 \cdot 7500 = 1.350.000 \text{ kWh}$$

La producción anual es por lo tanto 1.350.000 kWh/año.

Y el índice de energía se define como el cociente entre la inversión inicial y la energía producida al año. Su valor es el siguiente:

$$IE = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Producción anual}} = \frac{440.999,46}{1.350.000} = 0,326 \text{ €/kWh}$$

## 87 Análisis de la rentabilidad de la central

### 87.1 Introducción al análisis de rentabilidad

Para este estudio se van a considerar los siguientes aspectos:

- Inversión inicial: La suma de los pagos por la adquisición de los distintos aparatos y la puesta en servicio de la central. El valor de la inversión inicial es de 440.999,46 €.
- Pagos: Los realizados a lo largo del periodo de explotación por operación y mantenimiento.
- Vida útil del proyecto: Se tomarán los primeros 25 años.
- Impuestos: Se tomará un I.V.A. del 21 %.
- Índice de precios al consumo: Se tomará un 2,80 % de IPC.

### 87.2 Valor actual neto (VAN)

Se denomina VAN de una cantidad "A" a percibir durante "n" años con una tasa de interés "i" a la cantidad que, en caso de tenerse hoy, generaría al cabo de los "n" años antes mencionados la cantidad "A".

$$VAN = \frac{A}{(i + 1)^n}$$

En este tipo de proyectos se desembolsa inicialmente el total de la inversión, teniendo posteriormente cargas monetarias que estarán compuestas de ingresos y gastos, generalmente variables. La expresión se transforma en la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^n \frac{C_t - P_t}{(1+i)^t}$$

Dónde:

- “I” es la inversión inicial.
- “C<sub>t</sub>” son los cobros del año.
- “P<sub>t</sub>” son los gastos del año.
- “i” es la tasa de interés. Generalmente se toma entre un 8 % y un 10 %.
- “n” es el número de periodos, en este caso, 25.

El VAN debe ser positivo para poder aceptar una inversión, y entre dos proyectos, se tomará el que tenga un VAN más alto. Un VAN positivo implica que la diferencia entre los ingresos y los gastos más la inversión inicial toman un valor positivo.

### 87.3 Tasa interna de retorno (TIR)

Tasa de interés que hace nulo el valor actual neto. En la expresión del VAN se tendría lo siguiente:

$$0 = -I + \sum_{i=1}^n \frac{C_t - P_t}{(1 + TIR)^t}$$

El TIR se puede tomar como la tasa de interés que el proyecto es capaz de proporcionar. Entre dos proyectos, será más rentable el que presente un TIR más alto.

## 88 Estudio de viabilidad económica

### 88.1 Ingresos

Serán los producidos por la venta de energía eléctrica producida por la central.

Para llevar a cabo los cálculos se realizará el supuesto de que la central se acoge a la tarifa regulada, en la que los ingresos serían de 0,05 €/kWh para este tipo de central durante los primeros veinticinco años.

A partir de la energía producida durante el año medio de referencia se puede calcular qué ingresos va a producir la central al año:

$$Ingresos_{año} = Producción\ anual \cdot Precio\ de\ kWh$$

Dónde:

- Producción anual: 1.350.000 kWh.
- Precio del kWh: 0,05 €/kWh.

$$\text{Ingresos}_{\text{año}} = 1.350.000 \cdot 0,05 = 67.500 \text{ €}$$

Con lo que el valor de los ingresos del primer año será 67.500 €, el cual se actualizará anualmente con un IPC del 2,80 %.

## 88.2 Gastos

Se calcularán los gastos de mantenimiento con la expresión:

$$\text{Mantenimiento}_{\text{año}} = 450 \cdot \sqrt{\text{Potencia instalada (kW)}}$$

Dónde:

- Potencia instalada = 180 kW.

$$\text{Mantenimiento}_{\text{año}} = 450 \cdot \sqrt{180} = 6.037,38 \text{ €}$$

Incluyendo el I.V.A. (21 %), el coste anual de mantenimiento asciende a 7.305,15 €. Se actualizará cada año con un IPC del 2,80 %.

## 89 Resultados

Los resultados obtenidos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 89.-Viabilidad económica según el VAN.

Años	Ingresos	Gastos	Beneficio neto	Van (i= 5% )	Van (i= 7,5 %)	Van (i= 12,5 %)
0	0,00	440.999,46	-440.999,46	-440.999,46	-440.999,46	-440.999,46
1	67.500,00	7.305,15	60.194,85	-383.671,03	-385.004,25	-387.492,93
2	69.390,00	7.509,69	61.880,31	-327.543,77	-328.876,99	-331.365,67
3	71.332,92	7.719,97	63.612,95	-272.592,51	-273.925,73	-276.414,40
4	73.330,24	7.936,12	65.394,12	-218.792,61	-220.125,83	-222.614,50
5	75.383,49	8.158,34	67.225,15	-166.119,94	-167.453,16	-169.941,84
6	77.494,23	8.386,77	69.107,46	-114.550,89	-115.884,11	-118.372,79
7	79.664,06	8.621,60	71.042,47	-64.062,34	-65.395,56	-67.884,23
8	81.894,66	8.863,00	73.031,65	-14.631,64	-15.964,86	-18.453,54
9	84.187,71	9.111,17	75.076,54	33.763,37	32.430,15	29.941,47
10	86.544,96	9.366,28	77.178,68	81.144,38	79.811,17	77.322,49



11	88.968,22	9.628,54	79.339,69	127.532,66	126.199,44	123.710,76
12	91.459,33	9.898,14	81.561,20	172.948,98	171.615,76	169.127,09
13	94.020,20	10.175,28	83.844,91	217.413,73	216.080,51	213.591,84
14	96.652,76	10.460,19	86.192,57	260.946,83	259.613,62	257.124,94
15	99.359,04	10.753,08	88.605,96	303.567,82	302.234,60	299.745,92
16	102.141,09	11.054,16	91.086,93	345.295,79	343.962,57	341.473,89
17	105.001,04	11.363,68	93.637,36	386.149,46	384.816,24	382.327,56
18	107.941,07	11.681,86	96.259,21	426.147,15	424.813,93	422.325,25
19	110.963,42	12.008,95	98.954,47	465.306,79	463.973,57	461.484,90
20	114.070,40	12.345,21	101.725,19	503.645,95	502.312,73	499.824,05
21	117.264,37	12.690,87	104.573,50	541.181,80	539.848,59	537.359,91
22	120.547,77	13.046,22	107.501,55	577.931,20	576.597,98	574.109,30
23	123.923,11	13.411,51	110.511,60	613.910,60	612.577,38	610.088,71
24	127.392,95	13.787,03	113.605,92	649.136,15	647.802,93	645.314,26

Los datos en rojo representan valores negativos.

En la tabla se pueden ver que los retornos de la inversión se producen entre el octavo y el noveno año. Estos valores indican una rentabilidad muy buena que justifica la inversión prevista.

# Estudio Básico de Seguridad y Salud

## 90 Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

A efectos de dicho Real Decreto, la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, puesto que debido al volumen de la misma, no está incluida en ninguno de los supuestos contemplados en el artículo 4 del R.D. 1627/1997.

Estos supuestos no se cumplen ya que el presupuesto de ejecución de la obra es inferior a 450.000 euros, no está previsto emplear a más de 20 trabajadores simultáneamente, el volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 días de trabajo, y no habrá obras de túneles, presas, ni similares.

La norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz es la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

## 91 Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Según se especifica en el Artículo 6, apartado 2, del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá detallar:

- Las normas de seguridad y salud a aplicar en la obra.
- La identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- La relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. Esta eficacia, so será necesario valorarla, cuando se adopten las medidas establecidas por la normativa o indicadas por la autoridad laboral (Notas Técnicas de Prevención).
- Se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.
- La previsión e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio básico.

## 92 Datos generales

### 92.1 Datos del proyecto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al proyecto cuyos datos generales son:

- **Promotor:** *Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas (Universidad de León).*
- **Autor:** *Francisco Caminero Diez, Graduado en Ingeniería de la Energía.*
- **Titulo:** *Proyecto de Rehabilitación de Central Hidroeléctrica en Ribas de Campos.*
- **Descripción de la obra:** *dicha obra corresponde a la rehabilitación de una antigua minicentral hidroeléctrica. En dicha obra se llevará a cabo una reforma del edificio, y se instalarán todos los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación, y para verter la electricidad producida a la red.*

### 92.2 Datos del emplazamiento

En lo referente al lugar de emplazamiento de la central tenemos que:

- **Dirección:** *Diseminados.*
- **Paraje:** *Calahorra de Ribas.*
- **Municipio:** *Ribas de Campos.*
- **Provincia:** *Palencia.*
- **Referencia catastral:** *000900100UM76G00010J*
- **Aprovechamiento hidráulico:** *Canal de Castilla.*

### 92.3 Descripción del emplazamiento

- **Accesos a la obra:** *Peatonal, vía sin asfaltar.*
- **Topografía del terreno:** *en desnivel.*
- **Tipo de terreno:** *Bueno para la construcción.*
- **Tipo de suelo:** *Urbano.*

- **Edificaciones colindantes:** *No.*
- **Suministro de agua potable:** *No hay.*
- **Sistema de saneamiento:** *No hay.*
- **Suministro de electricidad:** *No hay.*

### 93 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos siguientes:

- Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m<sup>2</sup> por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
- Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.
- Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20 m<sup>2</sup> y altura 2,30 m.

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo 6 del R.D. 1627/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica a continuación:

- Un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.

Tabla 93.- Centros de asistencia sanitaria cercanos.

Nivel de asistencia	Localización	Distancia a la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Ribas de Campos	1,9 km
Asistencia Especializada (Hospital)	Palencia	22,8 km

## 94 Maquinaria pesada de obra

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en los siguientes puntos:

- Soldadura Eléctrica.
- Sierras manuales.
- Taladros portátiles.
- Pequeña herramienta varia (martillos, alicates, etc.).

## 95 Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

- Andamios tubulares normalizados.
- Borriquetas y tableros.
- Escaleras telescópicas.
- Instalación Eléctrica de obra.

## 96 Metodología

Se llevará a cabo una exhaustiva identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Del mismo modo se hará una relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Tales riesgos irán agrupados por “Factores de Riesgo” asociados a las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de la obra.

Relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen.

## 97 Identificación de riesgos y acción preventiva

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En una obra relativa al presente proyecto tales factores de riesgo son:

- Transporte de materiales.
- Trabajos en altura.
- Cercanía a instalaciones de Media Tensión.
- Trabajos en tensión.
- Puesta en servicio en frío.

### 97.1 Transporte de materiales:

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

#### **Riesgos asociados:**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Confinamiento.
- Condiciones ambientales y señalización.

#### **Medidas preventivas**

- Inspección del estado del terreno.
- Utilizar pasos y vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.

- Exigir mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes protección.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.

**97.2 Trabajos en altura (apoyos):**

Es el riesgo derivado de la ejecución de trabajos en apoyos de líneas eléctricas (colocación de herrajes, cadenas de aislamiento, etc.).

**Riesgos asociados:**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desplomes.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Carga física.

**Medidas preventivas:**

- Inspección del estado del terreno y del apoyo (observando, pinchando y golpeando el apoyo o empujándolo perpendicularmente a la línea).
- Consolidación o arriostamiento del apoyo en caso del mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores).
- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros (Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior. Uso del cinturón en ascenso y descenso. Uso de varillas adecuadas. Siempre tres puntos de apoyo...).
- Estancia en el apoyo utilizando el cinturón, evitando posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- Utilizar bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.



- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Llevar herramientas atadas a la muñeca.
- Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
- Evitar zona de posible caída de objetos.
- Usar casco de seguridad.
- En el punto de corte:
  - Ejecución del Descargo.
  - Creación de la Zona Protegida.
- En proximidad del apoyo:
  - Establecimiento de la Zona de Trabajo.
  - Las propias de trabajos en proximidad (Distancias, Apantallamiento, Descargo...) si fueran necesarias.
- Evitar movimiento de conductores.
- Interrupción de trabajos si así se considera por el Jefe de Trabajos.
- Amarre escaleras de ganchos con cadena de cierre.
- Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.
- Utilizar siempre el cinturón amarrado a la escalera o a un cable fiador.

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Cinturón de seguridad.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.
- Casco de barbuquejo.

**97.3 Cercanía a instalaciones de media tensión:**

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.

**Riesgos asociados:**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Explosiones.
- Incendios.

**Medidas preventivas:**

- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
  - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
  - Zona de evolución de la maquinaria delimitada y señalizada.
  - Estimación de distancias por exceso.
  - Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.

- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)
- Puestas a tierra en buen estado:
  - Apoyos con interruptores, seccionadores...: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.
  - Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
  - Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
  - Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
- Protección frente a sobrecorrientes: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobrecorrientes (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (pararrayos).
- Señalización y delimitación.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Guantes.
- Casco.
- Botas de seguridad.

## 97.4 Trabajos en tensión

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en líneas de Media Tensión sin ausencia de tensión.

### Riesgos asociados:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocutación.

### Medidas preventivas:

- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
  - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
  - Estimación de distancias por exceso.
  - Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...)
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
  - Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
  - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:

- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
  - El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
  - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
  - El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
- El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

**Protecciones colectivas a utilizar:**

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Cinturón de seguridad.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo.
- Banqueta o alfombra aislante, pértiga aislante y guantes aislantes.

## 97.5 Puesta en servicio en ausencia de tensión

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea aérea de M.T. habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

### Riesgos asociados:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes.
- Caída de objetos.
- Desplomes.
- Carga física.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocutación.

### Medidas preventivas:

- Las correspondientes a los trabajos en altura y en proximidad a instalaciones de media tensión.
- Solicitud al Jefe de Explotación del descargo de la línea.
- Recepción, por parte del Jefe del Trabajo, de la confirmación del descargo de la línea.
- Comprobación de la ausencia de tensión con la pértiga detectora de tensión.
- Efectuar la puesta a tierra de la instalación con la pértiga correspondiente y en ambos lados de la zona del entronque, de manera que el tramo objeto del descargo esté a tierra en todos los puntos del mismo.
- Antes de la reposición del servicio, efectuar un exhaustivo recuento de las personas implicadas en los distintos puntos de la obra.

### Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.

- Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

**Protecciones individuales a utilizar:**

- Cinturón de seguridad.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.
- Casco de barbuquejo, pértigas y guantes de seguridad.

## 98 Normativa aplicable

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Prevención de Riesgos Laborales por la que se modifican algunos artículos de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero de Prevención de Riesgos Laborales, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 216/ 1999 de 5 de febrero del Ministerio de Trabajo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 780/1998 de 30 de abril Prevención de Riesgos Laborales del Ministerio de la Presidencia.
- Real Decreto 780/1997 de 21 de marzo que determina el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial (modifica el R.D. 2200/1995 de 28 de diciembre.
- O. TAS/2926/2002 de 19 de noviembre por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y regula el procedimiento para su cumplimentación y tramitación.
- Decreto 9/2001 de 11 de enero por el que se establecen los criterios sanitarios para la prevención de la contaminación por legionela en las instalaciones térmicas.
- Resolución de 23 de julio de 1998 de Riesgos Laborales, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 (sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº13 al nº51, los artículos anulados quedan sustituidos por la Ley 31/1995).
- Reglamento RD 39/1997 de 17 de enero, sobre Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas.
- Ordenanza de Trabajo, industrias, construcción, vidrio y cerámica (O.M. 28/08/70, O.M. 28/07/77, O.M. 04/07/83, en títulos no derogados).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Directiva 92/57/CEE de 24 de junio, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.
- RD. 664/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97). Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- RD. 665/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97). Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- O. de 20 de mayo de 1952 (BOE: 15/06/52). Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la construcción. Modificaciones: O. de 10 de septiembre de 1953 (BOE: 22/12/53). O. de 23 de septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66). Art. 100 a 105 derogados por O. de 20 de enero de 1956.
- O. de 31 de enero de 1940. Andamios: Cap. VII, art. 66º a 74º (BOE: 03/02/40). Reglamento general sobre Seguridad e Higiene.
- O. de 20 de septiembre de 1986 (BOE: 13/10/86). Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene. Corrección de errores: BOE: 31/10/86



- O. de 31 de agosto de 1987 (BOE: 18/09/87). Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- O. de 23 de mayo de 1977 (BOE: 14/06/81). Reglamentación de aparatos elevadores para obras. Modificación: O. de 7 de marzo de 1981 ( BOE: 14/03/81)
- O. de 28 de junio de 1988 (BOE: 07/07/88). Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras.
- Modificación: O. de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90).
- O. de 31 de octubre de 1984 (BOE: 07/11/84). Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.
- O. de 7 de enero de 1987 (BOE: 15/01/87). Normas Complementarias de Reglamento sobre seguridad de los trabajadores con riesgo de amianto.
- RD. 1316/1989 de 27 de octubre (BOE: 02/11/89). Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- O. de 9 de marzo de 1971 (BOE: 16 y 17/03/71). Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo. Corrección de errores: BOE: 06/04/71. Modificación: BOE: 02/11/89. Derogados algunos capítulos por: Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997, RD 1215/1997.

### 98.1 Equipos de protección individual (epi)

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual.
- RD. 1435/92 de 27 de noviembre de 1992 (BOE: 11/12/92), reformado por RD. 56/1995 de 20 de enero (BOE: 08/02/95). Disposiciones de aplicación de la directiva 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- RD. 1495/1986 de 26 de mayo (BOE: 21/07/86). Reglamento de seguridad en las máquinas.
- Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores:
  - R. de 14 de diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74: N.R. MT-1: Cascos no metálicos.
  - R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos.

- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 02/09/75): N.R. MT-3: Pantallas para soldadores. Modificación: BOE: 24/10/7.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de electricidad.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Modificación: BOE: 27/10/75.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 05/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras. Modificaciones: BOE: 28/10/75.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 06/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias. Normas comunes y adaptadores faciales. Modificaciones: BOE: 29/10/75.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 08/09/75): N.R. MT-8: Equipos de protección personal de vías respiratorias: Filtros mecánicos. Modificación: BOE: 30/10/75.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 09/09/75): N.R. MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias: Mascarillas auto filtrantes. Modificación: BOE: 31/10/75.
- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 10/09/75): N.R. MT-10: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos contra amoniaco. Modificación: BOE: 01/11/75.

## 98.2 Normativa de ámbito local

- Normativas relativas a la organización de los trabajadores. Artículos 33 al 40 de la Ley de Prevención de riesgos laborales, de 1995 ( BOE: 10/11/95).
- Normas relativas a la ordenación de profesionales de la seguridad e higiene.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, RD. 39/1997. ( BOE: 31/07/97).
- Normas de la administración local. Ordenanzas Municipales en cuanto se refiere a la Seguridad, Higiene y Salud en las Obras y que no contradigan lo relativo al R.D. 1627/1997.
- Reglamentos Técnicos de los elementos auxiliares: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. R.D. 842/2002 y Normativa Específica Zonal. Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras. (B.O.E. 29/05/1974). Aparatos Elevadores I.T.C. Orden de 19-12-1985 por la que se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-1 del reglamento de aparatos de elevación y

manutención referente a los ascensores electromecánicos. (BOE: 11-6-1986) e ITC MIE.2 referente a grúas-torre (BOE: 24-4-1990).

- Normativas derivadas del convenio colectivo provincial.
- Las que tengan establecidas en el convenio colectivo provincial.

### **98.3 Instalaciones y equipos de obra**

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo.

## **99 Empleo y mantenimiento de los medios y equipos de protección**

### **99.1 Características de empleo y conservación de maquinarias:**

Se cumplirá lo indicado por el Reglamento de Seguridad en las máquinas, RD. 1495/86, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso, y a la instalación y puesta en servicio, inspecciones y revisiones periódicas, y reglas generales de seguridad.

Las máquinas incluidas en el Anexo del Reglamento de máquinas y que se prevé usar en esta obra son las siguientes:

- 1.- Dosificadoras y mezcladoras de áridos.
- 2.- Herramientas neumáticas.
- 3.- Hormigoneras
- 4.- Dobladoras de hierros.
- 5.- Enderezadoras de varillas
- 6.- Lijadoras, pulidoras de mármol y terrazo.

### **99.2 Características de empleo y conservación de útiles y herramientas:**

Tanto en el empleo como la conservación de los útiles y herramientas, el encargado de la obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

El encargado de obra establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

### 99.3 Empleo y conservación de equipos preventivos:

Se considerarán los dos grupos fundamentales:

#### **Protecciones personales:**

Se tendrá preferente atención a los medios de protección personal.

Toda prenda tendrá fijado un período de vida útil desechándose a su término.

Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de protección personal o equipo se deteriore, éstas se repondrán independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo y/o Conserjería y, en caso que no exista la norma de homologación, la calidad exigida será la adecuada a las prestaciones previstas.

#### **Protecciones colectivas:**

El encargado y el jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria, y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora.

### 99.4 Prescripciones a cumplir:

Se especificarán algunos datos que habrá que cumplir en esta obra, además de lo indicado en las Normas Oficiales:

#### **Vallas de delimitación y protección en pisos:**

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando contruidos a base de tubos metálicos y con patas que mantengan su estabilidad.

#### **Rampas de acceso a la zona excavada:**

La rampa de acceso se hará con caída lateral junto al muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de éste.

#### **Barandillas:**

Las barandillas rodearán el perímetro de cada planta desencofrada, debiendo estar condenado el acceso a las otras plantas por el interior de las escaleras.

#### **Redes perimetrales:**

La protección del riesgo de caída a distinto nivel se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca, colocadas de 4,50 a 5,00 m., excepto en casos especiales que por el replanteo así lo requieran. El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de nylon con una modulación apropiada. La cuerda de seguridad será de poliamida y los módulos de la red estarán

atados entre sí por una cuerda de poliamida. Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

**Redes verticales:**

Se emplearán en trabajos de fachadas relacionados con balcones y galerías. Se sujetarán a un armazón apuntalado del forjado, con embolsado en la planta inmediata inferior a aquella donde se trabaja.

**Mallazos:**

Los huecos verticales inferiores se protegerán con mallazo previsto en el forjado de pisos y se cortarán una vez se necesite el hueco. Resistencia según dimensión del hueco.

**Cables de sujeción de cinturón de seguridad:**

Los cables y sujeciones previstos tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

**Marquesina de protección para la entrada y salida del personal:**

Consistirá en armazón, techumbre de tablón y se colocará en los espacios designados para la entrada del edificio. Para mayor garantía preventiva se vallará la planta baja a excepción de los módulos designados.

**Plataformas voladas en pisos:**

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas, dotadas de barandillas y rodapié en todo su perímetro exterior y no se situarán en la misma vertical en ninguna de las plantas.

**Extintores:**

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

**Plataforma de entrada-salida de materiales:**

Fabricada toda ella de acero, estará dimensionada tanto en cuanto a soporte de cargas con dimensiones previstas. Dispondrá de barandillas laterales y estará apuntalada por 3 puntales en cada lado con tablón de reparto. Cálculo estructural según acciones a soportar.

## 100 Conclusiones

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud en la instalación de una minicentral hidroeléctrica en Ribas de Campos precisa las normas genéricas de seguridad y salud aplicables a la obra citada.

Identifica, a su vez, los riesgos inherentes a la ejecución de las mismas y contempla previsiones básicas e informaciones útiles para efectuar, en condiciones de seguridad y salud, la citada obra.

Igualmente, las directrices anteriores deberán ser complementadas por aspectos tales como la propia experiencia del operario/montador.

Las instrucciones y recomendaciones que el responsable de la obra pueda dictar con el buen uso de la lógica, la razón y sobre todo de su experiencia, con el fin de evitar situaciones de riesgo o peligro para la salud de las personas que llevan a cabo la ejecución de la obra complementarán al estudio expuesto anteriormente.

Las propias instrucciones de manipulación o montaje que los fabricantes de herramientas, componentes y equipos puedan facilitar para el correcto funcionamiento de las mismas, serán también válidas para prevenir los riesgos derivados de su uso.

# Evaluación de Impacto Ambiental

## 101 Introducción

La presente evaluación tiene como finalidad el análisis, diagnóstico y evaluación de los posibles impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto de rehabilitación de la minicentral hidroeléctrica de Calahorra, en Ribas de Campos, tal y como establece la Ley 21/2013 de 9 de Diciembre de evaluación de impacto ambiental (Esta ley unifica el Real Decreto 1/2008 de 11 de Enero y la Ley 9/2006 de 28 de Abril). Dicha ley dice que toda central hidroeléctrica tiene que ser sometida a una evaluación de Impacto Ambiental Simplificada.

La actuación proyectada recoge las propuestas de intervención encaminadas a:

- La revitalización y recalificación del espacio objeto de la actuación.
- Mantenimiento, preservación y mejora de los valores ambientales de la zona.

El informe se ha estructurado en seis grandes capítulos. En el primero se aporta la información relativa a los antecedentes administrativos que obligan a la decisión de redactar el presente estudio ambiental, así como metodología empleada en todo el proceso.

En el segundo capítulo, se aborda el estudio del proyecto de rehabilitación propuesto, teniendo en cuenta sus objetivos y características específicas así como la justificación de su elección e idoneidad. El objetivo principal de esta parte del estudio es, tras el análisis pormenorizado de las actuaciones previstas, identificar aquellas acciones, tanto en la fase de reconstrucción como en la explotación de la instalación, susceptibles de afectar negativamente al medio.

En el tercer capítulo, se pasa a analizar el medio físico en el que se pretende actuar, teniendo en cuenta todos aquellos elementos y aspectos ambientales y sociales susceptibles de rechazo social por la ejecución de la obra.

La interacción de las actuaciones previstas por el proyecto con los aspectos del medio susceptibles del cambio, da como resultado de la predicción, identificación y clasificación de los impactos ambientales derivados de dichas actuaciones, proceso que culmina con la evaluación de dichos impactos y con la recomendación, en su caso, de las medidas correctoras idóneas para acelerar el proceso de recuperación del medio físico.

En el quinto capítulo, el presente informe se acompaña del apartado correspondiente a la síntesis del estudio de impacto ambiental, que resume brevemente las conclusiones obtenidas en el estudio, así como de los apartados dedicados al establecimiento de un programa de vigilancia y control ambiental, cuyos objetivos se encaminan a velar por el cumplimiento de las recomendaciones contenidas en el estudio.

En el último, se mostrarán los efectos positivos desde el punto de vista ambiental.

### 101.1 Antecedentes

Cada desierto, bosques, río, lago... presenta una clara independencia con respecto al resto del medio natural en el que se hallan englobados. Esta independencia es relativa, ya que cada uno de ellos necesita del resto para permanecer invariables en el tiempo, es decir, mantener lo que se ha llamado "equilibrio ecológico", en el cual,



tanto componentes biológicos como bióticos constituyen el medio en el que se desarrolla la vida de los primeros.

Hacer un inventario ambiental consiste en realizar una recopilación de todos aquellos factores que tienen alguna influencia en el medio natural y que además se pueden ver afectados, de una u otra forma, por la obra del estudio, trasladando a su vez esta afectación al medio natural sobre el que tiene influencia.

Los factores y procesos catalogados en la descripción del medio habrán de ser analizados en fases posteriores del estudio de impacto ambiental con el fin de determinar, si son o no, objeto de una afectación significativa por parte de la obra hidráulica y en su caso determinar la magnitud de esa afectación y el modo en que puede ser corregida.

## 101.2 Metodología

La línea metodológica empleada para llevar a cabo el estudio de impacto ambiental que se propone presenta las siguientes fases:

- Recogida de información.

A su vez consta de dos partes bien diferenciadas. Por un lado, la recogida de información relativa al proyecto considerado, analizando sus objetivos y la identificación de las acciones que puedan impactar negativamente al medio. Por otro lado, la definición del ámbito a estudiar, la descripción e inventario de los aspectos implicados en la consideración del medio natural, así como del estudio de la capacidad de la acogida del mismo ante la actuación.

- Identificación y predicción de impactos.

En esta fase del estudio, se identifican individualmente los impactos susceptibles de producirse en cada uno de los aspectos ambientales analizados, clasificándolos según diferentes puntos de vista.

- Valoración.

Una vez identificados los impactos derivados de la actuación proyectada, se ha llevado a cabo una valoración mediante la aplicación de métodos matriciales sencillos, cuya lectura directa facilita notablemente el examen final de la evaluación.

- Medidas correctoras y protectoras.

Dependiendo del grado de magnitud de los impactos generados por la implantación del proyecto, se recomiendan una serie de medidas correctoras cuya finalidad es aminorar las consecuencias negativas del proyecto.

## 102 Análisis del proyecto

### 102.1 Objetivos

En nuestro caso, el objetivo de la minicentral es el aprovechamiento del agua por la progresiva concienciación de la sociedad sobre la necesidad de desarrollo de las energías renovables y para el aprovechamiento de unas infraestructuras existentes de las cuales se puede sacar beneficio.

### 102.2 Bases de la propuesta de actuación

En síntesis, se trata del tratamiento estético-ambiental del cauce y márgenes del río, de modo, que las actuaciones y realizaciones que en el proyecto se recogen repercutan positivamente tanto en el territorio del cauce como en las zonas inmediatas.

Un detallado análisis de la zona, desde el punto de vista físico, del paisaje, del estado del encauzamiento, dan como consecuencia los objetivos principales que presiden la actuación.

En una visión global del conjunto, del ámbito estudiado, las propuestas que se centran sobre el cauce y ribera, buscan la consecución de los siguientes objetivos de conjunto:

- No distorsionar las actuaciones hechas sobre el cauce y sus márgenes con el objetivo de conseguir una imagen general acorde con las funciones representativas que se dan en el lugar.
- Hacer compatible el tratamiento de las instalaciones que se proponen con una ubicación racional de las mismas, con el objeto de satisfacer una doble premisa: ser compatible con el cauce del canal y posibilitar su uso.
- Éste análisis permitirá el tratamiento unitario, pero diversificado del conjunto, (márgenes, estancias, elementos y detalles) garantizando el proyecto integral que se persigue en la propuesta para el cauce del río.

#### 102.2.1 Propuesta de actuación

La actuación recoge y persigue los siguientes objetivos concretos a los que seguirá la definición de todas y cada una de las acciones:

- Acercamiento a la masa social de las energías renovables como fuentes de riqueza limpias y autóctonas, con la implantación in situ de una minicentral.
- Rehabilitación de unas instalaciones en desuso.

#### 102.2.2 Justificación de la actuación

El Canal de Castilla, que pretendemos explotar energéticamente, actualmente se usa para el riego de los campos situados a sus orillas, para el abastecimiento de algunas localidades y con usos recreativos y turísticos.

## 103 Descripción de las actividades

El proyecto define diferentes actuaciones:

- Instalación de compuertas.
- Edificio donde se albergaran los elementos mecánicos destinados a convertir la energía hidráulica en eléctrica.
- Instalación del cableado para llevar la energía eléctrica producida a la red.

### 103.1 Durante la fase de construcción

Las actividades que se desarrollarán durante la fase de construcción de la obra objeto de este proyecto, se pueden desglosar de la siguiente manera:

- Habilitación de accesos. La reconstrucción y explotación de la minicentral implica un tránsito de materiales que deben encauzarse por los accesos existentes.
- Desbroce y limpieza del cauce del canal. Ya que la maleza (matorrales, zarzas y demás) dificultaran el paso del agua.
- Movimiento de tierras. Se preverá un pequeño movimiento de tierra donde irá instalado el edificio de generación.
- Acopio de materiales. Este trabajo es meramente temporal, pero implica la cubrición del suelo y la vegetación próxima. Aunque hay que decir, que se puede construir la totalidad del proyecto sin necesidad de eliminar ningún vegetal de interés botánico. Es decir, que para la realización física del proyecto sólo será necesario desbrozar vegetación de escasa importancia ambiental.
- Edificios.
- Presencia del canal de desagüe.
- Disposición y características del tendido eléctrico.
- Evacuación de residuos y de materiales de construcción sobrantes. De poco serviría cuidar la ejecución de las demás fases constructivas si no se realiza ésta convenientemente. Los residuos deben tirarse a un vertedero controlado, mientras que los materiales sobrantes, se depositarán en almacenes. De esta manera se evita la presencia de restos que afecten el entorno y cubran el suelo perjudicando la vegetación.

Los trabajos inherentes a la ejecución del proyecto implican dos actividades paralelas que pueden contribuir al deterioro de las condiciones ambientales, si bien su duración e intensidad son pequeñas debido al tamaño de la obra.

- Una es el uso de maquinaria tanto en el transporte de materiales, como en las labores propiamente constructivas. Sus movimientos degradan los suelos y la vegetación, por lo que hay que restringirlos a los accesos y al perímetro cercano a la obra habilitados para ello. Además, el mantenimiento y reparación de posibles averías originan una serie de vertidos sólidos y líquidos que deben eliminarse mediante procesos de reciclaje y vertidos controlados pertinentemente.
- La obra se debe a la mera acción de la mano de obra, que puede originar vertidos descontrolados de materias y basuras especialmente peligrosas si no se degradan en un corto periodo de tiempo (vidrio, latas, papel de aluminio...) por lo tanto, procede concienciar adecuadamente al personal y disponer de recipientes de basura que se retirarán periódica y

convenientemente por los constructores, de manera que durante y al final de las obras, no queden desechos propios de la actividad humana.

## 103.2 Durante la fase de explotación

Las actividades a realizar durante la fase de explotación que presumiblemente afectarán al entorno circundante son las correspondientes a la presencia de trabajadores (de mantenimiento y reparación) que puede originar vertidos descontrolados de materiales y basuras de idéntica forma que en la acción de la mano de obra anteriormente descrita. La misma concienciación ciudadana será suficiente para evitar la degradación de ese entorno natural.

## 104 Descripción del medio

### 104.1 Definición del área de estudio

La zona donde se ubica la intervención propuesta se encuentra en el término municipal de Ribas de Campos.

En los diferentes apartados, se pasa a describir la zona de estudio desde las diferentes áreas temáticas contempladas, de manera tal que la conjunción de todas las variables estudiadas parcialmente darán una visión íntegra y completa de la zona susceptible de alteración. Así, las variables contempladas en la descripción del medio físico son las siguientes:

-Factores físicos:

- Clima.
- Suelos.
- Hidrología superficial y subterránea.
- Procesos físicos.

-Factores biológicos:

- Vegetación.
- Fauna.
- Paisaje y calidad visual.

### 104.2 Factores y procesos físicos

#### 104.2.1 Clima

Ribas de Campos está situada en la mitad centro-sur de la provincia de Palencia y se caracteriza por un clima mediterráneo continentalizado, cuya principal característica es la amplia oscilación térmica a lo largo del año y las precipitaciones moderadas.

El clima no es un parámetro que pueda verse afectado de forma apreciable por la reconstrucción de un complejo hidroeléctrico de este tipo. Sin embargo, conocer a grandes rasgos el clima del entorno es interesante, puesto que ayuda a comprender

los procesos naturales que intervienen en el territorio y que permite tomar una mejor referencia a la hora de elegir los materiales con los que se fabricará la totalidad del proyecto. A nivel provincial,

Palencia dispone de una situación geográfica que unida a la influencia de los sistemas orográficos existentes, causa un clima mediterráneo continentalizado.

#### 104.2.2 Suelos. Edafología

Para la realización del estudio edafológico, se considera la zona como una sola área homogénea.

- Profundidad del suelo: La profundidad efectiva hace referencia al suelo susceptible de ser aprovechado por las raíces de las plantas. El suelo tiene una profundidad de clase IV (Más de 75 cm de profundidad en vaguadas, barrancos, márgenes de ríos y arroyos, donde se disponga de humedad edáfica incluso en verano).
- Pedregosidad: es una zona que tiene piedras, pero de pequeño tamaño.

#### 104.2.3 Hidrología subterránea y superficial

De los componentes que forman el medio físico, posiblemente el más afectado por la rehabilitación de la central, sea el agua. Sin embargo, la calidad del agua no es un factor que pueda verse afectado en las condiciones habituales de explotación del complejo hidroeléctrico, salvo que se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- Presencia de algún tipo de vertido entre la toma de agua de la tubería de presión y el punto de descarga del caudal turbinado. En nuestro caso, debemos considerar el poder impactante de los aceites y grasas utilizados en la maquinaria de la central.
- Vertidos temporales con grandes concentraciones de sólidos en suspensión ocasionados por labores de limpieza en la presa.

Los impactos que el agua puede sufrir por parte de este tipo de instalaciones, pueden ser los siguientes tipos:

- Impacto sobre el régimen de las aguas fluyentes, pero en nuestro caso, al llevar construidas las esclusas más de 250 años no se verá afectado el caudal fluyente por el cauce.
- Impacto sobre la calidad físico-química de las aguas. Se deberán hacer análisis químicos del agua.

#### 104.2.4 Procesos físicos

Tales como inundaciones, erosión del terreno o escorrentía.

## 104.3 Factores biológicos

### 104.3.1 Vegetación

Los terrenos cercanos a la instalación son tierras de labor, principalmente de regadío, con un alto valor agrícola. Es una zona típicamente agrícola, ya que esta es la principal actividad de la población, en la que se dan los cultivos de cereales (trigo (*Triticum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena, maíz (*Zea mays*)), remolacha (*Beta vulgaris*), forrajes, etc... También hay extensas plantaciones de chopos en la rivera del río Carrión.

Hablando de la vegetación decir que los árboles y arbustos se encuentran dispersos en su mayoría en arroyos, cunetas y cauces. Hay gran diversidad, se pueden ver: aligustre (*Ligustrum vulgare*), aliso (*Alnus glutinosa*), chopo blanco (*Populus alba*), chopo negro (*Populus nigra*), Cornejo (*Cornus sanguinea*), endrino (*Prunus spinosa*), escaramujo (*Rosa canina*), espino albar (*Crataegus monogyna*), fresno de hoja pequeña (*Fraxinus angustifolia*), hiedra (*Hedera hélix*), higuera (*Ficus carica*), Morrionera (*Viburnum lantana*), mostajo (*Sorbus aria*), sauces y mimbreras (*Salix*), saúco (*Sacubus nigra*), olmo (*Ulmus minor*).

### 104.3.2 Fauna

En cuanto a la fauna, las principales especies de aves son el cuco (*Cuculus canorus*), cuervo (*Corvus corax*), estornino negro (*Esturnus unicolor*), garzas imperial y real (*Ardea puerpurea* y *cinerea*), gavilán común (*Accipiter nissus*), golondrina común (*Hirundo rústica*), gorrión común (*Passer domesticus*), herrerillo común (*Parus caeruleus*), gilguero (*Carduelis carduelis*), aguiluchos, perdiz roja, codorniz.

Cabe mencionar anfibios y reptiles como el sapocomún (*Bufo*), rana de san Antón (*Hyla arborea*), tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), la lagartija ibérica (*Podarcis hispanicus*); vertebrados como la comadreja (*Mustela nivalis*), el erizo (*Erinaceus europaeus*), topillo campesino (*Microtus arvalis*), rata de agua, turón (*Mustela putorius*), zorros (*Vulpes vulpes*), liebres (*Caprolagus hispidus*), garduña (*Martes foina*), gineta (*genetta genetta*), y algún otro mamífero de mayor talla como pueden ser los corzos (*Capreolus capreolus*), que habitan en las choperas, o jabalíes (*Sus scrofa*), que se asientan buena parte del año en los campos de maíz.

La fauna piscícola se compone de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), tencas (*Tinca tinca*) y barbos (*Barbus barbus*) principalmente.

### 104.3.3 Paisaje y calidad visual

Respecto al paisaje, la zona desde la que se verán las obras es reducida ya que la mayor parte de la instalación se va a realizar en un edificio cerrado, y el resto en los alrededores, en los que ya están las obras hechas, y solo hay que llevara a cabo alguna mejora.

#### 104.3.4 Factores socioeconómicos.

El área del proyecto se encuentra en el término municipal de Ribas de Campos. Es una zona principalmente agrícola, aunque actualmente la juventud ya se va dedicando a otros trabajos.

## 105 Identificación de alteraciones

### 105.1 Clasificación de los impactos

Siguiendo los criterios que se recogen en la Ley 21/2013 de 9 de Diciembre, se ha considerado oportuno identificar y clasificar las alteraciones ambientales mediante el uso de una terminología común y uniforme, en la medida de lo posible, que permita establecer una línea metodológica para este tipo de estudios.

Así, en los apartados siguientes, se analiza el conjunto de alteraciones que las acciones del proyecto ocasionarían en cada uno de los espacios ambientales considerados individualmente. Por ello, las alteraciones se han clasificado desde diferentes puntos de vista, tal y como señala la Ley arriba mencionada.

En primer lugar y desde un punto de vista genérico, las alteraciones se clasifican en positivas o beneficiosas y negativas o adversas, dependiendo de su consideración respecto al estado previo del medio.

En función del tipo de acción considerado y del modo en que afecta a los elementos ambientales, pueden ser directas o indirectas. Además, pueden ser sinérgicas o acumulativas en el caso de la existencia de efectos poco importantes si se consideran individualmente, que podrían dar lugar a otros de mayor entidad.

Dependiendo de la proyección en el tiempo, las alteraciones pueden ser temporales o permanentes, si se prevé que se presenten de forma intermitente o de forma continua respectivamente.

Dependiendo de la proyección en el espacio, las alteraciones podrán ser localizadas si el efecto es puntual, o extensivas si la superficie afectada es más o menos extensa. Además, las alteraciones pueden afectarse cerca o lejos de la fuente de impacto, pudiendo manifestarse los efectos en las inmediaciones de la actuación o a distancia de la misma.

Finalmente, las alteraciones pueden clasificarse en función de la capacidad del mismo medio para recuperar el estado natural, en reversibles si las acciones originales reaparecen al cabo del tiempo o irreversibles si la acción de los procesos naturales es incapaz de recuperar las condiciones originales.

Unido a este concepto, las alteraciones serán recuperables cuando se puedan realizar prácticas que anulen o aminoren el efecto de los impactos, e irrecuperables cuando no es posible la implantación de estas medidas correctoras de impacto.

## 105.2 Identificación de impactos

La lista orientativa de los impactos que puede generar una minicentral, es la siguiente:

Alteraciones durante la fase de construcción:

- Pérdidas de suelos y erosión provocadas por diversas obras civiles.
- Destrucción de la vegetación debido a las diversas obras, pistas de acceso y tendido eléctrico.
- Desaparición de especies o comunidades animales en la zona, por degradación o destrucción de un hábitat.
- Efectos sobre la calidad y cantidad de agua y fauna acuática, por la desviación de caudales.
- Alteraciones paisajísticas, debidas al movimiento de tierras, construcción del edificio, obra civil y pistas de acceso.

Alteración durante la fase de explotación:

- Erosión hídrica a la salida de las aguas turbinadas y erosión remontante.
- Inmersión de suelos y vegetación.
- Detracción de caudales y efectos sobre la calidad de las aguas por embalsamiento, descarga temporal de limos y disminución de la capacidad de dilución del tramo de canal afectado.
- Desaparición o cambio poblacional de las comunidades de anfibios, peces (truchas) y distintas especies de fauna acuática por la detracción de caudales y cambios en la calidad del agua.
- Posible desaparición de lugares de reposo y reproducción de especies animales.
- Impacto de aves en el tendido eléctrico.
- Efectos de barrera para especies piscícolas emigrantes o con movimientos locales debido a la presencia de la presa y a la detracción del caudal.
- Cambios en las vías de acceso.
- Alteraciones paisajísticas debidas a las variaciones temporales en la altura de la lámina del agua.
- Destrucción de la producción agropecuaria en la zona embalsada.
- Usos recreativos del agua (pesca, zona de baño).
- Detracción de caudales aprovechables para otros usos.
- Pérdidas de zonas de interés paisajístico.
- Aumento del nivel sonoro y su efecto sobre poblaciones cercanas o sobre población estacional.



### 105.3 Impactos en la atmósfera

- Calidad del aire.

Las alteraciones predecibles en la calidad del aire, se pueden producir de manera en intensidad diferente, dependiendo de la fase de ejecución del proyecto.

Así, en una primera fase, de ejecución de las obras, y con motivo del movimiento de tierras y transporte de materiales, se produce una emisión de partículas en suspensión a la atmósfera que, temporal y puntualmente, podrán ser de magnitud importante.

Durante la fase de explotación, no se prevé un mayor aumento en los niveles de emisión de contaminantes.

- Ruidos.

Al igual que en el caso de la calidad del aire, los impactos derivados de las emisiones sonoras se pueden producir en dos fases temporales de la ejecución del proyecto:

La obra y la explotación. Durante la primera etapa, se producirán incrementos en los niveles de ruido, tanto continuos como puntuales y durante la explotación son previsibles incrementos de origen continuo ocasionados por la turbina, transformador y demás elementos de la instalación.

En la fase de las obras, las acciones más importantes son las derivadas de la construcción, especialmente por la utilización de maquinaria y un incremento del tráfico de camiones para el transporte de materiales, sin prever en ningún caso voladuras que puedan incrementar excesivamente los niveles sonoros.

### 105.4 Impactos en el sustrato ecológico

Los cambios en el sustrato físico se traducirán principalmente en un aumento en el riesgo de inestabilidad de las riberas, como consecuencia de la ejecución de los movimientos de tierras.

Sin embargo, y dadas las características litográficas y geomorfológicas de los terrenos afectados, no parece previsible que este impacto vaya a tener excesiva importancia.

### 105.5 Impactos en el suelo

El suelo se puede ver agredido de dos maneras: la más evidente es por la desaparición de la cubierta vegetal por los movimientos de tierras y tránsito de maquinaria. La otra es una consecuencia de la escorrentía superficial debida a la interceptación del flujo y de las precipitaciones por la propia vía. En ambos casos, el impacto puede implicar un aumento de la erosionabilidad del suelo.

Sin embargo, y dadas las características de los suelos de la zona, no parece previsible que la magnitud del impacto sea de importancia.

### 105.6 Impacto en las aguas y en el curso fluvial

Las acciones del proyecto susceptibles de producir cambios en este aspecto son las propias de la construcción, de la desviación temporal de caudales, impermeabilización de la superficie, erosión hídrica debido a los movimientos de tierra que pueden ocasionar alteraciones temporales, tanto en el flujo como en la calidad de las aguas.

### 105.7 Impacto por vertidos constantes

En la central, el único vertido que nos ocupa sería el correspondiente a los aceites y las grasas utilizadas en las turbinas, válvulas y transformadores que forman parte de la maquinaria de la central. En las turbinas, dichos productos son utilizados como lubricantes en dos lugares muy concretos: en los cojinetes y rodamientos encargados de soportar el giro del rotor sobre su eje, y el de los pivotes que soportan los álabes.

En el reglamento se recoge, entre otras muchas disposiciones, la obligatoriedad de envasar los aceites usados en contenedores, los cuales serán recogidos posteriormente por empresas dedicadas a la eliminación de residuos tóxicos, las cuales han de estar acreditadas oficialmente para tal fin.

En la normativa vigente, se establece igualmente, la obligatoriedad de realizar un riguroso control de entradas y salidas de las instalaciones de cada partida de aceite utilizado, las cuales pueden ser objeto de inspección en cualquier momento por la autoridad competente. La preocupación estatal por el medio ambiente, unido al alto potencial contaminante de estas sustancias hace que se extreme el celo en su control.

Como conclusión, diremos que no se realizará ningún tipo de vertidos contaminantes de los calificados como permanentes, por lo cual quedan éstos excluidos como causa de impacto ambiental.

### 105.8 Vertidos temporales

Están producidos por concentraciones de sólidos por la construcción del complejo.

### 105.9 Salinización

Se trata de un suelo de baja conductividad. Es un suelo suelto libre de sales.

### 105.10 Mantenimiento del caudal ecológico

Es esencial para la conservación de la fauna y del paisaje presente en la parte del canal afectado.

Los encargados de mantener este caudal ecológico a través de las esclusas son los explotadores de la central, éste caudal ecológico no ha de ser inferior a  $0,243 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esta determinación es aparentemente adecuada, ya que parece que no afectará de forma significativa a la vida en el río aguas abajo.

### **105.11 Variación del contenido en sólidos en suspensión**

Esta variación estará motivada por el periodo de sedimentación que supone para el agua el tiempo que está embalsada. A la salida de la turbina es cuando está presente la mayor capacidad de arrastre, lo que puede originar fenómenos erosivos hasta que su propia capacidad de arrastre se sature. Esto sucederá dependiendo de la velocidad del agua, y del caudal que presenten en cada momento.

La cantidad de sólidos que arrastra el agua es un factor determinante, basta con medir los sólidos en suspensión que contiene una muestra de la misma en varios puntos.

Este fenómeno se puede catalogar como impacto, pero de poca importancia.

### **105.12 Impacto sobre el régimen de las aguas fluyentes**

En nuestro caso, apenas se modifica unos metros el caudal del río, dada la pequeña instalación.

### **105.13 Impacto sobre la calidad físico-química de las aguas**

Se llevarán a cabo una serie de análisis del agua en el programa de vigilancia ambiental.

### **105.14 Impactos en la cubierta vegetal**

La afectación que sufrirán las especies vegetales que pueblan la ribera por la construcción de las instalaciones será mínima.

### **105.15 Impacto en la fauna**

- Peces.

La principal amenaza para las truchas afectadas por el tramo en derivación será, sin duda, la disminución del caudal del agua que seguirá naturalmente por el río; pero el estudio del caudal mínimo que deberá dejarse obligatoriamente, previsiblemente posibilitará la supervivencia de éstos animales.

- Anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Su afectación por las obras tendrá mucha menor importancia que las truchas del apartado anterior.

### **105.16 Impactos en el paisaje.**

Las acciones más importantes en el paisaje serán durante la fase de construcción, pero una vez finalizada ésta, el impacto será mínimo, ya que la mayoría de obras necesarias para la puesta en marcha de la central hidroeléctrica se realizan en de las instalaciones ya existentes.

## 106 Evaluación de los impactos ambientales

A continuación, se pasará a evaluar cada una de las alteraciones ambientales. Para ello, se realizarán dos valoraciones:

1. Valoración de impactos durante la fase de construcción (Tabla I).
  - Pérdida de suelos por erosión.
  - Destrucción de la vegetación y del hábitat de ciertas especies animales.
  - Efectos sobre la calidad de las aguas.
  - Alteración paisajística.
  - Pistas de acceso.
  
2. Valoración de impactos durante la fase de explotación (Tabla II).
  - Erosión hídrica a la salida del agua turbinada.
  - Detracción de caudales.
  - Efectos sobre la calidad del agua, debidos a embalsamientos, descarga temporal de limos y disminución de la capacidad de dilución.
  - Efectos de las comunidades acuáticas.

## 107 Medidas correctoras y protectoras

Las medidas propuestas teniendo en cuenta la Ley 8/2014, de 14 de Octubre de prevención ambiental de Castilla y León, son las siguientes:

- Durante la fase de construcción y correspondiendo con los periodos más secos y trabajos como movimientos de tierra se efectuarán los riegos necesarios para evitar la emisión de polvo en suspensión.
- En cuanto a la hidrología de la zona, durante la fase de construcción se tendrá especial cuidado con los movimientos de tierra.
- Se evitará en lo posible un caudal por debajo del ecológico.
- Al objeto de evitar la compactación excesiva de los suelos para el paso de la maquinaria, se tendrá especial cuidado en la fase de obras, utilizando los caminos señalados para ello.
- Una vez finalizada la obra, se procederá a la retirada de todos los materiales sobrantes o residuos que se hayan producido.

A continuación, se incluye una lista orientativa de medidas correctoras, diferenciando las que pueden aplicarse en la fase de construcción y en la de explotación.

**Fase de construcción:**

Tabla 107.1.- Alteraciones y medidas correctoras en la fase de construcción.

Alteraciones	Medidas correctoras
Pérdida de suelos por erosión.	Re-vegetación de taludes, terraplenes y superficies desnudas.
Dstrucción de la vegetación y del hábitat de ciertas especies animales.	Cuidado en la fase de obra.
Efectos sobre la calidad de las aguas.	Evitar vertidos accidentales.
Alteración paisajística:	- En movimientos de tierras: Re-vegetación y remodelación de las pendientes. - En la construcción del edificio: Respetar la tipología constructiva de la zona.
Accesos.	Medidas de apantallamiento vegetal y reposición de la vegetación.

**Fase de explotación:**

Tabla 107.2.- Alteraciones y medidas correctoras en la fase de explotación.

Alteraciones	Medidas correctoras
Erosión hídrica a la salida del agua turbinada.	Establecer un canal de descarga.
Detracción de caudales.	Mantenimiento de un caudal ecológico y de servidumbre.
Efectos sobre la calidad del agua, debidos a embalsamientos, descarga temporal de limos y disminución de la capacidad de dilución.	Evitar el termo clima con vertidos de fondo para centrales de regulación propia y saneamiento de la cuenca.
Efectos de las comunidades acuáticas.	Mantener unos caudales mínimos.

## 108 Efectos positivos desde el punto de vista ambiental

Desde el punto de vista del medio ambiente, la energía hidroeléctrica presenta una gran ventaja al poder cubrir necesidades energéticas sin tener que utilizar recursos naturales agotables.

Algunos de los efectos positivos de la energía hidroeléctrica son los siguientes:

- La energía hidroeléctrica presenta un mínimo impacto ambiental en comparación con las tecnologías que emplean combustibles fósiles. La principal consecuencia medio ambiental es, por tanto, el efecto positivo producido por esta situación.
- La energía hidroeléctrica constituye un recurso renovable.
- No emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera y por tanto, evitan el proceso de calentamiento terrestre.
- No contribuyen a la formación de lluvia ácida.
- No requieren sofisticadas medidas de seguridad.
- No producen residuos tóxicos de difícil tratamiento o imposible eliminación.

Los posibles impactos generados por la energía hidroeléctrica son de menor dimensión y de carácter local, por tanto, su vigilancia correcta resulta menos costosa.

En la mayor parte de los casos, los impactos originados no tienen un carácter permanente, ya que no se prolongan más allá de la utilización de la fuente de energía y la reversibilidad de los impactos causados es total.

Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que incide beneficiosamente en la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc.

## 109 Conclusión de la Evaluación de Impacto ambiental Simplificada

La producción de energía eléctrica a partir de un aprovechamiento hidráulico es siempre algo muy respetuoso con el medio ambiente, una forma de energía renovable que asegura el desarrollo sostenible, cuyo impacto socioeconómico y ambiental es positivo para la zona y con un mínimo impacto negativo al estar la mayoría de la obra civil ya realizada en este caso.

# Concesión de aguas

CANAL DE CASTILLA



EXPLOTACION

CONTRATO

DE ARRENDAMIENTO DEL SALMO EXISTENTE EN EL GRUPO DE ASUELAS

22 - 23 y 24.



C/03109-5



OBRAS PUBLICAS

Jefatura del Canal de Castilla

Y

Canalización del Manzanares.



CANAL DE CASTILLA.

EXPLOTACION

APROVECHAMIENTO DE ENERGIA.

Don Luis Morales y Lopez Higuera, Ingeniero Jefe de caminos, Director del Canal de Castilla, en virtud de lo que dispone el Reglamento de 8 de Agosto de 1920, adjudica en arrendamiento á Don Santiago Manrique del Mazo, vecino de Astudillo, el salto existente en el grupo de Esclusas 22 - 23 y 24 del Canal de Castilla con arreglo a las condiciones siguientes :

ARTICULO 1º : El canal suministrará al arrendatario un volumen de agua de 1800 litros por segundo que con la altura de 11,85 metros que tiene el salto producirán 285 caballos hidráulicos.

Tambien facilitará al arrendatario el edificio necesario para instalar la central y las viviendas para su personal, que será el tercero de los que en la actualidad existen, cuya planta tiene una superficie de 184 metros cuadrados.

ARTICULO 2º : El arrendatario podrá solicitar aumento de caudal cuando la capacidad del Canal lo permita y en tal caso el exceso sobre

los 1800 litros que se señalan en el artículo anterior se abastecerá a los precios de la tarifa entonces vigente, rebajándose igualmente con arreglo a las mismas si, por el contrario, fuese necesario reducir el suministro, bien por exigirlo el caudal disponible en el Canal o por convenir así al arrendatario.

Cuando las reducciones del volumen de agua suministrada se hagan a petición del arrendatario no podrán exceder del 20 por 100 de la cantidad contratada.

ARTICULO 3º : Con arreglo a la tarifa vigente el precio por caballo año será 30 pesetas y de 8.550 pesetas el de arrendamiento por año de los 285 caballos contratados, salvo las diferencias que pudieran resultar con arreglo a lo previsto en el artículo anterior.

ARTICULO 4º : La tarifa aplicable al arrendamiento del edificio será de 2,00 pesetas por metro cuadrado y el precio de arrendamiento anual de la totalidad del mismo de 368.pesetas.

ARTICULO 5º : Será de cuenta del Estado la reparación del edificio en que ha de instalarse la Central y la habilitación de la sala de maquinas y de las viviendas, así como la adquisición y colocación de la tubería necesaria para conducir el agua a la turbina y de las compuertas correspondientes para regular la toma.

ARTICULO 6º : Será de cuenta del arrendatario la adquisición y montaje de la turbina con su regulador y accesorios de enlace entre ambos todo lo cual quedará de propiedad del Estado al terminar el arrendamiento, amortizándose su valor con arreglo a lo que

se determinen en el artículo 8º.

ARTICULO 7º : Será también de cuenta del arrendatario la adquisición y montaje de todos los demás mecanismos que desee instalar para la transformación y aplicación de la energía obtenida en la turbina, tales como dinamos, cuadros, transformadores, protecciones, líneas de transporte, reservas térmicas, ...etc. Todas estas instalaciones quedarán de propiedad del arrendatario que podrá disponer libremente á excepción de la parte que pudiera servir como fianza en su día según lo que previene el artículo 9º, de acuerdo con el 12 del Reglamento de 8 de Agosto de 1920.

ARTICULO 8º : El plazo de amortización se fijará cuando se disponga de los justificantes necesarios para conocer el coste exacto de adquisición é instalación de la turbina y su regulador y accesorios de estos mecanismos que quedarán de propiedad del Estado según se determina en el artículo 6º y se consignará en una cláusula adicional. A esta amortización se destinará, el 20 por 100 del canon de arrendamiento y el número de años será el que resulte según el valor de los expresados mecanismos.

Si en el plazo de arrendamiento que fija el artículo 10º no se llegará a amortizar con la fracción de canon antedicha el importe de los mecanismos especificados, la Dirección del Canal, con la antelación necesaria, según la marcha de la amortización, consultará á la Superioridad sobre la conveniencia de modificar la disposición del Reglamento en el sentido de aumen-

tar la partida de amortización ó de prolongar el plazo de Contrato al objeto de poder terminar en una ú otra forma el abono de los mecanismos al arrendatario.

ARTICULO 9º : La turbina y el regulador servirán como fianza para garantía del contrato hasta dos años antes de terminar su amortización. A partir de aquella fecha se repondrá la fianza en la forma que dispone el artículo 12 del Reglamento de 8 de Agosto de 1920.

ARTICULO 10º : El plazo de arrendamiento se fija en cincuenta años.

ARTICULO 11º : El plazo de arrendamiento se empezará a contar á partir de la fecha en que la Administración del Canal haga entrega del edificio al concesionario.

ARTICULO 12º : A la terminación del contrato el arrendatario deberá devolver en buen estado de conservación el material amortizado con arreglo al inventario que se formará al reconocerlo antes de empezar a funcionar.

ARTICULO 13º : El arrendatario puede ceder o traspasar el arriendo a otra persona ó entidad en las mismas condiciones y con las mismas garantías que se consignan en este contrato debiendo ponerlo previamente en conocimiento de la Dirección facultativa del Canal para que esta autorice la cesión.

ARTICULO 14º : Son aplicables á este arrendamiento todos los pre-

Jefatura del Canal de Castilla

Canalización del Manzanares.



ceptos que se establecen con caracter general para los analogos en el Reglamento de 8 de Agosto de 1920 especialmente en los capitulos II, III, X y XI asi como en el de Policia y conservación del Canal de 29 de Diciembre del mismo año.

De ambos Reglamentos se entregan al arrendatario dos ejemplares para su conocimiento.

Madrid 20 de Diciembre de 1921.

El Ingeniero Director.

*Luis Morales*

El Arrendatario.

*Don Santiago Enriquez*

Autorizada en 3 del corriente la cesión de este arrendamiento por la Dirección facultativa del Canal con arreglo a lo establecido en la clausula 13 , la Sociedad anónima «Union Industrial Palentina» acepta en todas sus partes el anterior Contrato, subrogándose a Don Santiago Enriquez en todos los derechos y obligaciones que se derivan de él.

Madrid 6 de Marzo de 1922

Por la «Union Industrial Palentina»  
El Presidente del Consejo de Administración

Va Be

El Ingeniero Director.

P.O.

*Luis Morales*

zón con fecha 4 del cte. de la cesión de este arrendamiento por la Dirección del Canal con arreglo a lo establecido en la cláusula 13, la S.A. "Electrolisis del Cobre" acepta en todas sus partes el anterior contrato, reemplazando en él a "Unión Industrial Palentina" en todos los derechos y obligaciones que se derivan del mismo.

Valladolid 4 de Marzo de 1.948.

"ELECTROLISIS DEL COBRE S.A."  
P.P.

  
Consejero Delegado.

Vº. Bº.  
EL INGENIERO DIRECTOR,




Enrique Gutierrez Gutierrez, mayor de edad, vecino en Palencia, Consejero Delegado de Unión Industrial Palentina en nombre y representación de la misma, como arrendataria de los saltos existentes en el grupo de esclusas números 22 - 23 y 24 del Canal de Castilla, situado en Calahorra, en esta provincia, según contrato suscrito primeramente por esa Jefatura del Canal de Castilla con D. Santiago Manrique del Mazo en fecha 20 de Diciembre de 1921, puesto en vigencia en 1.º de Octubre de 1925, y transferido a favor de la citada Sociedad según comunicación del primer arrendatario de fecha 1.º de Marzo de 1922 y oficio del propio mes y año de esa Jefatura tomando razón de tal transferencia, a V.I. atentamente expone:

Que acogiéndose al derecho que le concede el artículo 13 del contrato antes referido, cede y traspasa el arriendo a «Electrolisis del Cobre» S.A. con domicilio en Barcelona, calle Batista 8, y Fábrica en Palencia carretera de Tinamayor, y a partir de 1.º de Marzo de 1948 en las mismas condiciones, derechos y obligaciones establecidos en aquel documento, y que la actual concesionaria acepta en todas sus partes.-

Y a los efectos oportunos en nombre y representación de «Unión Industrial Palentina S.A. lo pone en conocimiento de esa Dirección.-

Palencia, 28 de febrero de 1.948 >



D. Manuel Aracili Borrás, consejero Delegado de «Electrolisis del Cobre» S.A. acepta en todas sus partes en nombre y representación de dicha Sociedad el presente contrato en vigencia en el día de la fecha entre Unión Industrial Palentina S.A. y la Dirección del Canal de Cas

tilla subrogándose en todos sus derechos y obligaciones.-

Valladolid, 1 de Marzo de 1.948

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'H. A. ...', is written above the main body of the document.

Ilmo. Sr. Ingeniero Director de esta Confederación.- Valladolid.-



**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES  
BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA RÚSTICA**Municipio de **RIBAS DE CAMPOS** Provincia de **PALENCIA****REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**000900100UM76G0001OJ****DATOS DEL INMUEBLE**

LOCALIZACIÓN

**DS DISEMINADOS****34411 RIBAS DE CAMPOS [PALENCIA]**

USO LOCAL PRINCIPAL

**Industrial agr.**

AÑO CONSTRUCCIÓN

**1930**

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

**100,000000**SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]**422****DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE**

SITUACIÓN

**DS DISEMINADOS****RIBAS DE CAMPOS [PALENCIA]**SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]**422**SUPERFICIE SUELO [m<sup>2</sup>]**211**

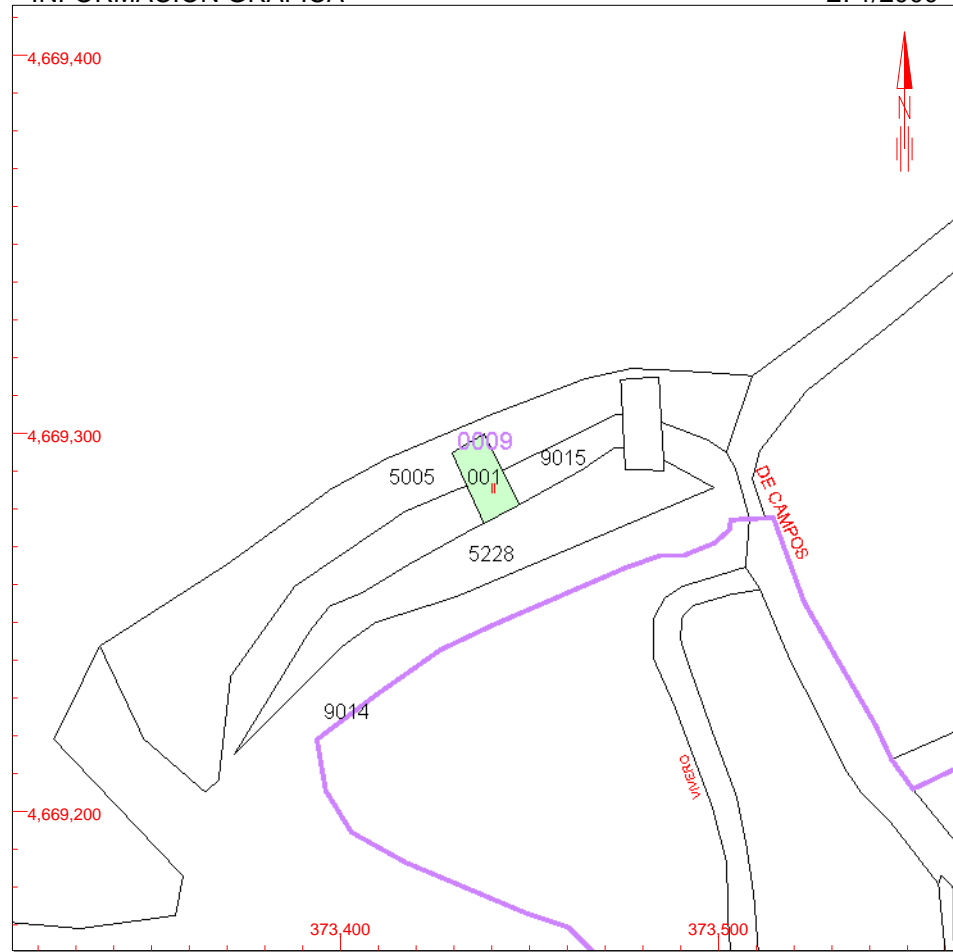
TIPO DE FINCA

**Parcela construida sin división horizontal****ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
ALMACEN	E	00	01	211
ALMACEN	E	01	02	211

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/2000



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

373,500 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Jueves , 26 de Febrero de 2015

# Anexo fotográfico



Figura 110.1.- Vista aérea del Canal de Castilla.



Figura 110.2.-Edificio de la central.



Figura 110.3.-Casa de máquinas y antiguo molino.



Figura 110.4.-Edificio de la central visto desde la carretera.



Figura 110.5.-Esclusas.



Figura 110.6.-Canal de desagüe.



Figura 110.7.-1ª esclusa con las compuertas cerradas.



Figura 110.8.-Toma de agua y cámara de carga.



Figura 110.9.-Tubería y antigua turbina.



Figura 110.10.- Estado actual del interior del edificio.



Figura 110.11.-Antiguos equipos.



Figura 110.12.-Placa de características del antiguo transformador.





Figura 110.13.-Palones de la línea eléctrica.