

1. INTRODUCCIÓN

Se recogen en el presente Anejo los distintos cálculos justificativos siguientes:

1. Cálculos Funcionales
2. Eléctricos
3. Obra Civil
4. Mecánico de tuberías

RESULTADOS A OBTENER

Los procesos proyectados para la EDAR de Valdeaveruelo deberá garantizar que las instalaciones propuestas permiten conseguir de forma continuada y permanente el cumplimiento de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (91/271/CEE) sobre el tratamiento de aguas residuales (Mayo 1991).

Esto se traduce en asumir los rendimientos de eliminación de contaminación y las concentraciones del efluente de salida siguientes:

Parámetro	Rendimiento (%)	Concentraciones salida (mg/l)
DBO ₅	70-90%	< 25 mg/l
SS	70-90%	< 35 mg/l
N _T	70-80%	< 15 mg/l

Las condiciones de trabajo deberán garantizar también el proceso de nitrificación con un rendimiento igual o superior al 95% y el proceso de desnitrificación que limite la concentración de Nitrógeno total a 15 mg/l.

Asimismo, se garantizará que los fangos al proceder de un sistema biológico de baja carga serán parcialmente digeridos y habrán de tener un contenido de materia seca igual o superior al intervalo 20%.

CRITERIOS GENERALES Y BASES DE DIMENSIONAMIENTO

El pretratamiento de la EDAR se dimensionará para los caudales puntas (Qmax) .

El tratamiento biológico se dimensionará para los caudales medios diarios (Qm) y puntas (Qp) correspondientes a la situación de cálculo.

Los coeficientes de punta y máximo adoptados son:

$Q_{max} = 5,0$

$Q_p = 2,163$ que corresponde al coeficiente punta $(1.15 + 2.575/Q_m^{1/4})$

A continuación se acompañan los cálculos funcionales de los distintos elementos que conforman la EDAR:

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

DATOS DEL PROYECTO VALDEAVERUELO

Población equivalente

Población equivalente	, heq		4.000
Dotación	, Dot	m ³ /h	250,00

Caudales

Caudal a Pretratamiento (Desbaste, Desarenado-desengrasado)

Caudal medio	, Qmed	m ³ /h	41,67
Caudal punta	, Qppret	m ³ /h	208,33
Caudal diario		m ³ /d	1.000,00

Caudal a tratamiento biológico

Caudal medio	, Qmed	m ³ /h	41,67
Caudal punta	, Qpun	m ³ /h	90,15

Contaminación

Concentraciones entrada medias

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/l	263,90
Sólidos suspendidos, SS	mg/l	332,00
Nitrógeno total, NTK	mg/l	28,60
Fósforo total, Pt	mg/l	4,80

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	kg/d	263,90
Sólidos suspendidos, SS	kg/d	332,00
Nitrógeno total, NTK	kg/d	28,60
Fósforo total, Pt	kg/d	4,80

Concentraciones entrada máximas

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/l	395,85
Sólidos suspendidos, SS	mg/l	498,00

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	kg/d	395,85
Sólidos suspendidos, SS	kg/d	498,00

DATOS DEL PROYECTO VALDEAVERUELO

Resultados previstos en el efluente

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/l<	25,00
Sólidos suspendidos, SS	mg/l<	35,00
Nitrógeno total, NTK	mg/l	15,00
Fósforo total, Pt	mg/l	2,00
Humedad de los fangos tratados	%	80,00

Rendimientos

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	%	90,53
Sólidos suspendidos, SS	%	89,46
Nitrógeno total, NTK	%	47,55
Fósforo total, Pt	%	58,33

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

PETRATRAMIENTO

COMPACTO PREFABRICADO	UD	1,00
Tipo:	L/S	200,00
Luz libre de paso:	mm	0.20
Sistema de limpieza:		Autolimpiante
Forma de extracción de residuos:		Vertido en contenedor

Tratamiento biológico

Tipo de tratamiento:		Nitrificación-desnitrificación con posibilidad de eliminación de fósforo
Número de unidades:	ud	1,00

Zona anaeróbica:

Volumen útil unitario:	m ³	21,89
Profundidad útil::	m	3,80
Resguardo:	m	0,50
Tiempo de retención a Qmed	h	#iREFI

Zona óxica-aeróbica

Volumen útil unitario:	m ³	1.345,74
Profundidad útil:	m	5,11
Resguardo:	m	0,50
Carga másica:	kgDBO ₅ /kgMLSS·d	0,06
Tiempo de retención a Qmed:	h	32,30

Recirculación de fangos	m ³ /h	58,33
Edad del fango	d	16,00

Decantador secundario

Número de unidades:	ud	1,00
Diámetro	m	13,00
Volumen útil:	m ³	510,13
Superficie decantación:	m ²	132,73
Resguardo:	m	0,50
Inclinación del fondo:	m/m	0,10
Profundidad en vertedero:	m	3,84
Número de estructuras en vertedero:	ud	204
Tiempo de retención a Qmed:	h	12,24

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Datos de partida

Caudal medio	m ³ /h	41,67
Caudal punta pretratamiento	m ³ /h	208,33
Caudal punta biológico	m ³ /h	90,15
Caudal diario	m ³ /d	1.000,00
Población equivalente	hab-equ	4.000
Contaminación DBO ₅	kg/d	263,90
Contaminación S.S.	kg/d	332,00
Contaminación N.T.K.	kg/d	28,60
Contaminación Pt	kg/d	4,80

Resultados previstos

DBO5 en el efluente	mg/l	25,00
S.S. en el efluente	mg/l	35,00
NTk en el efluente	mg/l	15,00
Pt en el efluente	mg/l	2,00
Humedad de los fangos tratados	%	80,00

Colector de llegada a la E.D.A.R.

Diámetro	mm	1.000,00
Longitud	m	10,00
Tipo de material		PVC

Pozo de gruesos

Volumen útil:	m ³	5,54
Tiempo de retención a Q dilución:	min	0,02

Desbaste de gruesos

Reja de gruesos:	ud	8 MM
Luz libre de paso:	mm	25 MM
Sistema de limpieza:		AUTOMATICA

Bombeo de entrada

Número de bombas:	ud	3,00
Número bombas reserva	ud	0,00
Caudal unitario:	m ³ /h	80,00
Regulación del bombeo:		Variador de frecuencia



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

Desinfección

Número de líneas	ud	1,00
Volumen del tanque	m ³	5,00
Bomba dosificadora hipoclorito	m	7 l/h.

Espesador de fangos

Número de unidades:	ud	1,00
Diámetro	m	6,00
Calado en vertical vertedero:	m	3,50
Volumen total (sin poceta):	m ³	110,27
Inclinación del fondo:	%	20,00
Tiempo de retención:	h	39,38
Carga superficial (promedio)	m ³ /m ² ·h	0,10

OBRA DE LLEGADA(POZO DE GRUESOS)

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	41,67
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	90,15
Caudal máximo	,Qdil	m ³ /h	208,33
Caudal diario	,Qd	m ³ /d	1.000,00

Dimensionado del pozo

Tiempo de retención a Qmáximo	h	0,02
Carga hidráulica máxima a Qdilución	m ³ /m ² ·h	300,00
Caudal máximo	m ³ /h	208,33
Volumen necesario	m ³	3,47
Número de cámaras	Ud	1,00
Profundidad útil	m	2,00
Ancho adoptado		1,20
Longitud adoptada	m	3,30
Calado		1,40
Volumen		5,54
Volumen unitario adoptado	m ³	5,54
Volumen total adoptado	m ³	5,54
Carga hidráulica resultante a Qdilución	m ³ /m ² ·h	63,13
Tiempo de retención real a Qmed	h	0,13
Tiempo de retención real a Qpun	h	0,06
Tiempo de retención real a Qdil	h	0,03

Recogida de gruesos mediante reja automática y tornillo sin fin
Los residuos se depositarán en contenedor metálico de 0,84 m³ de capacidad



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

BOMBEO DE ENTRADA

Caudal máximo	m ³ /h	208,33
Número de bombas en servicio	uds	3,00
Número de bombas en reserva	uds	0,00
Número total de bombas	uds	3,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	69,44
Caudal unitario adoptado	m ³ /h	80,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,022
Caudal total adoptado	m ³ /h	240,00
Altura manométrica de bombeo	m	6,03
Superficie del pozo de bombeo	m ²	6,25
Tiempo entre arrancadas de las bombas	min	7,50
Volumen necesario de regulación	m ³	10,00
Altura entre arrancadas de las bombas	m	0,53
Altura útil necesaria del pozo de bombeo	m	1,60

Una de las bombas del pozo de bombeo llevará variador de frecuencia electrónico gobernado por un medidor de nivel ultrasónico en el pozo de bombeo

Dimensionado del pozo

Volumen necesario de regulación	m ³	10,00
Altura útil necesaria del pozo de bombeo	m	1,60
Número de cámaras	Ud	1,00
Profundidad útil	m	2,00
Longitud	m	2,50
Ancho adoptado	m	2,50
Volumen útil pozo	m ³	12,50

BOMBAS DE ENTRADA

- Altura manométrica necesaria para distintos diámetros de tubería

Diámetros (mm)	Altura manométrica (m)	Hb adoptada
160	7,306	8,00
200	6,381	8,00
250	6,026	7,00

- Disposición adoptada

Caudal unitario adoptado	m ³ /h	80,00
Diámetro de la tubería	mm	250,00
Altura de impulsión de la bomba	m	7,00

Potencia unitaria de bombas 2,39 Kw

Potencia unitaria adoptada 3,00 Kw

Horas en funcionamiento 4,17 h

V regulación (m³) 10,00

Q total adoptado (m³/h) 240,00

V/Q 0,041666667 horas: tiempo que se tarda en vaciar el V regulación (=tiempo bc

V regulación (m³) 10,00

Q medio diario (m³/h) 41,67

V/Q 0,24 horas

Número de veces que se llena el depósito en 1 día 100,00



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

VALDEAVERUELO

BOMBAS DE ENTRADA

Número de bombas en funcionamiento	ut	3,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /h	80,00
Caudal unitario bombas adoptado	m ³ /s	0,0222
- Desnivel Geométrico	m	5,80
Cota de entrada	m	714,66
Nivel líquido mínimo en la arqueta de bombeo	m	713,110
Resguardo	m	2,50
Cota superior de pozo		716,410
- Pérdidas lineales en la conducción		
Caudal	m ³ /s	0,0667
Longitud	m	7,00
Coefficiente de Coolebrook, f		0,018
Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
160	3,316	0,44
200	2,122	0,14
250	1,358	0,05
- Pérdidas localizadas en la conducción general		
Coefficiente Puesta en velocidad	k=1,00	1,00
Coefficiente Codo de 90°	k=0,30	0,90
Total Coeficientes		1,90
Diámetros (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdidas (m)
160	3,316	1,06
200	2,122	0,44
250	1,358	0,18

2. PRETRATAMIENTO COMPACTO 60 l/s (-DESBASTE DE FINOS: TAMIZADO, DESARENADO Y DESENGRASADO)
DATOS GENERALES

Caudal Q	60,00	l/s
Anchura del tanque B	1596,00	mm
Longitud del tanque L	8705,00	mm
Altura del tanque H1	4268,00	mm
Altura total H	4634,00	mm

TAMIZADO

Nº de líneas en funcionamiento.....	1,00	uds
Caudal medio en tamizado.....	41,67	m3/h
Caudal máximo en tamizado.....	208,33	m3/h
Paso de malla	3,00	mm
Tipo.....	Rototamiz	
Ancho del cilindro.....	1200,00	mm
Altura de descarga...	1500,00	
Superficie útil.....	5,65	
Velocidad de paso.....	0,00	
Destino.....	Contenedor	
Almacenamiento de los productos de desbaste	Cont. Municipal 800 l.	
Número de contenedores.....	1,00	Uds
Destino de los residuos de desbaste.....	Vertedero	

CARACTERÍSTICAS TAMIZ

Tipo de tamiz	Rotativo	
Diámetro de la cesta D	1200,00	mm
Paso de tamiz e	39571,00	mm
Altura de descarga a	1500	mm
Deshidratación y compactación del residuo	hasta un 30 – 35% MS	

BASES DE PARTIDA:

Caudales de diseño:		
Caudal medio	41,67	m3/h.
Caudal máximo de pretratamiento.....	208,33	m3/h.

DESARENADOR
PARÁMETROS DE DISEÑO

Carga hidráulica a Qpretratamiento	30,00	m ³ /m ² ·h
Carga hidráulica a Qmed	10,00	m ³ /m ² ·h
Tiempo de retención a Qpretratamiento	7,00	min
Tiempo de retención a Qmed	21,00	min
Superficie mínima unitaria	13,89	m2
Volumen mínimo unitario	32,65	m3

CARACTERÍSTICAS DESARENADOR



VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

2. PRETRATAMIENTO COMPACTO 60 l/s (-DESASTE DE FINOS: TAMIZADO, DESARENADO Y DESENGRASADO)

Grado de separación	1	
Para un tamaño de partícula	0.20	mm
Longitud del desarenador C1	8705	mm
Anchura	1596	mm

PARÁMETROS DE DISEÑO DE AIREACIÓN

Caudal específico por volumen de tanque	1,00	m ³ /m ³ /h
Caudal específico por superficie desarenador	2,00	m ³ /m ² /h
Caudal de aire	41,16	m ³ /h
Número de soplantes en servicio	1,00	ud
Número total de soplantes	1,00	ud
Caudal máximo unitario necesario	41,16	m ³ /h

CARACTERÍSTICAS AIREACIÓN

Número de canales desarenadores.....	1	Ud
Caudal unitario de aireación.....	58,0	m ³ /h
Número de compresores a instalar	1	Uds
Caudal unitario adoptado.....	58,0	m ³ /h

CALCULO DE EXTRACCION DE ARENAS:

Capacidad extracción mezcla arena/agua.....	50,00	l/m3
Caudal medio de diseño	41,67	m3/h
Sistema de extracción.....	Tornillo sinfín	
Retirada de arenas	Contenedor .	
Número de contenedores.....	1	1
Destino de las arenas.....	Vertedero	

DESENGRASADOR

Sistema de extracción de grasas.....	Descarga directa	
Depósito desengrasador.....	Común con desarenador	
Largo depósito desengrasador.....	8705,000	mm
Ancho depósito desengrasador.....	1596,0000	mm
Alto depósito desengrasador.....	2350	m
Destino de las grasas.....	Deposito contenedor.	
Volumen depósito contenedor	800	litros

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR
Caudales

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	41,67
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	90,15
Coefficiente de punta			2,16
Caudal diario	,Q	m ³ /d	1.000,00
Número de tanques en servicio		ud	1,00

Cargas contaminantes influentes
Concentraciones entrada medias

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,De	mg/l	263,90
Sólidos suspendidos, SS	,SSe	mg/l	332,00
Nitrógeno amoniacal	,NH4-Ne	mg/l	17,56
Nitrógeno orgánico	,Norg.e	mg/l	11,04
Nitrógeno total, NTK	,NTKe	mg/l	28,60
Nitritos	,NO2-Ne	mg/l	0,00
Nitratos	,NO3-Ne	mg/l	0,00
Total componentes nitrogenados	,N-Ne	mg/l	28,60
Fósforo total	,Pt	mg/l	4,80

Carga diaria

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,DBO ₅ L	kg/d	263,90
Sólidos suspendidos, SS	,SSL	kg/d	332,00
Nitrógeno total, NTK	,NTKL	kg/d	28,60
Nitritos	,NO2-NL	kg/d	0,00
Nitratos	,NO3-NL	kg/d	0,00
Total componentes nitrogenados	,N-NL	kg/d	28,60
Fósforo total	,Pt	kg/d	4,80

Calidad del efluente

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	,Ds	mg/l	25,00
Sólidos suspendidos, SS	,SSs	mg/l	35,00
Concentración media NTK	,N-Org	mg/l	15,00
Fósforo total	,Pt	mg/l	2,00



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Parámetros de proceso

Factor de seguridad nitrificación	,FS		2,00
Temperatura mínima de nitrificación	,T	°C	12,00
MLSS ref a volumen total	,MLSS	kgMLSS/m ³	2,61
Rendimiento en reducción, DBO ₅		%	90,53
DBO ₅ reducida		kgDBO ₅ /d	238,90
Rendimiento en reducción, NTK		%	47,55
NTK reducido		kgNTK/d	13,60
Rendimiento en reducción, P		%	58,33

Balance nitrógeno

NTK aportado	,NTKe	mg/l	28,60
Nitritos aportados	,NO2-Ne	mg/l	0,00
Nitratos aportados	,NO3-Ne	mg/l	0,00
Total nitrógeno		mg/l	28,60

Nitrógeno retirado en fangos:

Nitrógeno en fangos (0,05 · F' · b / Q _d)		mg/l	0,00001
-------------------------------------------------------	--	------	---------

Nitrógeno en efluente

Nitrógeno orgánico	,N-Org.	mg/l	15,00
Total		mg/l	15,00

Nitratos a desnitrificar

Nitratos a desnitrificar	,NO3-Nd	mg/l	13,60
Nitratos a desnitrificar	,NO3-Nd	kg/d	13,60

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Alcalinidad necesaria

$$K = K_e - 0,07 \cdot (NH_4 - Ne - NH_4 - N_s + NO_3 - N_s - NO_3 - Ne - NO_2 - Ne)$$

Alcalinidad mínima para proceso	,K	mmol/l	5,27
Nitrato amoniacal entrada	,NH4-Ne	mg/l	17,56
Nitratos entrada	,NO3-Ne		0,00
Nitritos entrada	,NO2-Ne		0,00
Alcalinidad mínima agua bruta	,Ke	mmol/l	6,50
Alcalinidad mínima agua bruta (CO ₃ Ca)	,Ke	mg CO ₃ Ca/l	325,00
Alcalinidad mínima para proceso	,K	mg/l	263,54

Dimensionado

Tiempo de residencia fango para nitrificación, Ef, (días)

$$E_f = FS \cdot 1,8181 \cdot 1,1^{(20-T)} \quad ,d \quad 7,79$$

Volumen de desnitrificación

$$\text{Capacidad de desnitrificación necesaria} \quad NO_3 - Nd / DBO_5 \quad 0,05$$

Factor de Temperatura

$$F = 1,072^{(T-15)} \quad ,F \quad 0,81$$

$$\text{Relación de volúmenes (zona anóxica/total)} \quad r = V_d / V_t \quad 0,50$$

Comprobación capacidad de desnitrificación

$$(NO - Nd / De) = (0,8 \cdot 0,75 / 2,9) \cdot (0,144 / ((1-r) \cdot (E_f \cdot F) + 0,08) + 0,05) \cdot r \quad 0,15$$

Edad del fango

$$E_f = E_f / (1 - V_d / V_t) \quad ,d \quad 15,59$$

$$\text{Edad del fango adoptada} \quad ,d \quad 16,00$$



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Fangos en exceso, F't, (kg/d)

Fango biológico:

Sólidos suspendidos de entrada	,SSe	mg/l	332,00
DBO ₅ entrada	,De	mg/l	263,90

$$F=1,072^{(T-15)} \quad ,F \quad 0,81$$

$$Fb=0,6 \cdot ((SSe/De)+1) - (0,072 \cdot 0,6 \cdot F) / ((1/Ef)+0,08 \cdot F) \quad ,Fb \quad \text{kgMS/kgDBO}_5 \quad 1,08$$

$$F'b=Fb \cdot \text{DBO}_5 L \quad ,F'b \quad \text{kgMS/d} \quad 284,92$$

$$\text{Total fangos: } F'b \quad ,F't \quad \text{kgMS/d} \quad 284,92$$

Carga másica, Cm, (kgDBO₅/kgMLSS·d)

$$Cm=\text{DBO}_5 L / (F't \cdot Ef) \quad \text{kgDBO}_5/\text{kgMLSS} \cdot d \quad 0,06$$

Volumen tanque,Vt, (m³)

$$\text{Total fango en exceso} \quad ,F't \quad \text{kgMS/d} \quad 284,92$$

$$Vt=(\text{DBO}_5 / Cm \cdot \text{MLSS}) \quad m^3 \quad 1.745,56$$

$$\text{Volumen total adoptado} \quad ,Vt \quad m^3 \quad 1.345,74$$

$$\text{Volumen zona anóxica} \quad ,Vd \quad m^3 \quad 672,87$$

Carga volumétrica, Cv, (kgDBO₅/m³·d)

$$Cv=\text{DBO}_5 L / Vt \quad \text{kgDBO}_5/m^3 \cdot d \quad 0,20$$

Recirculación de fangos

$$\text{Índice volumétrico de fangos} \quad ,SVI \quad \text{ml/g} \quad 150,00$$

$$\text{Tiempo de espesado} \quad ,t \quad \text{h} \quad 0,75$$

$$\text{Concentración de fango en solera} \quad ,Co \quad \text{kg/m}^3 \quad 6,0571$$

$$Co=(1000/SVI) \cdot (t)^{(1/3)}$$

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Concentración fango recirculado:

$$\text{Coeficiente (0,7 rasquetas, 0,5/0,7 succión), } j \quad 0,70$$

$$Cr=Co \cdot j \quad \text{kg/m}^3 \quad 4,24$$

Concentración de MLSS:

$$\text{Concentración SS agua a tratar} \quad ,SSe \quad \text{mg/l} \quad 332,00$$

$$\text{Recirculación adoptada} \quad ,Qrs \quad \% \quad 1,40$$

$$\text{MLSS}=(SSe+Qrs \cdot Cr)/(1+Qrs) \quad ,MLSS \quad \text{kg/m}^3 \quad 2,61$$

$$\text{Caudal de recirculación máximo (Qrs · Qm)} \quad m^3/h \quad 58,33$$

Necesidad real de Oxígeno (AOR)

Demanda de oxígeno carbonada AORc

$$\text{Coeficiente de temperatura} \quad ,F \quad 0,81$$

$$\text{Edad del fango} \quad ,Ef \quad d \quad 16,00$$

$$\text{AORc}=((0,144 \cdot Ef \cdot F)/(1+Ef \cdot 0,08 \cdot F))+0,5 \quad \text{kgO}_2/\text{kgDBO}_5 \quad 1,42$$

$$\text{Total de oxígeno por demanda de carbono} \quad \text{kgO}_2/d \quad 374,01$$

Demanda de oxígeno nitrogenada

$$\text{Nitratos a desnitrificar} \quad ,NO3-Nd \quad \text{kg/d} \quad 13,60$$

$$\text{Total} \quad \text{kg/d} \quad 13,60$$

A descontar:

$$\text{Nitritos aportados} \quad ,NO2-Ne \quad \text{kg/d} \quad 0,00$$

$$\text{Nitratos aportados} \quad ,NO3-Ne \quad \text{kg/d} \quad 0,00$$

$$\text{Total} \quad \text{kg/d} \quad 0,00$$

$$\text{Total nitrificación} \quad \text{kg/d} \quad 13,60$$

$$\text{Oxígeno para nitrificación (4,57 kgO}_2/\text{kgNO}_3\text{-N)} \quad \text{kgO}_2/d \quad 62,15$$

$$\text{Nitritos aportados} \quad ,NO2-Ne \quad \text{kg/d} \quad 0,00$$

$$\text{Oxidación a nitratos (1,14 kgO}_2/\text{kgNO}_2\text{-N)} \quad \text{kgO}_2/d \quad 0,00$$

$$\text{Total oxidación nitritos y nitrificación} \quad \text{kgO}_2/d \quad 62,15$$



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Nitratos desnitrificados	,NO3-Nd	kg/d	13,60
Oxígeno recuperado (2,86 kgO ₂ /kg NO3-Nd)		kgO ₂ /d	38,90

Resumen oxígeno necesario por nitrógeno

Total nitrificación		kgO ₂ /d	62,15
Total oxidación nitritos a nitrificación		kgO ₂ /d	0,00
Oxígeno recuperado		kgO ₂ /d	38,90

Oxígeno necesario (diferencia)		kgO ₂ /d	23,26
Oxígeno necesario (diferencia)	,AORn	kgO ₂ /kgDBO ₅	0,09

Demanda de oxígeno media, Ome:

Ome=(AORc+AORn)·DBO5L	,Ome	kgO ₂ /d	397,26
Ome=(AORc+AORn)·DBO5L	,Ome	kgO ₂ /h	16,55

Demanda de oxígeno máxima:

Hipótesis a)

Coefficiente punta de AORc	,Fc		1,50
Coefficiente punta AORn	,Fn		1,00
Concentración O ₂ en tanque	,Cx	mg/l	2,00
Concentración saturación O ₂	,Cs	mg/l	10,15
Oi=(Cs/(Cs-Cx))·(AORc·Fc+AORn·Fn)	,Oi	kgO ₂ /kgDBO ₅	2,76
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /d	727,64
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /h	30,32

Hipótesis b)

Coefficiente punta de AORc	,Fc		1,00
Coefficiente punta AORn	,Fn		1,50
Concentración O ₂ en tanque	,Cx	mg/l	2,00
Concentración saturación O ₂	,Cs	mg/l	10,15
Oi=(Cs/(Cs-Cx))·(AORc·Fc+AORn·Fn)	,Oi	kgO ₂ /kgDBO ₅	1,93
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /d	509,23
Oma=Oi·DBO5L	,Oma	kgO ₂ /h	21,22

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR
Dimensiones tanques

Número de balsas	ud	1,00
Dimensiones de la balsa		
Ancho	m	2,40
Largo	m	2,40
Profundidad	m	3,80
Volumen adoptado	m ³	21,89

Zona óxica + anóxica

Altura útil	m	5,11
Diametro exterior corona	m	13,50
Diametro exterior corona	m	22,75
Espesor muros de separación	m	0,35
Número de coronas	Ud	1,00
Volumen exterior	m ³	2.077,18
Volumen interior	m ³	731,44
Volumen unitario	m ³	1.345,74
Volumen total	m ³	1.345,74
Resguardo	m	0,50
Longitud vertedero	m	2,50

Comportamiento hidráulico

Zona óxica + anóxica

Caudal medio	m ³ /h	41,67
Caudal máximo	m ³ /h	90,15
Tiempo de retención a Qmed	h	32,30
Tiempo de retención a Qmax	h	14,93
Carga sobre vertedero a Qmed	m ³ /m·h	16,67
Carga sobre vertedero a Qmax	m ³ /m·h	36,06



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

REACTOR BIOLOGICO CORONA CIRCULAR

Sistema de vaciado

Sistema de vaciado		Arqueta de vaciados
Diámetro del sistema de vaciado	mm	150,00
Elementos para el vaciado		Válvula de compuerta
		Pasamuros de acero inoxidable
		Carrete de desmontaje
Número de unidades de cada elemento de vaciado	ud	1,00

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Datos de partida

Caudales de agua residual

Caudal medio	,Qmedio	m ³ /h	41,67
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	90,15
Ratio ; Qmax/Qmedio			2,16
Caudal diario		m ³ /d	1.000,00

Características tanques

Volumen útil total de tanques (zona aeróbica)	m ³	672,87
Número de tanques	Ud	1,00
Volumen útil unitario de tanques (zona aeróbica)	m ³	672,87
Ancho del tanque	m	13,50
Altura total del tanque	m	5,61
Altura de agua en el tanque	m	5,11
Resguardo	m	0,50
Longitud rectángulo equivalente	m	9,75
Longitud total tanques	m	9,75
Superficie total de tanques (zona aeróbica)	m ²	131,68

Concentraciones y cargas

Concentración media DBO ₅ de entrada	mg/l	263,90
Carga DBO ₅ diaria	kg/d	263,90

Necesidad real de oxígeno (AOR)

Necesidad real de oxígeno media	,AORme	kgO ₂ /h	16,55
Necesidad real de oxígeno máxima	,AORma	kgO ₂ /h	30,32



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Parámetros difusores

Tipo difusores			Burbuja fina
Altura difusor		m	0,35
Sumergencia difusores	,H	m	4,76
Número de difusores en servicio	,Nt	ud	300,00
Superficie por difusor	,Sd	m ²	0,04
Superficie de tanques (zona aeróbica)	,Sq	m ²	131,68
Ratio (Sd·Nt·100/Sq)			9,34
Superficie acción difusor		m ² /dif	0,44
Caudal standard adoptado por difusor		m ³ /dif	5,00
Rendimiento de Transferencia de Oxígeno Standard	,SOTE	%	23,00

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Necesidades reales de oxígeno en condiciones de campo

Condiciones de Campo

Altura del lugar		m	677,00
Temperatura	,T	°C	12,00
Concentración de oxígeno en el tanque	,Co ₂	mg/l	2,00
Coefficiente K1	,K1		0,70
Coefficiente K2 ($\beta \cdot C_{ss} \cdot P - Co_2$)/Cs	,K2		0,79
Coefficiente beta	,β		0,99
Saturación de oxígeno en el licor mezcla a temperatura de campo	,C _{ss}	mg/l	10,15
Saturación de oxígeno en agua pura en condiciones normales	,Cs	mg/l	9,17
Relación entre la presión barométrica en el lugar y a nivel del mar	,P		0,92
Coefficiente K3 ($1,024^{(T-20)}$)	,K3		0,83
Coefficiente global, KT (K1·K2·K3)	,KT		0,46

Necesidad real de oxígeno (AOR) en condiciones de campo

Necesidad real de oxígeno media	,AORme	kgO ₂ /h	36,05
Necesidad real de oxígeno máxima	,AORma	kgO ₂ /h	66,03

Necesidades de aire en condiciones standard

Densidad del aire en condiciones standard		kg aire/m ³	1,248
Porcentaje de oxígeno en el aire		Kg O ₂ /m ³	0,300
Kg de oxígeno por kg de aire		kgO ₂ /kg aire	0,240
Rendimiento de Transferencia de Oxígeno Standard	,SOTE	%	25,40
Caudal medio		m ³ /h	473,09
Caudal máximo		m ³ /h	866,53



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

AIREACIÓN REACTOR BIOLÓGICO

Necesidades de aire en condiciones normales

Caudal medio	Nm ³ /h	440,80
Caudal máximo	Nm ³ /h	807,38

Necesidades de aire en condiciones de campo

Caudal medio	m ³ /h	460,17
Caudal máximo	m ³ /h	842,87

Soplantes

Caudal punta de aire aspirado	,qp	Nm ³ /s	0,22
Caudal punta de aire aspirado		Nm ³ /min	13,46
Caudal medio de aire aspirado		Nm ³ /s	0,12
Caudal medio de aire aspirado		Nm ³ /min	7,35
Presión de descarga		kg/cm ²	0,58
Presión de descarga		mbar	593,86
Número de soplantes en servicio		ud	1,00
Número de soplantes en reserva		ud	1,00
Número total de soplantes		ud	2,00
Caudal unitario máximo por soplante		Nm ³ /min	13,46
Caudal unitario medio por soplante		Nm ³ /min	7,35
Caudal unitario máximo adoptado		Nm ³ /min	25,00
Caudal unitario medio adoptado		Nm ³ /min	25,00
Caudal unitario máximo adoptado		Nm ³ /h	1.500,00
Caudal unitario medio adoptado		Nm ³ /h	1.500,00

Agitación

La potencia necesaria para mantener la mezcla homogénea en el reactor mediante burbuja fina y con aireador de geometría convencional, en unos 2,0 w/m³.

Volumen unitario de tanques=	1.345,74 m ³	
Caudal de aire para agitación=	0,024350 m ³ aire/m ³ ·min	1,4610 m ³ aire/m ³ ·h
Potencia necesaria=	2,69 Kw	
Número de agitadores=	1,00 uds	

BOMBEO FANGOS RECIRCULACIÓN Y EXCESO

Recirculación de fangos

Caudal horario	m ³ /h	58,33
Número de bombas en servicio	uds	2,00
Número de bombas en reserva	uds	1,00
Número total de bombas	uds	3,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	29,17
Caudal unitario adoptado	m ³ /h	150,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,0417
Pérdidas en la conducción		0,0474
Pérdidas localizadas		1,9000
Altura manométrica de bombeo	m	6,00
Horas de funcionamiento	h/d	4,67

Fangos en exceso

Caudal diario	m ³ /d	67,20
Caudal horario	m ³ /h	5,60
Horas de funcionamiento previstas	h	12,00
Número de bombas en servicio	uds	1,00
Número de bombas en reserva	uds	1,00
Número total de bombas	uds	1,00
Caudal unitario teórico	m ³ /h	5,60
Caudal unitario adoptado	m ³ /h	29,00
Caudal unitario adoptado	m ³ /s	0,008
Caudal total adoptado	m ³ /h	15,00
Altura manométrica de bombeo	m	7,00
Horas de funcionamiento	h/d	4,48



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

E.D.A.R. VALDEAVERUELO

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Datos de Partida

Caudal medio	,Q _{med}	m ³ /h	41,67
Caudal punta	,Q _{pun}	m ³ /h	90,15
Número de decantadores		ud	1,00
Concentración de MLSS		kg/m ³	2,61
Coefficiente de recirculación			1,40
Caudal máximo con recirculación		m ³ /h	148,48
Caudal medio con recirculación		m ³ /h	100,00

Parámetros de Diseño

Carga superficial a Q _{med}	,Ch _{sup} (Q _{med})	m ³ /m ² ·h	0,60
Carga superficial a Q _{pun}	,Ch _{sup} (Q _{pun})	m ³ /m ² ·h	1,30
Carga lodos a Q _{med}	,C _r (Q _{med})	kg/m ² ·h	2,40
Carga lodos a Q _{pun}	,C _r (Q _{pun})	kg/m ² ·h	5,00
Tiempo retención mínimo a Q _{med}		h	3,00
Tiempo retención mínimo a Q _{max}		h	1,00
Velocidad paso deflector		m/s	0,05

Cálculo de la profundidad del decantador según la norma ATV-131

IVF	ml/g	150,00
Q _{máximo} = Q _{punta} +Q _{recirculación}	m ³ /h	148,48
Volumen necesario	m ³	58,17
h1 (de clarificación)	m	0,50
h2 (de separación agua-fango)	m	2,00
h3 (de almacenamiento)	m	0,70
h4 (de espesamiento y barrido)		0,80
H _{total} necesaria	m	4,00
H _{total} en vertedero adoptada	m	3,84

Geometría del Decantador

Diámetro necesario del decantador	m	9,40
Diámetro del decantador adoptado	m	13,00
Calado en vertical vertedero	m	3,84
Superficie de decantación	m ²	132,73
Volumen cilindro	m ³	510,13
Volumen total (sin poceta)	m ³	536,23
Resguardo	m	0,50
Inclinación fondo	%	10,00

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Profundidad máxima (sin poceta)	m	4,43
Longitud vertedero	m	40,84
Número de escotaduras en vertedero	ud	204,20

Comportamiento

Comportamiento a caudal medio

Caudal medio por tanque decantador	m ³ /h	41,67
Carga superficial	m ³ /m ² ·h	0,31
Carga de fangos sin recirculación	kg/m ² ·h	0,82
Carga de fangos con recirculación	kg/m ² ·h	1,97
Tiempo de retención	h	12,24
Caudal por ml de vertedero	m ³ /m·h	1,02

Comportamiento a caudal punta

Caudal punta por tanque decantador	m ³ /h	90,15
Carga superficial	m ³ /m ² ·h	0,68
Carga de fangos sin recirculación	kg/m ² ·h	1,77
Carga de fangos con recirculación	kg/m ² ·h	2,92
Tiempo de retención	h	5,66
Caudal por ml de vertedero	m ³ /m·h	2,21



E.D.A.R. VALDEAVERUELO

FUENTE DE PRESENTACIÓN

Datos de Partida

Caudal medio	,Qmed	m ³ /h	41,67
Caudal punta	,Qpun	m ³ /h	90,15
Caudal diario		m ³ /d	1.000,00

Parámetros de diseño

Tiempo de retención a Qpunta	,Tret	min	1,00
------------------------------	-------	-----	------

Dimensionamiento

Número de líneas	,N	ud	1,00
Tipo			Rectangular
Volumen de la cámara necesario	,V	m ³	1,50
Profundidad de la cámara	,h	m	1,20
Superficie útil cámara	,S	m ²	1,25
Anchura útil cámara	,a	m	2,10
Longitud útil cámara	,L	m	1,80
Anchura arqueta presentación	,a	m	2,10
Longitud del perfil Creager	,n		1,35
Ancho 1 ^{er} escalón		m	0,10
Ancho 2 ^o escalón		m	0,40
Ancho 3 ^{er} escalón		m	0,40
Ancho 4 ^o escalón			0,45
Longitud arqueta presentación	,L	m	3,15
Longitud de vertedero	,LV	m	2,10

Comportamiento

Caudal medio

Tiempo de retención	,Tret	min	6,53
Carga hidráulica en vertedero	,Cv	m ³ /m·h	19,84
Velocidad de circulación	,v	m/h	16,53

Caudal punta

Tiempo de retención	,Tret	min	3,02
Carga hidráulica en vertedero	,Cv	m ³ /m·h	42,93
Velocidad de circulación	,v	m/h	35,77

1.- INTRODUCCIÓN.

La empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación Depuradora de Aguas Residuales objeto del presente proyecto.

En el ámbito de aplicación anterior, se presenta este documento como parte del Proyecto Constructivo de la Estación de Aguas Residuales.

2.- DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE ANEJO.

El presente ANEJO 3.2, está compuesto de los siguientes documentos:

ANEJO 3.2.1. LINEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN

ANEJO 3.2.1.1. PROYECTO ELECTRICIDAD MEDIA TENSIÓN PARA SUMINISTRO A EDAR

ANEJO 3.2.2. LINEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

3.- JUSTIFICACIÓN.

El presente anejo, ha sido estructurado como básicamente se indica en el apartado anterior.

De este modo, los anejos anteriores forman documentos completos por sí mismos que forman parte del presente Proyecto de Construcción de Estación Depuradora de Aguas Residuales, pudiendo presentarse, si así se necesitara, por separado en sus correspondientes Órganismos Competentes de cara a la obtención de las necesarias autorizaciones, visados y legalizaciones que se requieran.

PROYECTO

**ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO
2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA
PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO
T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).**

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

JOSÉ MANUEL GÓMEZ GÓMEZ

FEBRERO DE 2008

PROYECTO

**ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO
2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA
PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO
T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).**

DOCUMENTO 1:

MEMORIA

DOCUMENTO 2:

PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 3:

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 4:

PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5:

PLANOS

ALBACETE, FEBRERO DE 2008

<u>INDICE</u>	
MEMORIA.	5
1.- OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.1.- REGLAMENTACIÓN.	5
2.- TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	5
3.- EMPLAZAMIENTO.....	6
4.- PLAZO DE EJECUCIÓN.....	6
5.- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA.	6
6.- POTENCIA A TRANSPORTAR.....	6
7.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	6
7.1.-TRAZADO.....	6
7.2.- LONGITUD TOTAL Y PARCIAL DE LA LÍNEA.	6
7.3.- PUNTO DE CONEXIÓN.....	6
7.4.- PROVINCIAS Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.	6
7.5.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.....	6
8.- CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.	7
8.1.- TRAMO SUBTERRÁNEO.....	7
8.1.1.- Conductor.	7
8.1.2.- Empalmes.....	7
8.1.4.- Cálculo Eléctrico.....	7
8.1.5.- Canalizaciones.....	8
8.1.6.- Cruzamientos y casos especiales.....	9
8.1.7.- Entubados.....	9
8.1.8.- Puesta a tierra de los cables.	9
9.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	10
9.1.- DATOS DEL CONDUCTOR (LSMT).....	10
9.1.1.- Características físicas.....	10
9.1.2.- Características eléctricas.	10

9.1.3.- Cálculo de intensidad.....	10
9.1.4.- Caída de tensión.....	10
9.1.5.-Intensidad de cortocircuito.....	10
9.1.6.-RESUMEN DE CÁLCULOS L.S.M.T.	10
10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO TIPO CLIENTE.....	13
11.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO TIPO CLIENTE.....	32
12.- CONSIDERACIONES FINALES.	39
13.- DOCUMENTOS.....	40
PLIEGO DE CONDICIONES.	42
CAPITULO I: DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	42
CAPITULO II: DISPOSICIONES TÉCNICAS.....	43
CAPITULO III: DE LOS MATERIALES.....	43
CAPITULO IV: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. MEDICIÓN Y ABONO.....	44
CAPITULO V: DISPOSICIONES GENERALES.....	51
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	55
 PRESUPUESTO.	
 PLANOS.	



MEMORIA

MEMORIA

1.- OBJETO DEL PROYECTO.

La empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación de Aguas Residuales denominada "VALDEAVERUELO", situada en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo (Guadalajara).

Para ello se instalará un centro de seccionamiento 2L+P, una línea subterránea de media tensión y un centro de transformación tipo cliente con medida en media tensión.

Por lo tanto, se instalará un centro de seccionamiento en el cual hará entrada y salida la línea subterránea de media tensión existente que parte del apoyo existente nº 00289 de la línea LAMT 20 kV CABANILLAS DEL CAMPO DE LA E.T. GUADALAJARA propiedad de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., y discurre por la calle TR. DE LA CHOPERA.

Este centro de seccionamiento estará situado en la calle TR. DE LA CHOPERA y será de configuración 2L+P, con dos celdas de línea y otra de protección.

A su vez, se instalará una nueva línea subterránea de media tensión que interconexionará este centro de seccionamiento con el centro de transformación prefabricado tipo cliente de 100 kVA que finalmente dará suministro a la E.D.A.R. Valdeaveruelo (Guadalajara). La L.S.M.T. de conductor HEPRZ1-AI 12/20kV 3 x (1x150mm²), discurrirá tanto por las calles de la localidad de Valdeaveruelo TR. DE LA CHOPERA y PS. DE LA CHOPERA, como por Parcela 30833 (que linda con la calle Prado en zona urbana) el polígono 3 y parcelas 60 y 61 del término municipal de Valdeaveruelo (Guadalajara).

Los elementos de protección cumplirán las normas IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.

El centro de transformación prefabricado de 100 kVA tipo cliente contará de una celda de línea, una celda de medida de la energía eléctrica en media tensión y otra de protección de transformador.

Para la realización del presente proyecto se tendrá en cuenta las Condiciones Técnicas fijadas por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. y todos los materiales serán normalizados para las instalaciones de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

El presente proyecto trata de definir las distintas características técnicas y el coste de los elementos constructivos, que componen el centro de seccionamiento, el tramo de línea subterránea de media tensión y el centro de transformación prefabricado de 100 kVA tipo cliente y en su redacción se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a las instalaciones de M.T. contenidas en la reglamentación vigente.

Con el fin de que la compañía instaladora pueda proceder al montaje de dicha línea de M.T. y del C.S. y C.T., se ha solicitado al Técnico que suscribe la redacción del presente Proyecto.

1.1.- REGLAMENTACIÓN.

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1968, de 28/11/68, y publicado en el B.O.E. del 27/12/68.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51 aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2/8/2002, y publicado en el B.O.E. nº 224 del 18/9/2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 17.224/1984 y publicado en el B.O.E. del 1/8/84.
- Decreto 5/1999 de 02-02-99 por el que se establecen normas para instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la Avifauna, según D.O.C.M. del 12 de febrero de 1999.

Además se aplicarán las condiciones señaladas en el Capítulo II (Condiciones Técnicas y de Aplicaciones de los Proyectos Tipo" del documento normativo MTDYC 2.03.20, contenido en las Normas Particulares de la Empresa IBERDROLA, S.A. para las instalaciones de extensión.

2.- TITULAR DE LA INSTALACIÓN.

Será titular de las instalaciones que se proyectan, la empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación de Aguas Residuales denominada "VALDEAVERUELO", situada en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo (Guadalajara), no obstante, se contempla la posibilidad de que por parte de dicho titular se cedan las instalaciones de extensión objeto del presente proyecto. En caso de cesión, una vez cumplida la normativa constructiva vigente, se deberá proceder a la confección y firma del correspondiente documento en el que quedará reflejado la propiedad y compromiso de IBERDROLA de atender desde aquel momento, el mantenimiento y conservación de las instalaciones.

A su vez los datos de la empresa de consultoría e ingeniería coordinadora del proyecto son:

EMPRESA	CEINUR S.L. , GRUPO CEMAT
N. I. F.	B-02388585
DOMICILIO SOCIAL:	POLÍGONO INDUSTRIAL ROMICA, C/ 2, PARCELA 24, APTO. DE CORREOS 473, 02080 (ALBACETE)
TELÉFONO DE CONTACTO	967 218018

3.- EMPLAZAMIENTO.

Las instalaciones que comprenden este proyecto quedan situadas, según se especifica en la hoja correspondiente del Documento Planos, en los siguientes polígonos y parcelas, pertenecientes a los términos municipales que a continuación se reflejan:

Denominación	Localización	Término Municipal
CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P	TR. DE LA CHOPERA	T.M. VALDEAVERUELO
L.S.M.T. 20 KV HEPRZ1-AL	TR LA CHOPERA, PASEO DE LA CHOPERA, Parcela 30833 (que linda con la calle Prado en zona urbana), Polígono 3 Parcelas 61 y 60	T.M. VALDEAVERUELO
C.T. 100 KVA	Polígono 3 Parcela 60	T.M. VALDEAVERUELO

4.- PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución de las obras será acorde con la ejecución de las obras de urbanización por lo que no se establece un plazo de ejecución concreto de las obras, estando previsto su iniciación una vez sean autorizados por el correspondiente Órgano Competente.

5.- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA.

A falta de un reglamento de líneas subterráneas de media tensión, según el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, en su capítulo primero, art. 3, la línea quedaría clasificada como de TERCERA CATEGORÍA, por ser de tensión nominal inferior a 30 kV.

Además, quedaría situada la presente línea dentro de la ZONA B, según lo especificado en el art. 30 punto 3 del mencionado Reglamento, por estar a una altitud comprendida entre 500 y 1000 m.

6.- POTENCIA A TRANSPORTAR.

La potencia a transportar por la línea será variable dentro de los límites de capacidad máxima de los conductores. No obstante la potencia demandada por la E.D.A.R. Valdeaveruelo es de 100 kW.

7.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

7.1.-TRAZADO.

El trazado de los tramos de línea subterránea de media tensión y centro de transformación queda reflejado en los planos que se adjuntan, perteneciendo en su totalidad al término municipal de **VALDEAVERUELO, (GUADALAJARA).**

7.2.- LONGITUD TOTAL Y PARCIAL DE LA LÍNEA.

En planos que se adjuntan queda indicado el trazado de la línea subterránea de media tensión, disponiendo en su totalidad una **longitud de 860 metros de canalización subterránea.**

7.3.- PUNTO DE CONEXIÓN.

El punto de conexión se fija en un centro de seccionamiento en el cual hará entrada y salida la línea subterránea de media tensión existente que parte del apoyo existente nº 00289 de la línea LAMT 20 kV CABANILLAS DEL CAMPO DE LA E.T. GUADALAJARA propiedad de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., y discurre por la calle TR. DE LA CHOPERA de la localidad de Valdeaveruelo (Guadalajara).

7.4.- PROVINCIAS Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS.

El trazado de la línea será en su totalidad dentro de la **Provincia de Guadalajara** dentro del **Término Municipal de VALDEAVERUELO.**

7.5.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

La relación de cruzamientos así como los Organismos afectados por los mismos es la siguiente:

No se aprecia la existencia de cruzamientos, no obstante, de realizarse, se seguirán las prescripciones al respecto indicadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, Decreto del Ministerio de Industria 3151/1968, B.O.E. de 27 diciembre de 1.968.



8.- CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.

8.1.- TRAMO SUBTERRÁNEO.

Este capítulo reflejará todas las características del tramo subterráneo.

8.1.1.- Conductor.

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Conductor :	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor :	Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
Aislamiento :	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento :	Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta :	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionado :	Los reseñados en la tabla 1.

Todos los cables serán unipolares con pantalla sobre el aislamiento formada por una corona de 16 mm² compuesta por hilos de Cu y contraespira de cinta de Cu, según Recomendación UNESA 3305.

Las siguientes tablas recogen otras características importantes de los cables:

Sección Mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR) en disposición enterrada:

Tensión nominal Uo/U kV	Sección nominal de los conductores mm ²	Intensidad
		3 unipolares
12/20	150	330
	240	435
	400	560

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA
(Incremento de temperatura 160 θ en °C)

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm ²	Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20 18/30	150	44,7	31,9	25,8	19,9	14,1	11,5	9,9	8,8	8,1
		240	71,5	51,1	41,2	31,9	22,5	18,4	15,8	14,1	12,9
		400	119,2	85,2	68,8	53,2	37,61	30,8	26,4	23,6	21,6

8.1.2.- Empalmes.

Se elegirán los empalmes que correspondan a las características del cable y que sean recomendados por su fabricante, atendiéndose a las instrucciones de montaje dadas para el mismo, según convenga.

8.1.4.- Cálculo Eléctrico.

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable o por la Recomendación UNESA 3305 y Norma UNE 21.123/1981.

Las características eléctricas de los cables vienen indicadas en el apartado anterior.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

- Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media.
- Temperatura máxima en el conductor 105° C.
- Temperatura del terreno 25°C.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
- La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo

de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en el Capítulo 7 de este MT-NEDIS y en la norma NI 56.43.01, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}xU \cos \varphi}$$

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

en donde:

- W = Potencia en kW
U = Tensión compuesta en kV
 ΔU = Caída de tensión, en %
I = Intensidad en amperios
L = Longitud de la línea en km.
R = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura de servicio
X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km .
 $\cos \varphi$ = Factor de potencia

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de $\cos \varphi = 0,9$

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito Pcc existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito que será igual a:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La sección mínima se obtendrá consultando la tabla expuesta anteriormente.

8.1.5.- Canalizaciones.

Los cables aislados podrán instalarse:

- Directamente enterrados (en zanja).
 - Entubados (dentro de tubos en toda su longitud).
 - Al aire (alojados en galerías).
- Directamente enterrados.

Estas canalizaciones de líneas subterráneas cumplirán las siguientes consideraciones, además de las especificadas en el Pliego de Condiciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada, excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 15 veces el diámetro.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en Proyecto y si el terreno lo permite.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,50 m cuando vayan entubados y de 0,35 x 0,80 m cuando vayan directamente enterrados que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantenga una distancia de unos 0,10 m. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de MT.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

- Entubados.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el documento planos, se dan varios tipos de disposición de tubos, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

8.1.6.- Cruzamientos y casos especiales.

En los cruces de calzadas o en cruces especiales el cable irá alojado en tubos adecuados, fibrocemento, PVC, etc, de superficie interna lisa siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable y 15 cm. como mínimo. El número mínimo de tubos a colocar será de tres. Cuando se alojen varias ternas de cables en un cruce, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Los cruces especiales como vías férreas, cursos de agua, otros servicios, etc, serán objeto de un cuidadoso estudio que garantice una perfecta seguridad para el cable.

Cuando una canalización discurra paralelamente a conducciones de otros servicios (agua, gas, teléfonos, telecomunicación, vapor, etc) se guardará una distancia mínima de 50 cm. y lo indicado en la ITC-BT 007.

En los cruzamientos con otros servicios, la distancia mínima será de 25 cm.

Cuando en una misma zanja coincidan más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada terna será como mínimo de 0,20 m.

Cuando por una zanja en acera discurran un cable de M.T. y uno de B.T. este último no se colocará en el mismo plano vertical.

8.1.7.- Entubados.

En este tipo de canalización, el cable irá entubado en todo o parte de su recorrido, según lo descrito en el punto anterior.

8.1.8.- Puesta a tierra de los cables.

En los extremos de las líneas subterráneas situados en los C.T., se colocará un seccionador de puesta a tierra, (indicado en los proyectos de C.T.), que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, a fin de evitar posibles accidentes originados por la existencia de cargas por capacidad. Las pantallas metálicas de los cables deben estar en perfecta conexión con tierra.

- Empalmes.

En la unión del cable subterráneo con la línea subterránea de media tensión existente se tendrán en cuenta:

- Se elegirán los empalmes que correspondan a las características del cable y que sean recomendados por su fabricante, atendándose a las instrucciones de montaje dadas para el mismo, según convenga.



- Derivaciones.

No se admitirán derivaciones en T.

Las derivaciones en este tipo de líneas se realizarán desde celdas de línea situadas en centros de transformación o seccionamiento haciendo entrada y salida.

9.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

Los cálculos eléctricos se han efectuado para la potencia máxima previsible en el conductor seleccionado y habiendo considerado un factor de corrección de 0,8 en la intensidad nominal del cable subterráneo por ir entubado.

No obstante la potencia nominal de la E.D.A.R. VALDEAVERUELO prevista es de 0,100 MW, considerablemente menor.

9.1.- DATOS DEL CONDUCTOR (LSMT).

9.1.1.- Características físicas.

Sección: 150 mm². Al.
Aislamiento: Seco extruido del tipo HEPR.
Nivel aislamiento: 20 kV.
Cubierta exterior: Capa de Poliolefina.

9.1.2.- Características eléctricas.

Sección Mm²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

9.1.3.- Cálculo de intensidad.

Aplicando a cada tramo la expresión de cálculo de la intensidad siguiente:

$$I = \frac{P}{1,73U\cos\varphi} = \frac{S}{1,73 \times U}$$

Las intensidades previstas son mucho menores que la máxima admisible por el conductor, suponiendo además la existencia de tramos entubados.

9.1.4.- Caída de tensión.

Aplicando la formula de la caída de tensión a cada tramo obtenemos:

$$\Delta U = 1,73 \times I \times L \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

9.1.5.-Intensidad de cortocircuito.

Aplicando la expresión de cálculo para la intensidad de cortocircuito con una potencia de cortocircuito de la línea de:

Scc = 350 MVA, se obtiene:

$$I_{cc} = S_{cc} / (U \times 1.73) = 350 / (20 \times 1.73) = 10,10 \text{ KA.}$$

En nuestro caso el tiempo de duración del cortocircuito es de 0,2 segundos, que es el tiempo de actuación de los elementos de protección. La Icc admisible, tomada de las tablas del conductor a emplear es de 31,9 KA., valor que es superior a los de 10,10 KA obtenidos.

9.1.6.-RESUMEN DE CÁLCULOS L.S.M.T.

A continuación se expone una tabla con los resultados obtenidos como consecuencia de la aplicación de las fórmulas anteriores:


DIMENSIONADO DEL CABLEADO L.S.M.T.
DATOS INICIALES:

Nº CT	1	
S (kVA)/CT	100	
S (MVA)	0,1	Potencia aparente
Uo/U	12/20	Tensión
U (kV)	20	Tensión
cos(phi)	0,80	Factor de potencia
sen(phi)	0,60	
L (km)	0,86	Longitud de la línea
Conductor	Al	Aluminio
Disposición	2	Terna de cables AL EPROTENAX COMPACT soterrados bajo tubo
Coeficiente	0,8	Bajo Tubo
I (A)	2,89	Intensidad nominal
S(mm2)	150,00	Sección Elegida

CÁLCULO DE SECCIÓN POR CALENTAMIENTO:

Sección nominal mm2	Tensión nominal	
	105 °C	
	1,8/3 kV a 18/30 kV	
	Terna de cables directamente enterrados (1)	Terna de cables enterrados bajo tubo (2)
120	290	280
150	330	310
240	435	410

I (A)	2,89	Intensidad nominal
I' (A)	3,61	Intensidad nominal real (según disposición)
Iadm(A)	310	Intensidad admisible cable (según disposición)

COMPROBACIÓN SECCIÓN ELEGIDA POR CALENTAMIENTO **CORRECTO**
 $I' (A) < I_{adm}(A)$

CÁLCULO DE SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$?U = ?3 \times L \times I \times ((R \times \cos(\phi)) + (X \times \sin(\phi))) \quad \text{Voltios}$$

Sección nominal mm2	Resistencia máxima en c.a. y a 105°C en Ohm/km	
	Cables Unipolares	
	Cu	Al
120	0,206	0,340
150	0,168	0,277
240	0,104	0,170

R_{máx} (Ohm/km) 0,277 Ohm/km

Sección nominal mm2	Reactancia X en Ohm/km por fase	
	Tensión nominal del cable	
	18/30	12/20
120	0,123	0,112
150	0,118	0,109
240	0,109	0,103

X (Ohm/km) 0,109 Ohm/km

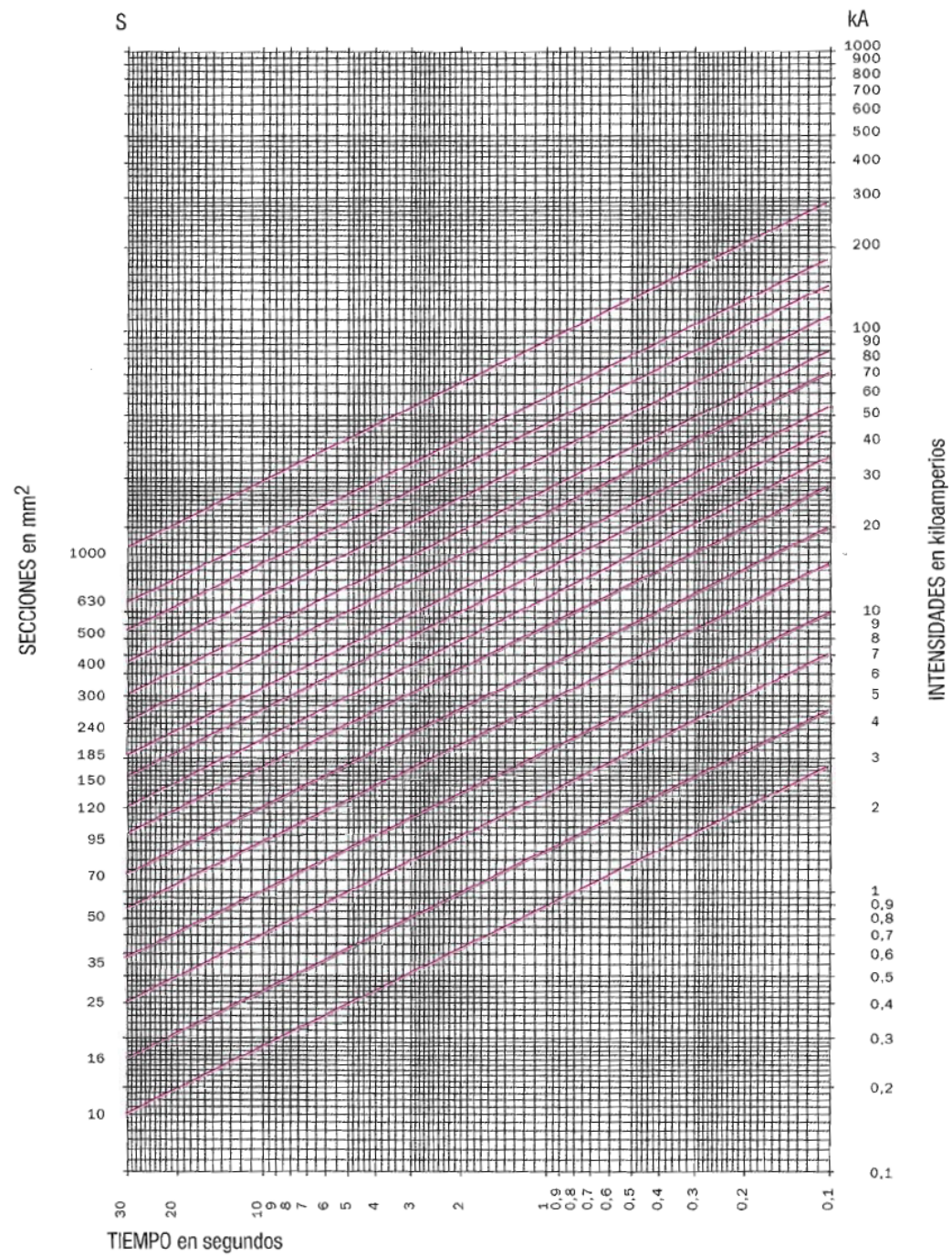
?U 1,23 V ? ?u (%) 0,006% V
 COMPROBACIÓN SECCIÓN ELEGIDA POR CAIDA DE TENSIÓN **CORRECTO**
 $?u (\%) < 5\%$

CÁLCULO DE SECCIÓN POR CORTOCIRCUITO:

Según tabla: **Normas IEC 949 y UNE 21192**

Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C
 Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio.
(Según Normas IEC 949 y UNE 21192).



temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.
temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO TIPO CLIENTE.

Titular

La titularidad del Centro de Transformación 100kVA objeto del presente apartado recaerá sobre propiedad de la empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, la cual tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación de Aguas Residuales denominada "VALDEAVERUELO", situada en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo (Guadalajara).

Emplazamiento

El centro de transformación estará ubicado en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo en la provincia de Guadalajara.

Localidad

El Centro se halla ubicado en la localidad de VALDEAVERUELO (GUADALAJARA)..

-Potencia unitaria de cada transformador y potencia total en kVA

- Potencia del transformador 1: 100 kVA

-Tipo de transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite

-Volumen total en litros de dieléctrico

- Volumen de dieléctrico transformador 1: 150 l
- Volumen total de dieléctrico: 150 l

Objeto del Centro de Transformación

Este apartado del proyecto tiene por objeto definir las características de un Centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Reglamentación y disposiciones oficiales

Normas generales:

- Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre, B.O.E. de 27-12-68.

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión aprobado por Decreto de 28/11/68.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. B.O.E. 25-10-84.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de Marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- 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 (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).
- 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- CEI 61330 UNE-EN 61330

Centros de Transformación prefabricados.

- RU 1303A

Centros de Transformación prefabricados de hormigón.

- NBE-X

Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

- CEI 60694 UNE-EN 60694

Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- CEI 60298 UNE-EN 60298

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- CEI 60129 UNE-EN 60129

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- RU 6407B

Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X

Transformadores de potencia.

- UNE 20101-X-X

Transformadores de potencia.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- RU 5201D

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.

- UNE 21428-X-X

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

Características generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo abonado o cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en MT.

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

La alimentación al nuevo Centro se alimentará mediante una línea de MT subterránea con las características indicadas en el apartado correspondiente del Documento Memoria del presente proyecto.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 100 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 100 kVA.

Descripción de la instalación

Obra civil

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

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

Características de los materiales

Edificio de Transformación: PFU-4/20

- Descripción

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

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

- Envolvente

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

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

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

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

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

- Placa piso

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

- Accesos

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

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

- Ventilación

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

- Acabado

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

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

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Alumbrado

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

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

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

- Características detalladas

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Longitud:	4480 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	12000 kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

- Instalación eléctrica

- Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

- Características de la aparamenta de Media Tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: CGMcosmos

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

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

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

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

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

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

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)		
a tierra y entre fases	50 kV	
a la distancia de seccionamiento	60 kV	
Impulso tipo rayo		
a tierra y entre fases	125 kV	
a la distancia de seccionamiento	145 kV	
En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.		

Características de la aparamenta de Baja Tensión

- Elementos de salida en BT :
- Cuadros de BT especiales para esta aplicación, con un interruptor de corte en carga cuyas características descriptivas se detallan más adelante.

Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

Entrada / Salida 1: CGMcosmos-L Interruptor-seccionador

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

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
- Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:
- Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg
 - Otras características constructivas :
 - Mando interruptor: manual tipo B

Protección General: CGMcosmos-P Protección fusibles

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



La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x16 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados
- Relé de protección: ekorRPT-201A

Medida: CGMcosmos-M Medida

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

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

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

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

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

* Transformadores de tensión

Relación de transformación:	22000/V3-110/V3 V
Sobretensión admisible en permanencia:	1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
Medida	
Potencia:	50 VA
Clase de precisión:	0,5

* Transformadores de intensidad

Relación de transformación:	5 - 10/5 A
Intensidad térmica:	80 In (mín. 5 kA)
Sobreint. admisible en permanencia:	Fs <= 5
Medida	
Potencia:	15 VA
Clase de precisión:	0,5 s

Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 100 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Yzn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

Características descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles

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

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 160 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

- Tensión asignada: 440 V

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:

a tierra y entre fases: 20 kV

- Dimensiones:

Altura: 360 mm

Anchura: 265 mm

Fondo: 730 mm

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

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

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Relés de protección, automatismos y control

Sistema Autónomo de Protección: ekorRPT

Es la unidad de disparo desarrollada por Ormazabal específicamente para su integración en las celdas de Protección con Fusibles de los Sistemas CGMcosmos (CGMcosmos-P) y CGM (CGM-CMP-F).

- Las funciones de sobrintensidad de las que puede disponer son las siguientes:

- Protección multicurva de sobrecarga para fases (51).
- Protección de defectos multicurva entre fase y tierra (51N).
- Protección instantánea de cortocircuito a tiempo definido entre fase y tierra (50N).

Tiene también la opción de una protección ultrasensible (50Ns - 51Ns), utilizada en el caso de redes con Neutro aislado o compensado y/o en zonas con terrenos muy resistivos.

Además existe una entrada para disparo mediante una señal externa (sonda temperatura, etc...)

Dispone además de funciones de medida (clase 1):

- Valores eficaces de intensidad por fase (I1, I2, I3).
- Valor eficaz de intensidad homopolar (Io).

- Elementos del sistema:

·Un relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

·Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

·La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.

·El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

- Ith/Idin = 20 kA /50 kA
- Temperatura = -10 °C a 60 °C
- Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz \pm 1 %

· Ensayos:

- De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad viene recogida en el protocolo de ensayo realizado B0014-024-IN-ME acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

-Puesta a tierra

- Tierra de protección

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

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

-Instalaciones secundarias

- Armario de primeros auxilios

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

- Medidas de seguridad

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

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.



2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

CÁLCULOS

Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA.

$$I_p = 2,9 \text{ A}$$

- Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 100 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _s	tensión en el secundario [kV]
I _s	intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 137,5 \text{ A.}$$

- Cortocircuitos

-Observaciones

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

-Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

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

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

-Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 100 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_{ccs} = 3,4 \text{ kA}$$

- Dimensionado del embarrado

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

-Comprobación por densidad de corriente

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

-Comprobación por solicitud electrodinámica

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

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

-Comprobación por solicitud térmica

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

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Transformador

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 10 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

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

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

- Dimensionado de los puentes de MT

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

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 2,9 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (2.7.a)$$

donde:

W_{cu}	pérdidas en el cobre del transformador [kW]
W_{fe}	pérdidas en el hierro del transformador [kW]
K	coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
h	distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
DT	aumento de temperatura del aire [°C]
Sr	superficie mínima de las rejillas de entrada [m ²]

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

- Dimensionado del pozo apagafuegos

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

- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

- Investigación de las características del suelo

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

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

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

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

De la red:

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_d \max$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

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

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

-Diseño preliminar de la instalación de tierra

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

-Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$



donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3 \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

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

- Centro de Transformación

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

- $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

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

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

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

$$\cdot I'_d = 399,19 \text{ A}$$

-Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

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

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 5808,27 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 2892,16 \text{ V}$$

-Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

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

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'_p = 1323,33 \text{ V en el Centro de Transformación}$$



-Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V _p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1323,33 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_{p(acc)} = 2892,16 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 5808,27 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 50 \text{ A} < I_d = 399,19 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

-Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

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

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

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

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

Para este Centro de Transformación:

- D = 9,53 m

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

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

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

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

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

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

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

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

-Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

11.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO TIPO CLIENTE.

Titular

La titularidad del Centro de Seccionamiento objeto del presente apartado recaerá sobre propiedad de la empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, la cual tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación de Aguas Residuales denominada "VALDEAVERUELO", situada en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo (Guadalajara). No obstante se prevé la posibilidad de ceder dicha instalación a la Compañía IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

Emplazamiento

El centro de seccionamiento estará ubicado en la Calle denominada TR LA CHOPERA de la localidad de Valdeaveruelo en la provincia de Guadalajara.

Localidad

El Centro se halla ubicado en la localidad de VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

Objeto del Centro de Seccionamiento

Este apartado del proyecto tiene por objeto definir las características de un Centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

Reglamentación y disposiciones oficiales

Normas generales:

- Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre, B.O.E. de 27-12-68.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión aprobado por Decreto de 28/11/68.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. B.O.E. 25-10-84.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18-09-02.
 - Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.
 - Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de Marzo de 2000.
 - Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
 - Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
 - 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 (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).
 - 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
 - Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
 - Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales
 - NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
 - Normas UNE y recomendaciones UNESA.
 - Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
 - Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
 - Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
 - Normas particulares de la compañía suministradora.
 - Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
 - Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
 - CEI 61330 UNE-EN 61330
- Centros de Transformación prefabricados.
- RU 1303A
- Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- NBE-X
- Normas básicas de la edificación.
- Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:
 - CEI 60694 UNE-EN 60694
- Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- CEI 60298 UNE-EN 60298

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- CEI 60129 UNE-EN 60129

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- RU 6407B

Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X

Transformadores de potencia.

- UNE 20101-X-X

Transformadores de potencia.

- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- RU 5201D

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.

- UNE 21428-X-X

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

Características generales del Centro de Seccionamiento

El Centro de Seccionamiento, tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

Descripción de la instalación

Obra civil

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

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

Características de los materiales

Edificio de Seccionamiento: *PF-15*

- Descripción

El PF-15 es un centro de maniobra exterior, para redes de MT, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de MT del sistema CGMcosmos y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas CGMcosmos dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos Centros de Seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

- Envolvente

El equipo PF-15 está constituido por una única pieza de hormigón que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de cáncamos de elevación para la manipulación del edificio en conjunto.

En la parte inferior del centro están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

- Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

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

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura de color crema.

Las puertas de ventilación son de chapa galvanizada, opcionalmente de acero inoxidable, y están pintadas de color marrón.

Todos los elementos metálicos en contacto con el exterior están adecuadamente tratados contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Seccionamiento PF-15 es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Se recomienda una acera de un metro de anchura a lo largo del frente de maniobra.

- Características detalladas

Nº reserva de celdas:	1
Puertas de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
Longitud:	1360 mm
Fondo:	1164 mm
Altura:	2050 mm
Altura vista:	1500 mm
Peso:	2400 kg
Dimensiones de la excavación	
Longitud:	1560 mm
Fondo:	1370 mm
Profundidad:	650 mm

Instalación eléctrica

Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Seccionamiento es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

Características de la aparamenta de Media Tensión

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

Celdas: **CGMcosmos**

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

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

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

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.



- Conexión de cables

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

- Enclavamientos

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

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

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

Características de la aparamenta de Baja Tensión

En esta aplicación no se emplea ningún elemento de salida en la parte de BT.

Características descriptivas de las celdas y transformadores de Media Tensión

Entrada / Salida 1: **CGMcosmos-L Interruptor-seccionador**

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

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1300 mm
 - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas :

 - Mando interruptor: manual tipo B
- Entrada / Salida 2: **CGMcosmos-L Interruptor-seccionador**
- Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.
- Características eléctricas:

 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:

 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1300 mm
 - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas

 - Mando interruptor: manual tipo B

- Seccionamiento Compañía: **CGMcosmos-P Protección fusibles**
- Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:
- La celda CGMcosmos-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

**- Características eléctricas:**

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x160 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1300 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Combinación interruptor-fusibles: combinados

Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

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

Medida de la energía eléctrica

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

Relés de protección, automatismos y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

Puesta a tierra

Tierra de protección

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

Instalaciones secundarias**- Alumbrado**

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Medidas de seguridad

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

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

12.- CONSIDERACIONES FINALES.

En los capítulos anteriores de esta Memoria, se han expuesto fundamentos técnicos que han servido de base para la confección del proyecto.

Acompaña a la presente Memoria, los Planos, Cálculos y Pliego de condiciones que se han creído convenientes para la perfecta interpretación de las instalaciones que se han de realizar.

El Técnico que suscribe considera suficientes los datos que se aportan para su estudio por parte de los Organismos Oficiales, estando dispuesto a aclararlos o completarlos, si la Administración del Estado lo estima conveniente, esperando que el presente Proyecto sea una perfecta guía para la ejecución del Centro de Seccionamiento, la L.M.T. 20KV y C.T. objeto del mismo.



13.- DOCUMENTOS.

El presente proyecto contiene los siguientes documentos:

- Memoria.
- Pliego de Condiciones.
- Estudio básico de seguridad y salud.
- Presupuesto.
- Planos, en los que se definen los detalles constructivos:

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES.

CAPITULO I: DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.

ARTÍCULO.-1: OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO.

El presente PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES, se refiere a las obras de NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA) y regirá en unión de las Prescripciones y Pliegos que se citan en el Capítulo II.

Los preceptos a que se refiere el presente Pliego, alcanzan a redes subterráneas de media tensión (hasta 30 Kilovoltios).

ARTÍCULO .-2: DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.

- MEMORIA.
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES. Consta de cinco capítulos titulados:
 - I. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.
 - II. DISPOSICIONES TÉCNICAS.
 - III. MATERIALES.
 - IV. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. MEDICIÓN Y ABONO.
 - V. DISPOSICIONES GENERALES.
- PRESUPUESTO.
- PLANOS.

ARTÍCULO.-3: COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Los errores materiales que pueda contener el Proyecto o Presupuesto no anularán el contrato, sino en cuanto sean denunciados por cualquiera de las partes dentro de los dos meses siguientes a la fecha del Acta de Replanteo y afecten, además, al menos, al veinte (20) % del presupuesto de la obra.

En caso de contraindicación entre los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, prevalece lo escrito en este último. En todo caso ambos documentos prevalecerán sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales. El contratista queda obligado a presentar en el plazo de un mes PROGRAMA DE TRABAJO que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de las obras. Los datos sobre la procedencia de los materiales que figuran en la Memoria son únicamente orientativos sin que ello presuponga que cumplen las características exigidas en este u otros documentos del Proyecto.

ARTÍCULO.-4: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.

Las obras aquí definidas se refieren a las de de NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA), especificadas en el Documento Memoria del presente Proyecto.

CAPITULO II: DISPOSICIONES TÉCNICAS.

ARTÍCULO.-5: DISPOSICIONES TÉCNICAS.

La ejecución de las instalaciones a que se refiere el presente proyecto se ajustarán a todo lo indicado en el Capítulo II (Condiciones Técnicas y de Aplicaciones de los Proyectos Tipo" del documento normativo MTDYC 2.03.20, contenido en las Normas Particulares de la Empresa IBERDROLA, S.A. para las instalaciones de extensión, y además de lo establecido en este Pliego, serán de aplicación las siguientes disposiciones de carácter general o específico:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51 aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2/8/2002, y publicado en el B.O.E. nº 224 del 18/9/2002.
- b) Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regulación en el Suministro de Energía, aprobado por Decreto del 12 de Marzo de 1.954.
- c) Especificaciones, Normas e Instrucciones de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica, Iberdrola S.A.
- d) Autorización de Instalaciones Eléctricas. Decreto del Ministerio de Industria y Energía, de 20 de Octubre de 1.966.

CAPITULO III: DE LOS MATERIALES.

ARTÍCULO.-6: PRESCRIPCIÓN GENERAL.

Todos los materiales cumplirán las condiciones que, para cada uno de ellos, se especifican en los ARTÍCULOS que siguen, desechándose los que a juicio de la Dirección Facultativa no las cumplan.

ARTÍCULO.-7: MATERIALES ELÉCTRICOS.

Todos los materiales empleados aún los no relacionados en el presente proyecto, deberán ser de primera calidad.

Antes de su instalación, el Contratista presentará al Técnico Director de las Obras muestras y relaciones de marcas de todos los materiales a emplear y no se podrá instalar material alguno sin que previamente haya sido aceptado.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazado por la Dirección de la Obra aún después de colocados sino cumpliesen las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones.

- CONDUCTORES EN TRAMOS SUBTERRÁNEOS. Se utilizarán conductores de aluminio, según Recomendaciones UNESA 3305 de las siguientes características:

Secciones:	95, 150, 240 y 400 mm ² .
Aislamiento:	HEPRZ1.
Nivel aislamiento:	12/20 KV.
Cubierta exterior:	Capa de PVC.

Todos los cables serán unipolares con pantalla sobre el aislamiento formada por una corona de 16 mm² compuesta por hilos de Cu y contraespira de cinta de Cu, según Recomendación UNESA 3305.

- EMPALMES. Cuando sea necesario el uso de empalmes, se elegirán los que correspondan a las características del cable y que, estando autorizado por la Empresa suministradora, sean recomendados por el fabricante, atendándose a las instrucciones de montaje dadas por el mismo.
- TUBOS PROTECTORES. En las canalizaciones subterráneas se colocarán tubos aislantes flexibles no propagadores de la llama, con un grado de protección 7 contra los daños mecánicos.
- CAJAS TERMINALES. Son válidas las consideraciones hechas para los empalmes, escogiendo el tipo intemperie o interior según corresponda.

ARTÍCULO.-8: ARENA PARA LECHO DE ZANJA.

La arena que se utilice para la protección de los elementos que queden enterrados en la zanja, poseerá las características de limpieza, disgregación, aspereza, crujiente al tacto. Estará exenta de sustancias orgánicas, arcillas o partículas terrosas, y en todo caso será necesario, previamente a su utilización, la aprobación de la Dirección de Obra.

ARTÍCULO.-9: MATERIALES NO ESPECIFICADOS.

Los materiales no especificados en este Pliego y que hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin la previa aprobación del Ingeniero Director de las Obras que podrá rechazarlos si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir el objeto de su empleo.

ARTÍCULO.-10: PRUEBAS Y ENSAYOS.

Los ensayos, pruebas y análisis que serán necesarios a juicio del Ingeniero Director serán por cuenta del Contratista hasta un importe máximo del 1 % del Presupuesto de Ejecución Material.

CAPITULO IV: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. MEDICIÓN Y ABONO.

ARTÍCULO.-11: REPLANTEO DE LAS OBRAS.

Antes de preceder a la ejecución de las obras, el Ingeniero Director de las mismas hará su replanteo sobre el terreno de acuerdo con los planos del proyecto y en presencia del Contratista. Del resultado de estas operaciones se levantará acta que será firmada por ambos y que servirá para señalar el comienzo de las obras, empezando a contar en ese momento el plazo de ejecución.

Será conveniente comprobar que se disponen de todos los permisos tanto oficiales como particulares para la ejecución de las obras.

Durante el replanteo se observará de modo especial la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, acometidas a las viviendas existentes, de agua y de gas, etc. que discurren cercanos al trazado de las obras a ejecutar, y que normalmente se podrán apreciar por registros en la vía pública.

El contratista antes de empezar los trabajos de aperturas de zanjas hará un estudio de señalización, de acuerdo con las normas municipales, así como determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios, para los accesos a portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que han de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

No se variará la situación del replanteo de las obras, sin antes ponerlo en conocimiento del Director de las Obras.

ARTÍCULO.-12: EXCAVACIONES EN ZANJAS PARA EL ALOJAMIENTO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Las excavaciones definidas en el título de este artículo se ejecutarán de acuerdo con las dimensiones que figuran en los planos de este proyecto.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad prevista, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Las zanjas serán de las dimensiones indicadas en el proyecto.

Se ejecutarán, preferentemente, en terrenos de dominio público bajo aceras, siempre que sea posible, admitiéndose su instalación en calzada en los cruces, evitando ángulos pronunciados y manteniendo el trazado lo más rectilíneo posible, paralelo a las alineaciones principales.

El trazado de las zanjas deberá realizarse teniendo en cuenta el radio de curvatura mínimo que debe respetarse en el tendido del conductor o conductores que vayan a canalizarse.

Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible, sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto y si el terreno lo permite.

En cruzamientos y casos especiales, el cable irá alojado en tubos adecuados, que estarán hormigonados y serán de fibrocemento, PVC, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable y 15 cm. como mínimo. El número mínimo de tubos a colocar será de tres. Cuando se alojen varios cables en un cruce, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Se dejará, si es posible, un paso de 50 cm. entre las tierras extraídas y la zanja, todo lo largo que de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras a la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán suficientes pasos para vehículos y peatones, así como accesos a edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, serán ejecutados cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de la Obra.

Previo a la apertura definitiva de las zanjas, se procederá a la apertura de catas de reconocimiento, con el fin de confirmar o rectificar el trazado previsto.

Cuando la profundidad de la zanja sea inferior a la indicada en el documento planos, deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición y otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

La medición y abono se realizará del modo indicado en el ARTÍCULO correspondiente del pliego del proyecto de urbanización.

ARTÍCULO.-13: MONTAJE DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE M.T.

En el manejo y preparación de bobinas, se deberán tener en cuenta las siguientes precauciones:

- Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.
- La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.
- Antes de comenzar al tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido, en el caso de suelos con pendiente, suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.
- Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

ARTÍCULO.-14: TENDIDO DE CABLES EN CONDUCCIÓN SUBTERRÁNEA.

Previo al tendido de los conductores, se verterá una capa de arena de 10 cm de espesor en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los conductores o tubos de protección.

El tendido del cable se realizará con el mayor cuidado, evitando torceduras, bucles, etc. Los radios de curvatura serán superiores a 20 veces el diámetro, durante el tendido; y 10 veces una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

La instalación en canalizaciones, también se podrá realizar mediante cabrestantes tirando del extremo, el cual estará dotado de los elementos apropiados para su correcta instalación; no se superarán los esfuerzos de tracción indicados por el fabricante, y en ningún caso, estos serán superiores a 4 Kg/cm² en cables

trifásicos o 5 Kg/cm² para los unipolares, para conductores de cobre. Si son conductores de aluminio, estos valores se reducirán a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que pueden girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable.

Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos, de forma que el radio de curvatura no sea menor de 20 veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán las precauciones para evitar al mismo esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiental sea inferior a 0 grados centígrados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm., de arena fina, en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la correspondiente protección.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tiene aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dicho servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera él mismo que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de la canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud se deberá hacer la zanja al biés de la misma, para disminuir la pendiente y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y protegida con hormigón en masa.

Cada metro y medio serán colocadas por fase (y también en el neutro de B.T.), unas vueltas con cinta adhesiva y permanente, indicando del color de dicho conductor o fase, cuando se trate de cables unipolares y además con un número de vueltas para los componentes de cada terna de cables o circuito.

En los cables de M.T. tripolares cada 1.5 metros de longitud, se colocará una tira de plomo abrazando el cable, en la que conste la sección, tensión de servicio, naturaleza del conductor y las siglas "IBERDROLA". La grabación quedará en la parte interior para facilitar su conservación.

Por encima de los conductores o de la canalización de protección, se rellenará con otra capa de arena de 15 cm de espesor, del mismo material que el utilizado en el lecho. Estas capas de arena ocuparán la totalidad del ancho de la zanja.

Sobre la segunda capa de arena, se colocará una protección mecánica formada por una placa de PVC para un solo cable; se incrementará en otra placa por cada cable o terna de ellos que se añada al anterior.

Posteriormente se tenderá otra capa con tierra cribada procedente de la excavación, de 25 cm de espesor. Sobre esta capa se instalará una banda de polietileno de color amarillo-naranja por cada línea existente en la que se advierta la presencia de cables eléctricos; esta banda es la que figura en la Recomendación UNESA 0205. Se colocará una banda de atención por cada cable tripolar o por cada tema de unipolares y sobre la vertical de los mismos. A continuación se rellenará la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar para su apisonado medios mecánicos. El relleno se realizará por tongadas de 10 cm. de espesor como máximo.

Cuando en una zanja coincida más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada línea será como mínimo de 0.20 m.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

ARTÍCULO.-15: TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse un nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de marcaje de las fases y neutro, y las palomillas o soportes deberán distinguirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

En el tendido de cables en tubulares se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

En M.T. no se pasará por el mismo tubo más de un cable unipolar, tripolar o conjunto de cables pertenecientes a las diferentes líneas. Solo bajo la expresa autorización del Director de las Obras, se podrá canalizar una terna de unipolares de M.T. por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible, las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de la Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli TÚPIR o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable.

ARTÍCULO.-16: CRUCES PARALELISMOS E INTERFERENCIAS CON OTROS SERVICIOS.

Se harán cruces de una canalización en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de Obra.

Estos cruces serán siempre rectos y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán de la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo.

El diámetro de los tubos de protección estará comprendido entre 15 y 20 cm., según sea el tipo de cruce elegido. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos de detalle adjuntos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidades de hacer la zanja a la profundidad citada los cables estén situados a menos de la profundidad indicada, tanto en baja tensión como en media tensión, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento o PVC, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes calidades y condiciones:

- Los tubos serán de fibrocemento o PVC provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

Cuando aparezcan otros servicios, se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra, tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que desplazarlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de esas canalizaciones.
- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando en todo caso las distancias que determina el Reglamento vigente.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de M.T. y B.T. cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y placa de PVC.

Se procurará que los cables de M.T. vayan colocados en el lado de la zanja más alejado de las viviendas, consiguiendo una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser superior a 20 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en el documento planos.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. para cables de MT y BT y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m., por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo indicado en plano adjunto cuando, además, haya que colocar tubos.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja, utilizando para ello y cada 1.5 metros, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de diferentes anchos para cada fase si son unipolares.

El tendido de dos líneas paralelas entre dos puntos, debe realizarse de modo que los cables no se crucen en ningún punto de su recorrido.

ARTÍCULO.-17: INSTALACIÓN DE LAS CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.

En todos los casos, excepto en viviendas unifamiliares descritas más adelante, las cajas generales de protección y su instalación cumplirán con la norma NT-IMBT, y la norma de instalaciones de enlace en edificios destinados preferentemente a viviendas NT-IEEV.

En casos de viviendas unifamiliares, en lugar de c.g.p. se instalarán cajas generales de protección y medida que se ajustarán a la Recomendación UNESA 1412 A. A ella se acometerá desde un armario de seccionamiento o acometida.

En urbanizaciones, las cajas generales de protección y medida se ubicarán a pie de vía o zanjas de pública concurrencia y en los lindes de las parcelas que desde ellas se alimenten.

ARTÍCULO.-18: CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR NEUTRO.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omipolar simultáneo), o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizados y que solo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo están previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

ARTÍCULO.-19: TOMAS DE TIERRA.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución, de la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación, se colocará a tierra en otros puntos de la red con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

ARTÍCULO.-20: MONTAJES EN CABLES DE M.T.

En estos montajes se tendrá un cuidado especial en el cable de aluminio y, sobre todo, en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y a la limpieza de las superficies de contacto, que se realizará cepillando con carda de acero, el cable, previamente impregnado de grasa neutra o vaselina para evitar la formación instantánea de alúmina.

Los empalmes, terminales, etc., se harán, siguiendo las Normas de IBERDROLA, o en su defecto, las publicadas por los fabricantes de los cables o de los accesorios.

ARTÍCULO.-21: EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstituidos, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por IBERDROLA o en su defecto, las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables con aislamiento de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el aislamiento al doblar las venas del cable. Así como realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se realizará por rasgado.

En los conductores de aislamiento seco, sobre todo los de aislamiento de goma, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de la cinta semiconductora, a fin de evitar fallos en servicio.

En empalme normal se utilizarán las piezas normalizadas por IBERDROLA, teniendo en cuenta las precauciones señaladas en el artículo 20. Este empalme normal que llevará cintas autovulcanizantes y protectoras, debe quedar perfectamente estanco a los agentes externos, ya que para reconstruir el aislamiento, no lleva ninguna caja adicional de protección. El espesor del aislamiento reconstruido será del orden del doble del que normalmente tiene el cable.

ARTÍCULO.-22: BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizarán los modelos aceptados por IBERDROLA siguiendo sus normas, o en su defecto, las indicadas por el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables con aislamiento de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose previo calentamiento de las mismas y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Se prestará especial cuidado en el doblado de los cables con aislamiento de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando especial atención a la continuidad de la pantalla.

Se deberán tener en cuenta las indicaciones anteriores sobre el corte de los rollos de papel y de la colocación de la cinta semiconductora.

ARTÍCULO.-23: HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los conductores, botellas terminales y cable, con el margen de seguridad establecido.

Para la colocación de terminales en puntas, se seguirán las normas generales indicadas por el fabricante y por IBERDROLA S.A., insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección de cable.

Para proteger el tramo de conductor que pueda quedar sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable se utilizara cinta aislante adhesiva de PVC. Se tendrán además en cuenta las indicaciones dadas en el artículo 20 sobre todo lo indicado para el Aluminio.

ARTÍCULO.-24: CROQUIS DE LA RED.

Se elaborará un croquis de planta de la red construida a la escala apropiada para que se distingan los detalles con claridad suficiente. Se dibujará la situación exacta de todos y cada uno de los cables, tanto respecto a los muros de edificios, como a los bordillos, etc., indicando las profundidades de los cables, situación y tipo de cruzamientos, empalmes y botellas (con indicación de quién los ha realizado), etc.

ARTÍCULO.-25: INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

El tendido de cables se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como, arañazos o roces que puedan perjudicarlo. Siempre que sea posible se tenderá el cable directamente desde la bobina.

Se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones de los planos, las normas y reglamentos del artículo 5 y las imposiciones de la compañía distribuidora y la Delegación de Industria.

Las conexiones se realizarán generalmente con conectores adecuados a cada caso, estando interiormente impregnados con grasa neutra de alto punto de goteo.

La medición y abono de todos los materiales se hará por unidades colocadas y tras recuento minucioso de todas y cada una de las piezas instaladas, comprendiendo en sus precios todas las operaciones necesarias para su montura y anclaje de acuerdo con el cuadro de precios.

La medición y abono de los conductores se hará metro de longitud instalado medido según especificaciones de proyecto, entre los ejes de elementos o puntos a conectar.

ARTÍCULO.-26: OTROS TRABAJOS.

Para la ejecución de las partes de la obra para las que no se han consignado, de forma expresa, prescripciones en este Pliego, el Contratista se atenderá, en primer término, a lo que resulte de los restantes documentos del Proyecto; en segundo lugar, a las normas que dicte el Director de las Obras; y, por último, a la buena práctica de la construcción en obras análogas.

ARTÍCULO.-27: PRUEBAS Y ENSAYOS.

El Ingeniero Director decidirá las pruebas a realizar tanto a los materiales como a las unidades de obra ya ejecutadas hasta asegurarse del correcto funcionamiento y comportamiento de las mismas en el desarrollo de la misión para la que han sido proyectadas.

Serán por cuenta del Contratista los gastos originados por estos conceptos hasta un máximo del 1 % del Presupuesto de Ejecución Material. Esta partida se considera incluida en los Gastos Generales.

Además de las pruebas previstas de los materiales utilizados, se harán las siguientes mediciones y comprobaciones:

- OBRAS DE FÁBRICA. Se efectuará una cata por cada 50 m, o fracción de zanja, comprobándose que se ha ejecutado de acuerdo con el proyecto, pudiéndose rechazar la totalidad de la partida si en la inspección se encontraran defectos de ejecución o en los materiales. Se efectuará inspección destructiva en un máximo de 10 % de los puntos de anclaje sobre fachada o suelo, rechazándose la totalidad de la partida si en alguno de los puntos a inspeccionar se encontraran defectos en la ejecución, medidas o materiales. El Contratista dará aviso para inspeccionar las obras de fábrica antes de proceder a la colocación de los materiales eléctricos y báculos.

- AISLAMIENTO Este ensayo se efectuará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados. Estas medidas se efectuarán según lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- PROTECCIONES. Se comprobará que la intensidad nominal de los diversos fusibles e interruptores sea adecuada al valor de la intensidad máxima de servicio del conductor protegido.
- EMPALME. Se comprobará que las conexiones de los conductores y de los diversos materiales están realizadas en forma que los contactos sean seguros, de duración y no se calienten anormalmente.
- MEDIDA DE TIERRA. Se comprobará y medirá la resistencia de las tomas de tierra observando si está dentro de la tolerancia que fija el vigente Reglamento Electrotécnico.

ARTÍCULO.-28: MATERIALES Y OBRAS DEFECTUOSAS.

Si por excepción se ejecuta alguna unidad de obra que no se ajusta exactamente a las condiciones del proyecto, se abonará ésta con un descuento que fijará el Director de las Obras. El Contratista estará obligado a aceptar este descuento, o, alternatively, a demoler la obra por su cuenta y a rehacerla con las expresadas condiciones.

CAPITULO V: DISPOSICIONES GENERALES.

ARTÍCULO.-29: DIRECCIÓN DE LAS OBRAS.

El DIRECTOR DE LA OBRA será una persona con titulación adecuada y directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

Para el desempeño de su función podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán la "Dirección de Obra".

El Director designado será comunicado al Contratista por la Administración antes de la fecha del replanteo, y dicho Director procederá en igual forma respecto de su personal colaborador.

Serán por cuenta del Contratista los Honorarios Profesionales de la Dirección de Obra, que se consideran incluidos en los Gastos Generales del Presupuesto, calculándose los mismos en función del Presupuesto de Licitación sin influir la posible baja en los mismos.

ARTÍCULO.-30: FUNCIONES DEL DIRECTOR.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista directamente o a través de sus colaboradores, el estricto cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras conforme a proyecto o a las modificaciones debidamente autorizadas
- Hacer que se cumpla el programa de trabajo.
- Definir los extremos técnicos que el Pliego de prescripciones deja a su criterio.
- Resolver todas las cuestiones técnicas referentes a la interpretación de los planos, condiciones materiales y de ejecución de las obras dentro de las condiciones fijadas por el contrato.
- Estudiar las incidencias y en su caso tramitar las modificaciones del contrato que sean pertinentes.
- Proponer las actuaciones necesarias para obtener, de la Administración o de los particulares las autorizaciones oportunas para el correcto desarrollo de las obras.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de los trabajos que lo requieran.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas.
- Redactar la liquidación de las obras y participar en las recepciones provisional y definitiva.

El Contratista viene obligado a prestar al Director todo el apoyo necesario para el desarrollo de su labor.

ARTÍCULO.-31: PERSONAL TÉCNICO DEL CONTRATISTA.

Si en el Pliego de C1áusulas Administrativas Particulares se exige una determinada titulación, el Director se encargará de que se cumpla este extremo, pudiendo, si es preciso, paralizar la ejecución de las obras hasta que se cumpla lo dispuesto. Del mismo modo podrá exigir que se designen otros técnicos para determinados trabajos o que se sustituyan los habituales si no cumplen las especificaciones prescritas.

ARTÍCULO.-32: LIBRO DE ORDENES.

El libro de órdenes será diligenciado previamente por la Administración, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará con la recepción definitiva.

Durante este tiempo la Dirección anotará en él las órdenes, instrucciones o comunicaciones dirigidas al contratista, autenticándolas con la firma.

El Contratista está también obligado a transcribir en el libro cuantas órdenes reciba por escrito de la Dirección y a firmar los efectos procedentes. Posteriormente la Dirección autenticará con su firma las mencionadas anotaciones.

El libro pasará a poder de la Administración después de la recepción definitiva si bien podrá consultarlo en todo momento el Contratista.

ARTÍCULO.-33: REPLANTEO.

Se hará constar en el Acta, y se transcribirá en el libro de Órdenes, los errores u omisiones detectados en los documentos contractuales del Proyecto.

Si se estima necesario se marcarán sobre el terreno de forma imperecedera y se anclarán en el Acta de Replanteo las cotas y las bases que se utilizarán como puntos de partida.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que esta operación plantee.

ARTÍCULO.-34: PROGRAMA DE TRABAJO.

Será de aplicación lo dispuesto en los ARTÍCULOS 128 y 129 del Reglamento General de Contratación.

El Programa de Trabajo a presentar por el contratista contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Ordenación de las unidades de obra en clases con expresión del volumen de estas.
- Determinación de los medios necesarios y de sus rendimientos medios.
- Estimación con fechas concretas de los plazos de ejecución.
- Valoración de la obra a realizar por periodos de tiempo.
- Representación gráfica del esquema de trabajo.

ARTÍCULO.-35: SUBCONTRATOS.

El Contratista para la ejecución de las obras podrá contratar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, siempre que de cuenta por escrito con detalle de las características técnicas y económicas del subcontrato a la Dirección de Obra y que el total de lo subcontratado no sobrepase el treinta (30)% del volumen total del presupuesto de la obra.

ARTÍCULO.-36: SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

El Contratista deberá adoptar las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, siguiendo las directrices básicas que estable el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la Industria de la Construcción, aprobado por Orden de 20 de Mayo de 1.952 y la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica, aprobada por Orden de 28 de Agosto de 1.970, en cuanto se refiere a andamios, trabajos de demolición, aparatos de elevación, transporte y similares. Nombrará al efecto un vigilante de Seguridad, designado entre los trabajadores.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad zonal y de seguridad e higiene en el trabajo.

El incumplimiento de esta normativa por parte del Contratista no implicará ningún tipo de responsabilidad para la propiedad.

ARTÍCULO.-37: ABONOS AL CONTRATISTA.

El Contratista tendrá derecho al abono de la obra que realmente ejecute con arreglo al precio convenido.

A tal efecto la Dirección de la Obra expedirá mensualmente certificaciones que corresponderán a la obra ejecutada durante dicho periodo de tiempo.

Los pagos al Contratista se entienden a cuenta de la liquidación final y no suponen de ninguna manera la aprobación y recepción de las obras que comprenda.

ARTÍCULO.-38: RECEPCIÓN. PLAZO DE GARANTÍA. PLAZO DE EJECUCIÓN.

La recepción provisional se efectuará en el plazo de un mes después de terminadas las Obras.

Transcurrido el plazo de garantía a partir de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva.

El plazo, de garantía será de un año salvo que disponga otro plazo el contrato.

Durante dicho plazo cuidará el Contratista en todo caso de la conservación y policía de las obras, con arreglo a lo que dictamine la Dirección de Obra. Si se descuidase la conservación y diera lugar a que peligre la obra se ejecutará por la propia Administración y a costa del Contratista.



De la recepción provisional se extenderá Acta por triplicado. El Acta de recepción definitiva se extenderá dentro del mes siguiente en que termine el plazo de garantía y se harán tantos ejemplares como asistentes al acto.

Si del examen de las obras resultase que no se encuentran en las condiciones adecuadas para ser recibidas con carácter definitivo se hará constar así en el Acta dictando las oportunas instrucciones para su reparación y dando un nuevo plazo y último para la nueva recepción que deberá sufrir todos los trámites de nuevo.

El plazo de ejecución de las obras será de 30 días.

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD

3. OBJETO

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Normas oficiales
- Normas específicas

5. FORMACIÓN

6. SALUD Y MEDICINA PREVENTIVA

7. EVALUACIÓN DE RIESGOS

8. CONCLUSIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La empresa ACLM (AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA) con CIF S-450084A y domicilio social en c/ Berna, 2 Ed. Bulevar. 45003 Toledo, tiene la necesidad de dar suministro eléctrico a la Estación de Aguas Residuales denominada "VALDEAVERUELO", situada en el polígono 3 y parcela 60 del T.M. de Valdeaveruelo (Guadalajara).

Para ello se instalará un centro de seccionamiento 2L+P, una línea subterránea de media tensión y un centro de transformación tipo cliente con medida en media tensión.

Por lo tanto, se instalará un centro de seccionamiento en el cual hará entrada y salida la línea subterránea de media tensión existente que parte del apoyo existente nº 00289 de la línea LAMT 20 kV CABANILLAS DEL CAMPO DE LA E.T. GUADALAJARA propiedad de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., y discurre por la calle TR. DE LA CHOPERA.

Este centro de seccionamiento estará situado en la calle TR. DE LA CHOPERA y será de configuración 2L+P, con dos celdas de línea y otra de protección.

A su vez, se instalará una nueva línea subterránea de media tensión que interconexionará este centro de seccionamiento con el centro de transformación prefabricado tipo cliente de 100 kVA que finalmente dará suministro a la E.D.A.R. Valdeaveruelo (Guadalajara). La L.S.M.T. de conductor HEPRZ1-AI 12/20kV 3 x (1x150mm²), discurrirá tanto por las calles de la localidad de Valdeaveruelo TR. DE LA CHOPERA y PS. DE LA CHOPERA, como por Parcela 30833 (que linda con la calle Prado en zona urbana) el polígono 3 y parcelas 60 y 61 del término municipal de Valdeaveruelo (Guadalajara).

Los elementos de protección cumplirán las normas IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.

El centro de transformación prefabricado de 100 kVA tipo cliente contará de una celda de línea, una celda de medida de la energía eléctrica en media tensión y otra de protección de transformador.

Para la realización del presente proyecto se tendrá en cuenta las Condiciones Técnicas fijadas por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. y todos los materiales serán normalizados para las instalaciones de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

En la redacción del presente estudio básico de seguridad y salud se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a las instalaciones de M.T. contenidas en la reglamentación vigente.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Para la instalación descrita en el apartado 1º, se dan los supuestos siguientes:

- El presupuesto de ejecución por contrata, incluido en el proyecto, es inferior a 450.050 euros,
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no empleándose en momento alguno a más de 20 trabajadores simultáneamente,
- El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 días-hombre.

Por lo tanto, y en cumplimiento del R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, se elabora este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

3. OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra proyectada. A tal efecto, en apartados posteriores se identifican los posibles riesgos laborales así como las medidas técnicas necesarias a adoptar para evitar los mismos. En cualquier caso se especifican las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Como riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores destacan la caída de altura y los trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, detallándose asimismo las medidas preventivas y protecciones a cumplir para minimizar los mismos.

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

4.1. Normas oficiales

Son de obligado cumplimiento todas las Disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones, circulares y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, propias de la Industria eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual Promotor-Contratista según las actividades a realizar.

En particular:

- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, de 20 de Marzo),
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre),
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (Orden de 21 de Noviembre de 1959),
- Ordenanza de Trabajo de la Industria Eléctrica (Orden de 30 de Julio de 1970),
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de Marzo de 1971) Título II,
- Real Decreto 1995/1978 de 12 de Mayo, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social,

- Reales Decretos por los que se aprueban los Reglamentos sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2216 de 23 de Octubre de 1985 y R.D. 1078 de 2 de Julio de 1993),
- Normas sobre Señalización de Seguridad en los Centros y Locales de Trabajo (Real Decreto 1403/1986 de 9 de Mayo),
- Real Decreto 1495/1986 de 26 de Mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas,
- Orden de 16 de Diciembre de 1987, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación,
- Ley 8/1988 de 7 de Abril sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social,
- Real Decreto sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (R.D. 286/2006, de 27 de Octubre),
- Ley 11/1994 de 19 de Mayo por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores, y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social,
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción,
- Real Decreto 949/1997, de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales,
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares para los trabajadores,
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo,
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo,
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo,
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención,
- Orden de 27 de Junio de 1997, por la que se desarrolla el R.D. 39/1997, de 17 de Enero,
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual,
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de Noviembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias,
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151 de 28 de Noviembre de 1968),
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51 aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2/8/2002, y publicado en el B.O.E. nº 224 del 18/9/2002.
- Reglamento de Aparatos a Presión (Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril),
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 668/1980),
- Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (Orden 24732/84 de 31 de Octubre de 1984),
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos (Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias,

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre),
- Convenio Colectivo Sindical Interprovincial entre la Empresa Iberdrola y su Personal de Industria Eléctrica y Reglamento de Régimen Interior de la Empresa, en su parte específica de Medicina, Higiene y Seguridad en el Trabajo,
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de las presentes Normas.

4.2. Normas específicas

Dentro de estas Normas deben tenerse especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el trabajo de UNESA para la Industria eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- "Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas",
- "Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos",
- "Primeros auxilios",
- "Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta tensión y sus Desarrollos",
- "Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja tensión y sus Desarrollos".

Serán de obligado cumplimiento todas las Normas, Manuales Técnicos y Procedimientos de IBERDROLA S.A. referentes a las instalaciones y centros de trabajo y al desarrollo de los trabajos que se realicen en las mismas.

5. FORMACIÓN

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad a emplear.

Se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios al personal más cualificado, a fin de que todos los tajos dispongan de algún socorrista.



6. SALUD Y MEDICINA PREVENTIVA

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) BOTIQUÍN.-

Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.

b) ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.-

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, residencia de médicos, A.T.S., etc., donde deba trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.

c) RECONOCIMIENTO MÉDICO.-

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.

d) INSTALACIONES.-

Se dotará a la obra, si así se estima en el correspondiente Plan de Seguridad, de todas las instalaciones necesarias, tales como:

- Almacenes y talleres,
- Vestuarios y servicios,
- Comedor, o en su defecto, locales particulares para el mismo fin.

7. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Líneas subterráneas y Centros de Transformación

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos:

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Golpes • Heridas • Caídas de objetos • Atrapamientos • Sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento equipos • Utilización de EPI's • Adecuación de las cargas • Control de maniobras • Vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas al mismo nivel • Caídas a diferente nivel • Vuelco de maquinaria • Caídas de objetos • Desprendimientos • Golpes y heridas • Oculares, cuerpos extraños • Riesgos a terceros • Sobreesfuerzos • Atrapamientos • Enfermedades cutáneas • Quemaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Orden y limpieza • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys. • Utilización adecuada de las escaleras apropiadas. • Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas • Utilización de EPI's • Entibamiento • Utilización de EPI's • Utilización de EPI's • Vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones • Utilizar fajas de protección lumbar • Control de maniobras y vigilancia continuada • Selección del personal adecuado, información del mismo y desplazamiento del puesto en caso de aparición de lesiones • Utilización de EPI's • Controlar vertido de hormigón
3. Izado y acondicionado del cable en apoyo LA	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's

8. CONCLUSIÓN

Plan de seguridad y salud en el trabajo.

En aplicación del presente estudio básico de Seguridad, el contratista adjudicatario de la obra proyectada, en su día deberá elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien y desarrollen completamente las previsiones contenidas en este estudio de seguridad básico.

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 podrá implicar disminución de los niveles de seguridad previstos en este estudio básico de seguridad.

El plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la obra, o en su caso, por la dirección facultativa.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
4. Tendido, empalme y terminales de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Vuelco de maquinaria • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos • Riesgos a terceros • Quemaduras • Electrocución 	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys. • Utilización adecuada de las escaleras o andamios apropiados. • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar • Vigilancia continuada y señalización de riesgos • Utilización de EPI's • Comprobación de ausencia de tensión
5. Engrapado de soportes en galerías	<ul style="list-style-type: none"> • Caídas desde altura • Golpes y heridas • Atrapamientos • Caídas de objetos • Sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys • Utilización de EPI's • Control de maniobras y vigilancia continuada • Utilización de EPI's • Utilizar fajas de protección lumbar
6. Trabajos en zanjas	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos a terceros 	<ul style="list-style-type: none"> • Se señalizará y protegerá la zanja mediante vallas, cintas delimitadoras, etc., en toda su extensión. • Se colocarán los pasos con sus correspondientes vallas laterales en las zonas de tránsito peatonal. • Se señalizarán los accesos naturales de obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose los cerramientos necesarios. • Cuando así se requiera se colocarán las debidas señales de tráfico • Por la noche deberá señalizarse la zona de trabajo con luces rojas, con separación entre ellas menor de 10 m.

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete

PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1:
NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA
PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO
T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).**

PRESUPUESTO LSMT (INSTALACIONES)

DENOMINACIÓN	Ud	Cantidad	Manobra	Material	Totales
EMPALME 1 AISL.SECO 12/20KV RETRACTIL 150AL	UD	12,00	93,16	102,43	2.347,08
Tendido cable HEPR-Z1 12/20 KV 3(1x150)mm2 Al en Tubo	ML	863,00	7,69	12,66	17.562,05
3 TERMINAL I ENCH/ATOR-630A/24KV AISL/SECO TEA-2R/150AL	UD	4,00	121,58	236,64	1.432,88

**TOTAL
PRESUPUESTO LSMT (INSTALACIONES) 8.240,71 € 13.101,30 € 21.342,01 €**

PRESUPUESTO LSMT (OBRA CIVIL)

DENOMINACIÓN	Ud	Cantidad	Manobra	Material	Totales
CALA DE TIRO EN ACERA O JARDIN 0,5x1,0x0,8	UD	9,00	40,86	0,00	367,74
Cala de empalme en acera o jardín 0,9x1m MT y AT	UD	3,00	99,71	0,00	299,13
CANALIZACION ENTUBADA 2T 160 EN JARDIN (035 X 070)	M1	538,00	22,75	0,00	12.239,50
COLOCACION TAPON PARA TUBO HASTA 160	UD	20,00	1,08	0,00	21,60
SELLADO DE TUBO HASTA 160- CON ESPUMA POLIURETANO	UD	18,00	3,70	0,00	66,60
CANALIZACION ENTUBADA 2T 160 T EN ACERA (035 X 070)	M1	315,00	28,12	0,00	8.857,80
CANALIZACION ENTUBADA 3T 160 EN CALZADA (035X080)	M1	10,00	43,99	0,00	439,90
ROTURA PAVIMENTO EN ACERA C/RETIRADA TOTAL DE TIERRAS	M1	315,00	5,67	0,00	1.786,05
ROTURA PAVIMENTO EN CALZADA C/RETIRADA TOTAL TIERRAS	M1	10,00	10,55	0,00	105,50
PAVIMENTACION (S/ROT.-C/MAT.) BALDOSA HIDRAULICA	M2	252,00	18,27	0,00	4.604,04
PAVIMENTACION (S/ROT-C/MAT) ASFALTO FRIO CALZADA	M2	8,00	17,88	0,00	143,04

**TOTAL
PRESUPUESTO LSMT (OBRA CIVIL) 28.930,90 € 0,00 € 28.930,90 €**

**PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO
CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR
SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO
T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).**

PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO				
OBRA CIVIL				6.576,00 €
Ud. Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4480 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.	1	6.576,00 €	6.576,00 €	
APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN				13.118,00 €
Ud. Entrada / Salida 1: CGMcosmos L-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1	2.319,00 €	2.319,00 €	
Ud. Protección General: CGMcosmos P-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm •Mando (fusibles): manual tipo BR • Relé de protección: ekorRPT-201A Se incluyen el montaje y conexión.	1	4.485,00 €	4.485,00 €	
Ud. Medida: CGMcosmos M-24 Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria. Se incluyen el montaje y conexión.	1	5.713,00 €	5.713,00 €	
Ud. Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kVCables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK. En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK.	1	601,00 €	601,00 €	

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO				
TRANSFORMADORES				4.000,00 €
Ud. Transformador aceite 24 kV: Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 160 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.	1	4.000,00 €	4.000,00 €	
EQUIPO DE BAJA TENSIÓN				3.187,00 €
Ud. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: • Interruptor manual de corte en carga de 250 A. • Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas • Tensión nominal: 440 V • Aislamiento: 10 kV • Dimensiones: Alto: 730 mm. Ancho: 360 mm Fondo: 265 mm	1	525,00 €	525,00 €	
Ud. Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1 Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.	1	106,00 €	106,00 €	
Ud. Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	1	2.556,00 €	2.556,00 €	

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO				
EQUIPO DE BAJA TENSIÓN				3.187,00 €
Ud. Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor en carga + Fusibles Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características: • Interruptor manual de corte en carga de 250 A. • Salidas formadas por bases portafusibles de 400 A: 4 Salidas • Tensión nominal: 440 V • Aislamiento: 10 kV • Dimensiones: Alto: 730 mm. Ancho: 360 mm Fondo: 265 mm	1	525,00 €	525,00 €	
Ud. Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1 Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 1xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.	1	106,00 €	106,00 €	
Ud. Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	1	2.556,00 €	2.556,00 €	

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO				
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				2.630,00 €
Ud. Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro. Características: • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: cuatro • Longitud de picas: 2 metros • Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m	1	1.223,00 €	1.223,00 €	
Ud. Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: • Geometría: Picas alineadas • Profundidad: 0,5 m • Número de picas: dos • Longitud de picas: 2 metros • Distancia entre picas: 3 metros	1	601,00 €	601,00 €	
Ud. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1	403,00 €	403,00 €	
Ud. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	1	403,00 €	403,00 €	

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO				
VIARIOS				1.152,00 €
Defensa de Transformador 1: Protección física transformador. Protección metálica para defensa del transformador.	1	283,00 €	283,00 €	
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de: • Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. • Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.	1	389,00 €	389,00 €	
Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Banquillo aislante • Par de guantes de amianto • Extintor de eficacia 89B • Una palanca de accionamiento • Armario de primeros auxilios	1	480,00 €	480,00 €	
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				30.663,00 €

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE SECCIONAMIENTO

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE SECCIONAMIENTO				
OBRA CIVIL				3.890,00 €
Ud. Edificio de Seccionamiento: PF-15 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PF-15, de dimensiones generales aproximadas 1360 mm de largo por 1164 mm de fondo por 2050 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.	1	3.890,00 €	3.890,00 €	
APARAMENTA DE MEDIA TENSION				7.671,00 €
Ud. Entrada / Salida 1: CGMcosmos L-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1	2.319,00 €	2.319,00 €	
Ud. Entrada / Salida 2: CGMcosmos L-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.	1	2.319,00 €	2.319,00 €	
Ud. Seccionamiento Compañía: CGMcosmos P-24 Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características: • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1300 mm • Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.	1	3.033,00 €	3.033,00 €	

PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1: NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).

PRESUPUESTO CENTRO DE SECCIONAMIENTO

DENOMINACION	Cant.	P. Unitario	P.Total	Tot. Sub.
CENTRO DE SECCIONAMIENTO				
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				2.333,00 €
Ud. Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: Anillo rectangular Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexiónada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro. Características: • Geometría: Anillo rectangular • Profundidad: 0,8 m • Número de picas: ocho • Longitud de picas: 2 metros • Dimensiones del rectángulo: 7.0x4.0 m	1	1.930,00 €	1.930,00 €	
Ud. Tierras Interiores Prot Seccionamiento: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm2, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.	1	403,00 €	403,00 €	
VIARIOS				120,00 €
UD. Maniobra de Seccionamiento: Equipo de seguridad y maniobra Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por: • Par de guantes de amianto • Una palanca de accionamiento	1	120,00 €	120,00 €	
CENTRO DE SECCIONAMIENTO				14.014,00 €

**PRESUPUESTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE E.D.A.R. VALDEAVERUELO ANEJO 3.3.1.1:
NUEVO CENTRO DE SECCIONAMIENTO 2L+P, L.S.M.T. 20kV Y NUEVO C.T. CLIENTE 100 KVA
PARA DAR SUMINISTRO A E.D.A.R. VALDEAVERUELO
T.M. VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

	<u>TOTAL</u>
PRESUPUESTO LSMT (INSTALACIONES)	21.342,01 €
PRESUPUESTO LSMT (OBRA CIVIL)	28.930,90 €
PRESUPUESTO C. T.	30.663,00 €
PRESUPUESTO C. S.	14.014,00 €
TOTAL	94.949,91 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la cantidad de
Noventa y cuatro mil novecientos cuarenta y nueve euros con noventa y un céntimos.

Albacete, febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del COITI de Albacete



PLANOS

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

ANEJO 3.3.2: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

JOSÉ MANUEL GÓMEZ GÓMEZ

FEBRERO DE 2008

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

ANEJO 3.3.2: INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

DOCUMENTO 1:	MEMORIA
DOCUMENTO 2:	CÁLCULOS ELÉCTRICOS
DOCUMENTO 3:	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO 4:	PLANOS

ALBACETE, FEBRERO DE 2008

ÍNDICE

MEMORIA.	5
1. OBJETO.	5
2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS.	5
3. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	5
CÁLCULOS ELÉCTRICOS	8
4. CARGA PREVISTA EN LA ETAPA ACTUAL.	8
5. CÁLCULO DE CONDUCTORES.	8
5.1. CÁLCULO POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.	8
5.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	9
5.3. CABLES INSTALADOS AL AIRE.	9
5.4. CABLES ENTERRADOS.	9
5.5. INSTALACIONES RECEPTORAS.	9
6. CÁLCULO DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA. COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.	20
7. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.	20
8. CÁLCULOS DE ALUMBRADO.	21
8.1. ALUMBRADO EXTERIOR. CÁLCULO DE LA INTERDISTANCIA.	21
8.2. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.	21
PLIEGO DE CONDICIONES	23
PLANOS	

MEMORIA

MEMORIA.

1. OBJETO.

El presente estudio tiene por objeto la aportación de la documentación necesaria para definir totalmente los detalles constructivos y económicos, que permitan la construcción de la instalación eléctrica de la nueva Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de Valdeaveruelo. (Guadalajara).

Dicha E.D.A.R. estará equipada de un Centro de Transformación de 100 KVA, a construir en la misma parcela de la Depuradora para la alimentación de la instalación en Baja Tensión.

Así mismo, servirá para poder obtener, de los Organismos Oficiales correspondientes, las autorizaciones necesarias para su construcción y su posterior puesta en funcionamiento.

2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS.

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentación vigentes:

Baja Tensión

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- 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.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- Normalización Nacional. Normas UNE.

- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

3. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

Se instalará un cuadro de control de motores, el cual se encargará de gobernar a los distintos equipos instalados en la depuradora. Desde este cuadro partirán líneas en B.T. hacia los distintos Subcuadros instalados en distintas zonas de la Depuradora.

Para el control y la visualización de los nuevos equipos se instalará en el Edificio de Control un sinóptico para la visualización de todos los equipos de medición.

Así mismo se dotará al sistema de control de autómatas programables tipo PLC para controlar principalmente el caudal de agua, de fangos y de aire, entre otros.

Además de las líneas a motores, se instalarán líneas de alimentación a los equipos de medición que se instalen en las distintas zonas de la Planta Depuradora, siendo del tipo monofásica. Dichos equipos de medición serán igualmente interconectados con los autómatas y registradores mediante cables del tipo apantallado.

Para la alimentación de los receptores de alumbrado que se instalen en los distintos edificios, se instalarán circuitos en montaje superficial bajo tubo con grado de protección contra la proyección de agua, estando constituidos por conductores de cobre de 750 V. de tensión de aislamiento tipo "hilo de línea" de las secciones obtenidas en el Anejo de Cálculos Eléctricos. Además de las líneas de alumbrado, se instalarán otras para la alimentación de las bases de usos varios (monofásicas y trifásicas).

El alumbrado interior de los Edificios de la EDAR, se realizará mediante luminarias fluorescentes, que serán estancas en los Edificios de Pretratamiento, Deshidratación y en las zonas de aseos y de lamas en el Edificio de Control.

El circuito de alumbrado exterior, partirá desde el cuadro ubicado en el Edificio de Control siendo éste alimentado desde el cuadro de control de motores.

El diseño de iluminación de las distintas dependencias se ha realizado teniendo en cuenta los niveles de iluminación marcados en el Pliego.

Respecto al alumbrado exterior de la Planta Depuradora, éste se realizará mediante lámparas de descarga provistas de equipo reductor de flujo para el ahorro energético durante la noche. Dichos equipos se instalarán en luminarias de 250W. de VMCC, sobre columnas de 8 metros de altura. Para la alimentación de dichos puntos, se instalarán circuitos cuyo trazado transcurrirá por las canalizaciones eléctricas de la Planta. También se instalarán luminarias adosadas a la pared mediante brazos murales de 1 metro de longitud y equipadas con lámparas de 125W. de VMCC. Para la iluminación de las pasarelas de los reactores biológicos, se instalarán luminarias esféricas sobre columnas de 2,5 metros de altura y equipadas con lámparas de 125W de VMCC, como las anteriormente descritas.

La instalación eléctrica a realizar se ajustará a cuantas disposiciones dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y muy particularmente a la instrucción MIE BT 027, referente a locales mojados.

Para la toma de tierra de toda la instalación de baja tensión se dispondrá por cada cuadro de una configuración de picas de cobre de dos metros de longitud y 14 mm. de diámetro, convenientemente dispuestas e introducidas en el terreno de acuerdo a la resistividad del mismo a fin de obtener la resistencia mínima señalada en el Reglamento en vigor. Para el conexionado de estas picas con los cuadros de mando y protección se utilizará conductor de cobre de 35mm² de sección. Desde los cuadros de mando y protección de la misma sección que los conductores polares o de fase, haciéndose llegar dicho conductor de protección a todos los motores y bases instaladas.

Igualmente se dotará al alumbrado exterior de una toma de tierra individual por cada columna instalada, para conseguir que la resistencia de difusión de tierra de cualquier punto accesible de dicho alumbrado sea inferior a los 40 Ohmios reglamentados.

Para la puesta a tierra de las estructuras de los distintos elementos, se instalará una red de tierra general con conductor de cobre desnudo y picas en número suficiente.

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4. CARGA PREVISTA EN LA ETAPA ACTUAL.

La carga que se prevé va a alimentar los distintos cuadros instalados en la planta son las siguientes:

- Cuadro :

UNID.	DESCRIPCIÓN	POTENCIA(W)
1	Reja de gruesos	2208
3	Bombeo de agua bruta	17442
1	Pretratamiento compacto	8.000
2	Ventilador cabinas soplantes biológico	1472
1	Agitador tratamiento biológico	2690
1	Decantadores 2º	736
1	Bomba dosificación hipoclorito	198.72
1	Grupo de presión	4048
2	Bombeo recirculación	3820
1	Bombeo fango espesados	1600
1	Bombeo fango en exceso	1840
1	Bombeo vaciados	1324.8
1	Espesador gravedad	1178
1	Compresor servicios auxiliares	736

UNID.	DESCRIPCIÓN	POTENCIA(W)
2	Ventilador deshidratación	515.2
1	Soplantes tratamiento biológico	18400
1	Cuado edificio explotación	8396

5. CÁLCULO DE CONDUCTORES.

Las secciones de los conductores se han calculado por el método de la intensidad de corriente y por el método de la caída de tensión, seleccionando para cada caso el método más desfavorable.

5.1.CÁLCULO POR INTENSIDAD DE CORRIENTE.

La intensidad se ha obtenido de las fórmulas:

$$I_n = \frac{K \times P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$
, para líneas trifásicas.

$$I = \frac{P}{U}$$
, para líneas monofásicas.

donde,

- I: intensidad de corriente en amperios.
K: coeficiente de carga:
 K: 1,8 para lámparas de descarga
 K: 1,0 para las demás cargas
P: potencia activa en vatios.

U: tensión de servicio en voltios:

U: 380 V para líneas trifásicas

U: 220 V para líneas monofásicas

cosφ: 0,8

5.2. CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión se ha calculado por las fórmulas:

$$U = \frac{K \times P \times L}{C \times S \times U}, \text{ para líneas trifásicas.}$$

$$U = \frac{2 \times K \times P \times L}{C \times S \times U}, \text{ para líneas monofásicas.}$$

donde:

U: caída de tensión del tramo en voltios.

K: coeficiente por tipo de carga:

K=1,8 para lámparas de descarga

K=1,0 para las demás cargas

P: potencia activa transportada, en vatios

L: longitud de la línea en metros

C: conductividad del cobre: 56 Ω/m

S: sección del conductor de fase en mm²

U: tensión entre fases en voltios

U= 380 V para líneas trifásicas

U= 220 V para líneas monofásicas.

Como caída de tensión máxima admisible se ha tomado el 5% para fuerza, y el 3% para

alumbrado, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

5.3. CABLES INSTALADOS AL AIRE.

Para los cables instalados al aire, es decir, los que discurren por canales de fábrica o por bandejas, se ha aplicado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción MIE-BT-004, epígrafe 4, "Cables aislados no trenzados".

Para cables instalados bajo tubo, tanto si éste se instala al aire o empotrado, o en huecos de la construcción, etc., el factor de corrección será de 0,80.

5.4. CABLES ENTERRADOS.

Para los cables enterrados en zanja, se ha aplicado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción MIE-BT-007, "Redes subterráneas para distribución de energía eléctrica. Intensidades máximas admisibles".

Para un cable o terno instalado en un tubo directamente, el factor de corrección de la intensidad máxima admisible es 0,80.

5.5. INSTALACIONES RECEPTORAS.

También se ha tenido en cuenta la instrucción MIE-BT-017: "Instalaciones interiores o receptoras" en el caso de conductores canalizados bajo tubo de acero (Tabla I).

Así mismo, se ha cumplido lo que concierne a la Tabla V de la citada instrucción MIE-BT-017, referente a las secciones mínimas de los conductores de protección en función de los conductores de fase respectivos.

Como secciones mínimas de conductores se han adoptado las siguientes:

- Cables de alimentación a motores: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a Cuadros Locales: 6 mm²
- Cables de alimentación a tomas de corriente: 2,5 mm²
- Cables de alimentación a puntos de alumbrado: 1,5 mm²
- Cables de alimentación enterrados a alumbrado exterior: 6 mm²
- Cables de mando control: 1,5 mm²

A continuación se presentan los cálculos realizados para la instalación de baja tensión, en los que se detalla individualmente todas y cada una de las líneas de la misma:

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION EDAR VALDEAVERUELO.

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \phi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pcc} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pcc}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión obtenido de condiciones generales de c.c.

U: Tensión trifásica en V, obtenida de condiciones generales de proyecto.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión obtenido de condiciones generales de c.c.

U_F: Tensión monofásica en V, obtenida de condiciones generales de proyecto.

Z_t: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t: X₁ + X₂ + + X_n (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$R = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R: Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.

K: Conductividad del metal; K_{Cu} = 56; K_{Al} = 35.

S: Sección de la línea en mm².

X_u: Reactancia de la línea, en mohm, por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcc}: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.

C_c: Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad - Cu: 56, Al: 35

S: Sección del conductor (mm²)

Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,08.

n: nº de conductores por fase

Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión de condiciones generales de c.c.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0;
- Potencia a instalar: 83807.72 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034 y MIE BT 032):
18400x1.25+65407.72=88407.72 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=88407.72/1,732x380x0.8=167.91
Se eligen conductores Unipolares 3x50/25mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 184 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 110mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=40x88407.72/56x380x50=3.32 V.=0.87 %
e(total)=0.87% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 174 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire)
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0;
- Potencia a instalar: 27653 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
8000x1.25+19653=29653 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=29653/1,732x380x0.8=56.32 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 76 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=0.3x29653/56x380x10=0.04 V.=0.01 %
e(total)=0.89% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: REJA DE GRUESOS

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2208 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
2208x1.25=2760 W.

I=2760/1,732x380x0.8x1=5.24 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=35x2760/56x380x6x1=0.76 V.=0.2 %
e(total)=1.08% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO AGUA BRUTA

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (AL Aire)
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5814 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
5814x1.25=7268.75 W.

I=7268.75/1,732x380x0.8x1=13.81 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=1) 26 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=8x7268.75/56x380x2.5x1=1.09 V.=0.29 %
e(total)=1.17% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO AGUA BRUTA

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (AL Aire)
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5814 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
5814x1.25=7268.75 W.

I=7268.75/1,732x380x0.8x1=13.81 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=1) 26 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=8x7268.75/56x380x2.5x1=1.09 V.=0.29 %
e(total)=1.17% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO AGUA BRUTA

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (AL Aire)
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5814 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
5814x1.25=7268.75 W.

I=7268.75/1,732x380x0.8x1=13.81 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=1) 26 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=8x7268.75/56x380x2.5x1=1.09 V.=0.29 %
e(total)=1.17% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: PRETRATAMIENTO COMPACTO

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8.000 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):

8.000x1.25=10000 W.

I=10000/1,732x380x0.8x1=18.99 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=35x10000/56x380x6x1=2.74 V.=0.72 %
e(total)=1.60% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire)
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 9144.72 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
4048x1.25+5096.72=10156.72 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=10156.72/1,732x380x0.8=19.29 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 36.8 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=0.3x10156.72/56x380x6=0.02 V.=0.01 %
e(total)=0.88% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: VENTILADOR CABINAS SOPLANTES BIOLÓGICO

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 736 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
736x1.25=920 W.

I=920/1,732x380x0.8x1=1.75 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V

D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:

$e(\text{parcial}) = 10 \times 920 / 56 \times 380 \times 2.5 \times 1 = 0.17 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS}(5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: VENTILADOR CABINAS SOPLANTES BIOLÓGICO

- Tensión de servicio: 380 V.

- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)

- Longitud: 10 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 736 W.

- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):

$736 \times 1.25 = 920 \text{ W.}$

$I = 920 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 1.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Designación U.N.E. RV 0,6/1KV

I.ad. a 40°C ($F_c T = 0.8$) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V

D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:

$e(\text{parcial}) = 10 \times 920 / 56 \times 380 \times 2.5 \times 1 = 0.17 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS}(5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: AGITADOR TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

- Tensión de servicio: 380 V.

- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)

- Longitud: 65 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2690 W.

- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):

$2690 \times 1.25 = 3362.5 \text{ W.}$

$I = 3362.5 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 6.39 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Designación U.N.E. RV 0,6/1KV

I.ad. a 25°C ($F_c T = 0.8$) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I

D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:

$e(\text{parcial}) = 65 \times 3362.5 / 56 \times 380 \times 6 \times 1 = 1.71 \text{ V.} = 0.45 \%$

$e(\text{total}) = 1.33\% \text{ ADMIS}(5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: DECANTADORES 2º

- Tensión de servicio: 380 V.

- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)

- Longitud: 65 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 736 W.

- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):

$736 \times 1.25 = 920 \text{ W.}$

$I = 920 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 1.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Designación U.N.E. RV 0,6/1KV

I.ad. a 25°C ($F_c T = 0.8$) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I

D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:

$e(\text{parcial}) = 65 \times 920 / 56 \times 380 \times 6 \times 1 = 0.47 \text{ V.} = 0.12 \%$

$e(\text{total}) = 1.00\% \text{ ADMIS}(5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBA DOSIFICADORA HIPOCLORITO

- Tensión de servicio: 380 V.

- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)

- Longitud: 10 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 198.72 W.

- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):

$198.72 \times 1.25 = 248.4 \text{ W.}$

$I = 248.4 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 0.47 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Designación U.N.E. RV 0,6/1KV

I.ad. a 40°C ($F_c T = 0.8$) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V

D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:

$e(\text{parcial}) = 10 \times 248.4 / 56 \times 380 \times 2.5 \times 1 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS}(5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: GRUPO PRESIÓN

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4048 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
4048x1.25=5060 W.

I=5060/1,732x380x0.8x1=9.61 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=10x5060/56x380x2.5x1=0.95 V.=0.25 %
e(total)=1.13% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire)
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0;
- Potencia a instalar: 11014 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
1840x1.25+9174=11474 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=11474/1,732x380x0.8=21.79 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 36.8 A. según MIE BT 004 TABLA V

Caída de tensión:
e(parcial)=0.3x11474/56x380x6=0.02 V.=0.01 %
e(total)=0.88% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: BOMBEO RECIRCULACIÓN.

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)

- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1910 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
1910x1.25=2387.5 W.

I=2387.5/1,732x380x0.8x1=4.53 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=65x2387.5/56x380x6x1=1.26 V.=0.32 %
e(total)=1.20% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO RECIRCULACIÓN.

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1910 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
1910x1.25=2387.5 W.

I=2387.5/1,732x380x0.8x1=4.53 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=65x2387.5/56x380x6x1=1.26 V.=0.32 %
e(total)=1.20% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO VACIADOS

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1324.8 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
1324.8x1.25=1656 W.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. DE 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

$I=1656/1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 3.15$ A.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C ($F_c T = 0.8$) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
 $e(\text{parcial}) = 65 \times 1656 / 56 \times 380 \times 6 \times 1 = 0.84$ V. = 0.22 %
 $e(\text{total}) = 1.10\%$ ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO FANGO EXCESO

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 65 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\square/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1840 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
 $1840 \times 1.25 = 2300$ W.

$I=2300 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 4.37$ A.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C ($F_c T = 0.8$) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
 $e(\text{parcial}) = 65 \times 2300 / 56 \times 380 \times 6 \times 1 = 1.17$ V. = 0.31 %
 $e(\text{total}) = 1.19\%$ ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: ESPESADOR GRAVEDAD

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 25 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\square/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1178 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
 $1178 \times 1.25 = 1472.5$ W.

$I=1472.5 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 2.80$ A.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C ($F_c T = 0.8$) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
 $e(\text{parcial}) = 25 \times 1472.5 / 56 \times 380 \times 6 \times 1 = 0.29$ V. = 0.08 %
 $e(\text{total}) = 0.96\%$ ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: BOMBEO FANGO ESPESADOS

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 15 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\square/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
 $1600 \times 1.25 = 2000$ W.

$I=2000 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 3.80$ A.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C ($F_c T = 0.8$) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
 $e(\text{parcial}) = 15 \times 2000 / 56 \times 380 \times 2.5 \times 1 = 0.56$ V. = 0.15 %
 $e(\text{total}) = 1.03\%$ ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: COMPRESOR SERVICIOS AUXILIARES

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 25 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\square/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 736 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
 $736 \times 1.25 = 920$ W.

$I=920 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 1.75$ A.
Se eligen conductores Unipolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C ($F_c T = 0.8$) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
 $e(\text{parcial}) = 25 \times 920 / 56 \times 380 \times 2.5 \times 1 = 0.43$ V. = 0.11 %
 $e(\text{total}) = 1.00\%$ ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: VENTILADOR DESHIDRATACIÓN

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 257.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
257.6x1.25=322 W.

I=322/1,732x380x0.8x1=0.61 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=15x322/56x380x2.5x1=0.09 V.=0.02 %
e(total)=0.91% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: VENTILADOR DESHIDRATACIÓN

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 257.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
257.6x1.25=322 W.

I=322/1,732x380x0.8x1=0.61 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=15x322/56x380x2.5x1=0.09 V.=0.02 %
e(total)=0.91% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 15 A.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Cálculo de la Línea: SOPLANTES TRATAMIENTO BIOLÓGICO

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 18400 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
18400x1.25=23000 W.

I=23000/1,732x380x0.8x1=43.68 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x6+TTx6mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 57.6 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=10x23000/56x380x6x1=1.8 V.=0.47 %
e(total)=1.35% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 47 A.
Contactores Tripolares In: 30 A.
Relé térmico, Reg: 24÷30 A.

Cálculo de la Línea: BOMBA DRENAJE

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Aire Bajo Tubo)
- Longitud: 60m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m \square /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 9200 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 034):
9200x1.25=11500 W.

I=11500/1,732x380x0.8x1=21.84 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 40°C (FcT=0.8) 20.8 A. según MIE BT 004 TABLA V
D. tubo: 48mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=60x11500/56x380x2.5x1=12.97 V.=3.41 %
e(total)=4.29% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Mag. Tripolar Int. 25 A.
Contactores Tripolares In: 16 A.
Relé térmico, Reg: 10.4÷13 A.

Cálculo de la Línea: EDIFICIO EXPLOTACIÓN

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 8396 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 032):
12232.8 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=12232.8/1,732x380x0.8=23.23 A.
Se eligen conductores Unipolares 3x25/16mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 128 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 80mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=100x12232.8/56x380x25=2.3 V.=0.61 %
e(total)=1.48% ADMIS(3% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. EDIFICIO EXPLOTACIÓN

DEMANDA DE POTENCIAS

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alumbrado Interior	1396 W
Alumbrado Exterior	3500 W
Tomas Corriente I	3500 W
TOTAL....	8396 W

Cálculo de la Línea: Alumbrado Interior

- Tensión de servicio: 220 V.
- Nivel de aislamiento: 750 V. (Al Aire)
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1396 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 032):
1296x1.8+100=2432.8 W.

I=2432.8/220x1=11.06 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x4mm²Cu
I.ad. a 40°C (FcT=1) 28 A. según MIE BT 017 TABLA I

Caída de tensión:

e(parcial)=2x30x2432.8/56x220x4=2.96 V.=1.35 %
e(total)=2.83% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 15 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Exterior

- Tensión de servicio: 380 V.
- Nivel de aislamiento: 1000 V. (Ent. Bajo Tubo)
- Longitud: 125 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: (Según MIE BT 032):
3500x1.8=6300 W.

I=6300/1,732x380x1=9.57 A.
Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu
Designación U.N.E. RV 0,6/1KV
I.ad. a 25°C (FcT=0.8) 76.8 A. según MIE BT 007 TABLA I
D. tubo: 60mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=125x6300/56x380x10=3.7 V.=0.97 %
e(total)=2.45% ADMIS(3% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Tomas Corriente I

- Tensión de servicio: 220 V.
- Nivel de aislamiento: 750 V. (Bajo Tubo)
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.

I=3500/220x0.8=19.89 A.
Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
I.ad. a 40°C (FcT=1) 23 A. según MIE BT 017 TABLA I
D.i. tubo: 16mm.

Caída de tensión:
e(parcial)=2x30x3500/56x220x4=4.26 V.=1.94 %
e(total)=3.42% ADMIS(5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T. Total (%)
DERIVACION IND.	88407,7	40	3x50/25 Cu	167,91	184,00	0,87	0,87
	29653	0,3	4x10 Cu	56,32	76,00	0,01	0,89
REJA DE GRUESOS	2760	35	3x6+TTx6 Cu	5,24	57,6	0,20	1,08
BOMBEO AGUA BRUTA	7268,75	8	3x2.5+TTx2.5 Cu	13,81	26,00	0,29	1,17
BOMBEO AGUA BRUTA	7268,75	8	3x2.5+TTx2.5 Cu	13,81	26,00	0,29	1,17
BOMBEO AGUA BRUTA	7268,75	8	3x2.5+TTx2.5 Cu	13,81	26,00	0,29	1,17
PRETRATAMIENTO COM.	10000	35	3x6+TTx6 Cu	18,99	57,6	0,72	1,61
	10156,7	0,3	4x6 Cu	19,29	36,8	0,01	0,88
VENT.CABINAS S.BIO	920	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	1,75	20,8	0,05	0,93
VENT.CABINAS S.BIO	920	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	1,75	20,8	0,05	0,93
AGITADOR TRAT.BIO.	3362,5	65	3x6+TTx6 Cu	6,39	57,6	0,45	1,33
DECANTADORES 2º	920	65	3x6+TTx6 Cu	1,75	57,6	0,12	1,00
BOMBA DOSIF.HIPOCL	248,4	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	0,47	20,8	0,01	0,89
GRUPO PRESIÓN	5060	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	9,61	20,8	0,25	1,13
	11474	0,3	4x6 Cu	21,79	36,8	0,01	0,88
BOMBEO RECIRCULAC.	2387,5	65	3x6+TTx6 Cu	4,53	57,6	0,32	1,20
BOMBEO RECIRCULAC.	2387,5	65	3x6+TTx6 Cu	4,53	57,6	0,32	1,20
BOMBEO VACIADOS	1656	65	3x6+TTx6 Cu	3,15	57,6	0,22	1,10
BOMBEO FANGO EXCES	2300	65	3x6+TTx6 Cu	4,37	57,6	0,31	1,19
ESPESADOR GRAVEDAD	1472,5	25	3x6+TTx6 Cu	2,80	57,6	0,08	0,96
BOMBEO FANGO ESPES	2000	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	3,80	20,8	0,15	1,03
COMPRESOR SERVICIO	920	25	3x2.5+TTx2.5 Cu	1,75	20,8	0,11	1,00
VENTILADOR DESHIDR	322	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	0,61	20,8	0,02	0,91
VENTILADOR DESHIDR	322	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	0,61	20,8	0,02	0,91
SOPLANTES TRAT.BIO	23000	10	3x6+TTx6 Cu	43.68 25.22	57,6	0,47	1,35
BOMBA DRENAJE	11500	60	3x2.5+TTx2.5 Cu	21.84 12.61	20,8	3,41	4,29
EDF.EXPL	12232,8	100	3x25/16 Cu	23.23	128,00	0,61	1,48

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcic} c (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	40	3x50/25 Cu	3.04	4.5	1153.46	18.83			250;B
	0.3	4x10 Cu	2.3	3	1138.74				63
REJA DE GRUESOS	35	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	400.55	4.59			15;B,C,D
BOMBEO AGUA BRUTA	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
BOMBEO AGUA BRUTA	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
BOMBEO AGUA BRUTA	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
PRETRATAMIENTO COM.	35	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	400.55	4.59			15;B,C,D
	0.3	4x6 Cu	2.3	3	1138.74				20
VENT.CABINAS S.BIO	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
VENT.CABINAS S.BIO	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
AGITADOR TRAT.BIO.	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
DECANTADORES 2º	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
BOMBA DOSIF.HIPOCL	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
GRUPO PRESIÓN	10	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	510.51	0.49			15;B,C,D
	0.3	4x6 Cu	2.3	3	1138.74				20
BOMBEO RECIRCULAC.	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
BOMBEO RECIRCULAC.	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
BOMBEO VACIADOS	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
BOMBEO FANGO EXCES	65	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	250.53	11.73			15;B,C
ESPESADOR GRAVEDAD	25	3x6+TTx6 Cu	2.27	3	498.2	2.97			15;B,C,D
BOMBEO FANGO ESPES	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	392.79	0.83			15;B,C,D
COMPRESOR SERVICIO	25	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	267.31	1.79			15;B,C
VENTILADOR DESHIDR	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	392.79	0.83			15;B,C,D
VENTILADOR DESHIDR	15	3x2.5+TTx2.5 Cu	2.27	3	392.79	0.83			15;B,C,D
SOPLANTES TRAT.BIO	10	3x6+TTx6 Cu	2.3	3	777.73	1.22			47;B,C
BOMBA DRENAJE	60	3x2.5+TTx2.5 Cu	2,3	3	219,65	2,65			25;B,C
EDF.EXPL	100	3x25/16 Cu	2.3	3	514.32	48.31			25;B,C,D

Subcuadro EDF.EXPL

Denominación	P.Cálculo C.T.Total (W) (m)		Dist.Cálc (mm²)	Sección (A)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (%)	C.T.Parc. (%)
Alumbrado Interior	2432.8	30	2x4 Cu	11.06	28	1.35	2.83
Alumbrado Exterior	6300	125	4x10 Cu	9.57	76.8	0.97	2.45
Tomas Corriente I	3500	30	2x4+TTx4 Cu	19.89	23	1.94	3.42

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Alumbrado Interior	30	2x4 Cu	1.03	3	239.39	3.69			15;B,C
Alumbrado Exterior	125	4x10 Cu	1.03	3	175.81	66.16			10;B,C
Tomas Corriente I	30	2x4+TTx4 Cu	1.03	3	239.39	3.69			20;B,C

6. CÁLCULO DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA. COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.

La compensación de energía reactiva, es innecesaria realizarla, ya que la potencia de la planta no supera las 100 KVA, que marca el reglamento

7. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

La red de tierras de la Planta se ha proyectado en base a los siguientes elementos:

- 10 picas de acero cobrizado de 2,00 metros de longitud.
- 50 metros lineales de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Sensibilidad de los interruptores de protección diferencial de la instalación de fuerza 300 mA.

Para el proyecto de la red de tierras se ha considerado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción MIE-BT-039, "Puesta a Tierras" y, para los cálculos, "Resistencia de tierra", en el que se dan, en las Tablas I, II y III los valores medios de la resistividad del terreno y de la resistencia de la tierra para diversos electrodos.

Aplicando la información obtenida en las anteriores tablas tenemos:

- Resistencia de las picas:

$$R_1 = \frac{\rho}{16 \times L_1} = \frac{300}{16 \times 2} = 9,375 \Omega$$

- Resistencia del cable:

$$R_2 = \frac{2 \times \rho}{L_2} = \frac{2 \times 300}{240} = 2,5 \Omega$$

La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo es:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}, \text{ por tanto tenemos:}$$

$$R_{eq} = \frac{9,375 \times 2,5}{9,375 + 2,5} = 1,974 \Omega$$

La tensión a la que estarán sometidas las masas metálicas en casos de defecto será:

$$U = I_s \times R_{eq}$$

donde,

U: Tensión en voltios.

I_s: Intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencia, en amperios.

R_{eq}: Resistencia equivalente de la red de tierras, en Ohmios.

Aplicando:

$$U = 0,3 \text{ A} \times 1,974 \Omega = 0,59 \text{ V.}$$

Como podemos observar, esta tensión es perfectamente admisible y no constituye peligro alguno para las personas.

8. CÁLCULOS DE ALUMBRADO.

8.1. ALUMBRADO EXTERIOR. CÁLCULO DE LA INTERDISTANCIA.

A partir de las dimensiones del vial, de la disposición y dimensiones de los báculos y del tipo de luminarias y lámparas proyectadas, se calcula en primer lugar la utilancia o factor de utilización del punto de luz.

El factor de utilización se obtiene de las curvas de coeficientes de utilización en función de los parámetros α y β que se definen por:

$$\alpha = \frac{B_1}{H} \longrightarrow \text{calzada}$$

$$\beta = \frac{d}{H} \longrightarrow \text{acera}$$

donde:

B₁: B-d

B: anchura de la calzada en metros.

d: saliente del báculo sobre la calzada en metros.

En las curvas citadas se obtienen K₁ y K₂, en función de α y β respectivamente, siendo la utilancia: U=K₁+ K₂

La interdistancia se obtiene de la fórmula:

$$E = \frac{F \times F_k \times U}{L \times B}, \text{ donde:}$$

E: nivel de iluminación medio de lux

F: flujo luminoso útil de la lámpara en volúmenes

F_k: factor de depreciación

U: factor de utilización

B: anchura de la calzada en metros

L: interdistancia entre luminarias en metros

Finalmente, despejando obtenemos la expresión de la interdistancia:

$$L = \frac{F \times F_k \times U}{E \times B}$$

8.2. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR.

Los cálculos de la iluminación interior de los edificios y locales se han realizado de la siguiente forma:

A partir de las dimensiones del local y de la forma de montaje de las luminarias, se obtiene en primer lugar el índice del local por la fórmula:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}, \text{ donde:}$$

K: índice del local

a: longitud

b: anchura

h: altura útil de la luminaria (distancia de la iluminaria al plano de trabajo)

En función del índice del local, factores de reflexión en techo, paredes y suelo, tipo de luminaria y factor de depreciación, se obtiene el rendimiento lumínico en el local, que se toma de las curvas o tablas de fabricantes de luminarias.

A continuación se calcula el flujo luminoso necesario por la fórmula:

$$\phi = \frac{E_m \times S}{V \times \Re}, \text{ donde:}$$

ϕ : flujo luminoso necesario en lúmenes

E_m: nivel de iluminación proyectado en lux

S: superficie del local en metros cuadrados

V: factor de depreciación de la luminaria

\Re : rendimiento lumínico



Después se obtiene el número de lámparas necesarias, dividiendo el flujo necesario (ϕ) por el flujo de la luminaria (ϕ_1).

Por último se calcula el nivel de iluminación resultante en lux (emr), de acuerdo con el número de luminarias realmente proyectadas

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1 Condiciones Facultativas.

1.1 TECNICO 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 Constructor o Instalador.
- 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 Constructor o Instalador, impartiendo, 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.

1.2 CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- 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.

1.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

1.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

1.5 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador 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.

1.6 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.7 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 Constructor o Instalador 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.

1.8 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas 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.

1.9 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.

1.10 CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor 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 Constructor o Instalador 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.

1.11 REPLANTEO.

El Constructor o Instalador 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 Constructor 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.

1.12 COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.13 ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.14 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.

1.15 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 Constructor o Instalador 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.

1.16 PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas 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.

1.17 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.

1.18 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

1.19 OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.20 TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor 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.

1.21 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 Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

1.22 DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.23 MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, 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 particulares vigente en la obra.

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

1.24 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.

1.25 LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador 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.

1.26 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.

1.27 PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

1.28 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

1.29 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

1.30 PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

1.31 DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

2 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

2.1 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.

2.2 CANALIZACIONES ELECTRICAS.

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, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

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.

2.2.1 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).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie. (Emplazamientos no peligrosos)

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:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 ≥ 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua verticalmente de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	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

Tubos en canalizaciones fijas en superficie. (Emplazamientos peligrosos)

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	4	Fuerte
- 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 ≥ 1 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 y compuestos	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

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.

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:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 y compuestos	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

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90 °C (+60°C canal.precabl.)
- 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 y compuestos	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
- 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

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- 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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
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 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Características</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / 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 $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
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.

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 conforme a UNE-EN
- 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.

2.2.2 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.

2.2.3 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.

2.2.4 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).

2.2.5 CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

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 aquella en partes bajas del hueco, etc.

2.2.6 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:

Características		Grado
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	$\leq 16 \text{ mm}$	$> 16 \text{ mm}$
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	Aislante	Continuidad eléctrica / aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua		No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

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.

2.2.7 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 mm² 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.

2.2.8 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 tortillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.2.9 NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

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.

2.2.10 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 envoltentes, 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.

2.3 CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

2.3.1 MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre.
 - o Formación: unipolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - o Tensión de prueba: 2.500 V.
 - o Instalación: bajo tubo.
 - o Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - o Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - o Tensión de prueba: 4.000 V.
 - o Instalación: al aire o en bandeja.
 - o 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 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

2.3.2 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.

2.3.3 IDENTIFICACION 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.

2.3.4 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (MΩ)</u>
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50

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.

2.4 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 media 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 contratueras 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 construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

2.5 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 torma 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.

2.6 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

2.6.1 CUADROS ELECTRICOS.

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 bornas 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.

2.6.2 INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

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 tensión 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.

2.6.3 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.

2.6.4 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.

2.6.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

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

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

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 IP XXD.

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.

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:

$$R_a \times I_a \leq U$$

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).

2.6.6 SECCIONADORES.

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

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

2.6.7 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.

2.6.8 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, impresas 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.

2.7 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 deben 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 voltiamperios 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 (p.e. 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.

2.8 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 ranurado 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 "deratarse" 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 superiores a 1,5 megahomios. 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 escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia dle 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.

2.9 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 solicitudes 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.

2.9.1 UNIONES A TIERRA.

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.

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.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1.	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² 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.

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.

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:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
Sf ≤ 16	Sf
16 < Sf ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

2.10 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparamenta 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.

2.11 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.

2.12 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.

2.13 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.

2.14 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.

2.15 CRITERIOS DE MEDICION.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los 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.

3 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones de protección contraincendios.

3.1 Condiciones y características técnicas de las tuberías

3.1.1 GENERALIDADES.

Las tuberías se identifican por la clase de material, el tipo de unión, el diámetro nominal DN (en mm o pulgadas), el diámetro interior (en mm) y la presión nominal de trabajo PN (en bar), de la que depende el espesor del material.

Las tuberías llevarán marcadas de forma indeleble y a distancias convenientes el nombre del fabricante, así como la norma según la cual están fabricadas.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos.

En su manipulación se evitarán roces, rodaduras, y arrastre que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, lubricantes, líquidos limpiadores, adhesivos, etc, se guardarán en locales cerrados.



3.1.2 MATERIALES Y APLICACIONES.

La calidad de los distintos materiales para tuberías y accesorios queda definida por las normas que se indican a continuación y que deben considerarse como parte integrante de este PCT.

3.1.2.1 acero sin recubrimiento.

Las normas UNE aplicables para tuberías de acero sin recubrimiento y sus accesorios son las siguientes:

- 19.001 (52). Tuberías. Cuadro sinóptico.
- 19.002 (52). Tuberías. Escalonamiento de presiones. Presión nominal. Presión de trabajo. Presión de prueba.
- 19.003 (52). Tuberías. Diámetros nominales de paso.
- 19.009 (84). Rosca para tubos en uniones con estanquidad en las juntas. Medidas y tolerancias.
- 19.010 (52). Tubos. Cuadro sinóptico.
- 19.011 (86). Tubos lisos de acero, soldados o sin soldadura. Tablas generales de medidas y masas por metro lineal.
- 19.040 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie normal.
- 19.041 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medida y masas. Serie reforzada.
- 19.042 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie ligera.
- 19.043 (75). Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie extraligera.
- 19.044 (73). Tubos para calderas. Diámetros, tolerancias y masas por metro.
- 19.045 (75). Tubos soldados roscables. Características.
- 19.046 (75). Tubos sin soldadura roscables. Características.
- 19.049 (84). Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- 19.050 (75). Tubos soldados con extremos lisos, de uso general, de acero no aleado, destinados a la conducción. Características. Tubos sin prescripciones de calidad.
- 19.051 (85). Tubos de acero soldados, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.
- 19.052 (85). Tubos de acero sin soldadura, no galvanizados, para instalaciones interiores de agua.

Albacete, Febrero de 2008
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: José Manuel Gómez Gómez
Colegiado nº 514 del C.O.I.T.I. de Albacete

PLANOS



ÍNDICE

MEMORIA DE CÁLCULO

1. Justificación de la solución adoptada
 - 1.1. Estructura
 - 1.2. Cimentación
 - 1.3. Método de cálculo
 - 1.4. Cálculos por Ordenador
2. Características de los materiales a utilizar
 - 2.1. Hormigón armado
 - 2.1.1. Hormigones
 - 2.1.2. Acero en barras
 - 2.1.3. Acero en Mallazos
 - 2.1.4. Ejecución
 - 2.2. Asientos admisibles y límites de deformación

ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

3. Acciones Gravitatorias
 - 3.1. Cargas superficiales
 - 3.1.1. Peso propio del forjado
 - 3.1.2. Cargas Muertas
 - 3.1.4. Sobrecarga de uso
 - 3.1.5. Sobrecarga de nieve
4. Acciones del viento
5. Acciones térmicas y reológicas
6. Acciones sísmicas
7. Combinaciones de acciones consideradas
 - 7.1. Hormigón Armado
8. Listados de Ordenador

MEMORIA DE CÁLCULO

Estructura

La estructura se resuelve por losa apoyada (cimentación), losa maciza de hormigón armado (losa superior) y muros perimetrales de contención.

Cimentación

Se utiliza losa apoyada de hormigón armado arriostradas en las dos direcciones.
La tensión de cálculo considerada ha sido de 0,2 N/mm².

Método de cálculo

Para la obtención de las solicitaciones se han considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.
El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.
En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia y anclaje.
En los estados límites de utilización, se comprueban: deformaciones (flechas).
Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la norma.
La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir, admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.
Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas y viguetas) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.
Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

Cálculos por Ordenador

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.
Cypecad, versión 2008.1.a.
Nº Licencia: 40536
Prontuario informático de la EHE.

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

Hormigón armado

Hormigones

	Elementos de Hormigón Armado				
	Toda la obra	Cimentación	Soportes	Forjados	Otros
Resistencia Característica a los 28 días: f _{ck} (N/mm ²)	30	30	30	30	30
Tamaño máximo del árido (mm)	-	30/40	20/30	15/20	15/20
Tipo de ambiente (agresividad)	-	Ila	I	I	Ila
Consistencia del hormigón	Blanda	Blanda	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado	Vibrado	Vibrado	Vibrado
Nivel de Control Previsto	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Coeficiente de Minoración	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Resistencia de cálculo del hormigón: f _{cd} (N/mm ²)	16.66	16.66	16.66	16.66	16.66

Acero en barras

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500 S	-	-	-	-
Límite Elástico (N/mm ²)	500	-	-	-	-
Nivel de Control Previsto	Normal	-	-	-	-
Coeficiente de Minoración	1.15	-	-	-	-
Resistencia de cálculo del acero (barras): f _{yd} (N/mm ²)	434.78	-	-	-	-

Acero en Mallazos

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500 T	-	-	-	-
Límite Elástico (N/mm ²)	500	-	-	-	-

Ejecución

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
A. Nivel de Control previsto	Normal	-	-	-	-
B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables Permanentes/Variables	1.5/1.6	-	-	-	-

Ensayos a realizar

Hormigón Armado. De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizaran los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

Asientos admisibles y límites de deformación

Asientos admisibles de la cimentación. Se adopta como tensión máxima a transmitir al estrato de apoyo, de acuerdo con el Estudio Geotécnico, un valor de $\sigma_{adm} \leq 2.0 \text{ kp/cm}^2$ para limitar los asientos de la edificación y reducirlos a valores admisibles.

Límites de deformación de la estructura. El cálculo de deformaciones es un cálculo de estados límites de utilización con las cargas de servicio, es decir, coeficiente de mayoración de acciones igual a 1, y de minoración de resistencias igual a 1.

Hormigón armado. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

En los elementos de hormigón armado se establecen los siguientes límites:

Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado y Acero		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
VIGAS Y LOSAS Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/400$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: 1 cm
FORJADOS Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$		

Flechas totales máximas relativas para elementos de Hormigón Armado y Acero		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
VIGAS, LOSAS Y FORJADOS Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$

ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

Cargas superficiales

Peso propio del forjado

Se han dispuesto los siguientes tipos de forjados:

Losa armada. La geometría básica a utilizar, así como su peso propio será:

Forjado	Tipo	Canto Total (cm)	P. Propio (KN/m²)
Cubierta	20	20	5.00
Muros	40	40	Según geometría
Losa	40	40	10.00

Zonas macizadas. El peso propio de las zonas macizas se obtiene como el producto de su canto en metros por 2500 kg/m^3 .

cargas muertas

Planta	Zona	Carga en KN/m²
Cubierta	Toda	3.5
Muros	Toda	Carga empuje de tierras(ver listados)
Losa	Toda	Carga agua acumulada(ver listados)

Sobrecarga de uso

Planta	Zona	Carga en KN/m²
Cubierta	Toda	1

Sobrecarga de nieve

Planta	Zona	Carga en KN/m²
Cubierta	Incluida en sobrecarga de uso	-

Según CTE-SE-AE, apartado 3.3. (no procede)

De acuerdo con CTE-SE-AE, apartado 3.4 “Acciones Térmicas”, debido a las dimensiones totales del edificio no es necesaria la consideración de acciones debidas a efectos térmicos y/o reológicos.

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, por el uso y la situación del edificio, en la provincia de Guadalajara, NO es preceptiva la consideración de acciones sísmicas.

Hipótesis y combinaciones. De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE**

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

▪ **Situaciones no sísmicas**

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

▪ **Situaciones sísmicas**

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

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30

Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE**

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

▪ **Situaciones no sísmicas**

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

▪ **Situaciones sísmicas**

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

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con

el 0 % de los de la otra.

8. listados de ordenador

Versión: 2008.1
Número de licencia: 40536
1. Datos generales de la estructura

Proyecto: 11

Clave: nuevo

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Forjado 2	2	Forjado 2	1.80	3.30
1	Forjado 1	1	Forjado 1	1.50	1.50
0	Cimentación				0.00

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro					
Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Dimensiones Izquierda+ Derecha= Total
			Inicial	Final	
M1	Muro de hormigón armado	0-2	(0.15, -0.15)	(0.15, 6.25)	2 1 0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-2	(0.05, 0.15)	(3.55, 0.15)	2 1 0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-2	(2.95, 0.01)	(2.95, 3.60)	2 1 0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M5	Muro de hormigón armado	1-2	(1.65, 3.04)	(1.65, 6.55)	2 0.15+0.15=0.3
M6	Muro de hormigón armado	1-2	(0.10, 6.25)	(1.65, 6.25)	2 0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	1-2	(0.15, 2.95)	(0.15, 6.25)	2 0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-2	(1.65, 2.95)	(2.95, 2.95)	2 1 0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M8	Muro de hormigón armado	0-1	(0.15, 2.95)	(1.65, 2.95)	1 0.15+0.15=0.3

Empujes y zapata del muro		
Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.00 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3

M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.30 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.30 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.00 der.:0.30 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M6	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.00 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M7	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.00 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.00 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3
M8	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Viga de cimentación: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.30 der.:0.00 canto:0.30 Tensión admisible: 20.00 Tn/m2 Módulo de balasto: 5000.00 Tn/m3

4. Losas y elementos de cimentación

Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo balasto (Tn/m3)	Tensión admisible (Tn/m2)
Todas	30	5000.00	20.00

5. Normas consideradas

Hormigón: EHE-CTE
Aceros conformados: CTE DB-SE A
Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

6. Acciones consideradas

6.1. Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m2)	Cargas muertas (Tn/m2)
Forjado 2	0.20	0.20
Forjado 1	0.20	2.00
Cimentación	0.20	3.00

6.2. Viento

Sin acción de viento

6.3. Sismo

Sin acción de sismo

6.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso
-------------	---------------------------------------

6.5. Empujes en muros

Empuje de Defecto
Una situación de relleno
Carga: Carga permanente
Con relleno: Cota: 3.00 m
Ángulo de talud: 0.00 Grados
Densidad aparente: 1.80 Tn/m3
Densidad sumergida: 1.10 Tn/m3
Ángulo rozamiento interno: 30.00 Grados
Evacuación por drenaje: 100.00 %

7. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

8. Situaciones de proyecto

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

Con coeficientes de combinación

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

Sin coeficientes de combinación

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

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_{Q,1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ_{Q,i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento (i > 1)
- ψ_{p,1} Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ψ_{a,i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento (i > 1)

8.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ _p)	Acompañamiento (ψ _a)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00

Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

8.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
Q Sobrecarga de uso

- E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.600
4	1.500	1.600

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

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.600	
3	1.000	1.600
4	1.600	1.600

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.000	1.000

9. Materiales utilizados

9.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm2)	γ_c
Forjados	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Cimentación	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Pilares y pantallas	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50
Muros	HA-30 , Control Estadístico	Todas	306	1.50

9.2. Aceros por elemento y posición

9.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm2)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(Verticales)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Positivos(inferior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Montaje(superior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Piel(lateral)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Estribos	B 400 S , Control Normal	4077	1.15

Forjados	Punzonamiento	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Negativos(superior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Positivos(inferior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Nervios negativos	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Nervios positivos	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
Losas de cimentación	Punzonamiento	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Negativos(superior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15
	Positivos(inferior)	B 400 S , Control Normal	4077	1.15

9.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm2)	Módulo de elasticidad (Kp/cm2)
Aceros conformados	S235	2396	2099898
Aceros laminados	S275	2803	2100000

10. Fisuración



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: 25
Fecha: 28/02/2008
Hora: 19:52:59

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero: B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00

- Ambiente

Clase general de exposición : IV
Clases específicas de exposición : Qb

- Geometría de la sección

Sección : 1
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30

- Armado de la sección

φ [mm] = 12

capa	n° barras	Separación [mm]
1	6	51.0
2	6	198

As [cm²] =
Asc,ef [cm²] =

2 Resultados

Mk [kN·m] = 30

Separación media entre fisuras sm [mm] =

Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [.1.E-3] =

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] =

Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] =

Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

Versión: 2008.1.a
Número de licencia: 40536
1. Datos generales de la estructura

Proyecto: TSF 3 60 DX

Clave: TSF 3 60 DX L=7500

2. Cota de cimentación

Grupo	Nombre del grupo	Cota
0	Cimentación	0.00

3. Normas consideradas

Hormigón: EHE-CTE
Aceros conformados: CTE DB-SE A
Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

4. Acciones consideradas

4.1. Viento

Sin acción de viento

4.2. Sismo

Sin acción de sismo

4.3. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso
-------------	---------------------------------------

5. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

6. Situaciones de proyecto

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

siguientes criterios:

▪ **Con coeficientes de combinación**

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

▪ **Sin coeficientes de combinación**

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

Donde:

- G_k Acción permanente
 Q_k Acción variable
 γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)
 $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
 $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)

6.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE**

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable

Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

6.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
Q Sobrecarga de uso

- E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.600
4	1.500	1.600

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

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.600	
3	1.000	1.600
4	1.600	1.600

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	G	Q
1	1.000	
2	1.000	1.000

7. Materiales utilizados

7.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm2)	γc
Forjados	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Cimentación	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Pilares y pantallas	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50

7.2. Aceros por elemento y posición

7.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm2)	γs
----------	----------	-------	--------------	----

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. DE 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

Pilares y pantallas	Barras(Verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Losas de cimentación	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15

7.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm2)	Módulo de elasticidad (Kp/cm2)
Aceros conformados	S235	2396	2099898
Aceros laminados	S275	2803	2100000
	B 400 S (corrugado)	4077	2100000

ÍNDICE

1.- DESCRIPCIÓN

2.- MEDICIÓN.....

 2.1.- Medición de pernos de placas de anclaje

 2.2.- Medición de placas de anclaje

3.- COMPROBACIÓN

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10	Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta

2.- MEDICIÓN

2.1.- Medición de pernos de placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso Kp	Totales m	Totales Kp
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10	40Ø6 mm L=33 cm	B 400 S	40 x 0.33	40 x 0.07	13.28	2.95
Totales					13.28	2.95

2.2.- Medición de placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso Kp	Totales Kp
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10	S275	10 x 1.88	18.84
Totales			18.84

3.- COMPROBACIÓN

Referencia: P1		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P2		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado

Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P3		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P4		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P5		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P6		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm		
-Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P7 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm -Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P8 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm -Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P9 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm -Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: P10 -Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 200 mm Espesor: 6 mm -Pernos: 4Ø6 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 18 mm Calculado: 181 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 9 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Armados de losas

Nombre Obra: TSF 3 60 DX

Fecha: 28/02/08

gr.pl. no 0 Cimentación
PL. Igual 1

Malla 1: Losa maciza

Alineaciones longitudinales

Armadura Base Inferior: 1Ø12 a 20

Armadura Base Superior: 1Ø12 a 20

Canto: 40

Alineaciones transversales

Armadura Base Inferior: 1Ø12 a 20

Armadura Base Superior: 1Ø12 a 20

Canto: 40



EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara).

Justificación del Cálculo Estructural de los Tanques del Reactor Biológico y Decantador Secundario.

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

Índice:

1. Objeto.
2. Acciones consideradas.
3. Hipótesis de cálculo.
4. Cálculo de esfuerzos.
5. Dimensionamiento estructural.
6. Características de los materiales.
7. Herramientas informáticas.
8. Listados de ordenador.

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008



EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

1. Objeto:

La finalidad del presente documento es la justificación del cálculo estructural realizado para la obra civil correspondiente al diseño y dimensionamiento de los tanques que albergan el reactor biológico y el decantador secundario en la EDAR de Valdeaveruelo (Guadalajara).

2. Acciones consideradas.

Las acciones consideradas en el cálculo son las que se enumeran en los siguientes párrafos.

Peso propio: El peso propio de la estructura, que se transmite al estrato de cimentación, se obtiene considerando un peso específico del hormigón armado de 25 KN/m³.

Peso agua: Se considera un peso específico del agua de 10 KN/m³.

Nivel freático: Se adopta la cota registrada en los trabajos correspondientes del Estudio Geotécnico. La posición de este nivel afecta a las acciones horizontales producidas por el empuje lateral del terreno y a las acciones verticales originadas por el fenómeno de la subpresión.

Empuje del terreno: Se determina la ley de empujes del terreno sobre las paredes del tanque mediante las hipótesis de rotura del terreno de Coulomb para empuje Activo. Por debajo del nivel freático se considera la densidad sumergida del terreno y se superpone este estado con el empuje hidrostático producido por el nivel de agua en el exterior del tanque. Se utilizará un coeficiente de empuje activo dado por la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

donde ϕ : Ángulo rozamiento interno del terreno.

Empuje hidrostático: Se evalúa la distribución de presiones sobre la pared generada por el nivel de agua almacenada dentro del tanque.

3. Hipótesis de cálculo:

Para el cálculo se obtienen las envolventes de esfuerzos correspondientes a las dos situaciones que condicionan el problema en estudio.

Hipótesis 1: Depósito lleno.

Hipótesis 2: Depósito vacío.

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

4. Cálculo de Esfuerzos:

Desde el punto de vista estructural se adopta la hipótesis de solera apoyada sobre terreno elástico, es decir, se supone proporcionalidad entre la reacción del terreno y su asiento. La constante de proporcionalidad entre ambos valores se denomina módulo de balasto.

De la misma forma, y dado el diseño adoptado, se consideran las paredes y la solera solidariamente empotrados entre sí, mientras que se considera libre el borde superior de las paredes.

Tanques Rectangulares:

Se trata de estructuras tridimensionales de carácter laminar, trabajando como membranas, (esfuerzos axiales en su plano medio), y como placas dando lugar a momentos flectores, torsiones y esfuerzos cortantes. El problema se aborda mediante el Método de Elementos Finitos (MEF), para ello se utilizan elementos finitos tipo lámina con 6 grados de libertad por nudo (3 desplazamientos y 3 rotaciones).

Tanques Cilíndricos:

En este caso se trata de una lámina cilíndrica de revolución sometida a la presión hidrostática o al empuje del terreno en la que caben todas las simplificaciones derivadas de la simetría axial del problema. El problema se aborda mediante el Método de Elementos Finitos (MEF), para ello se utilizan elementos meridionales con 4 grados de libertad (los desplazamientos y giros radiales en los extremos).

5. Dimensionamiento estructural:

Se realizan las comprobaciones estipuladas en la normativa de referencia con los criterios que se exponen a continuación.

Solicitación de Tracción Simple: Se obtiene el armado necesario para absorber los esfuerzos axiales contenidos en el plano de las paredes y la solera respectivamente. El criterio de dimensionamiento de la armadura horizontal en las paredes es limitar la tensión del acero en servicio a un valor de 100 MPa, se dispondrá la armadura así obtenida siempre y cuando dicho valor sea superior al mínimo geométrico establecido en la EHE. Para la solera se obtienen los armados necesarios a flexión y tracción simple y se superponen ambos estados sumando las armaduras requeridas para ambos efectos.

Estado Límite de Fisuración: Las comprobaciones efectuadas se basan en el artículo 49 de la EHE. Se limita la máxima abertura de fisura a 0.1 mm, valor congruente con el ambiente proyectado. La metodología seguida es la expuesta en la obra "Hormigón Armado" del Profesor Pedro Jiménez Montoya. Ed. Gustavo Gili. 14ª edición .2000, Capítulo 25. Se fija una cuantía mínima de 0.002 y se calcula el armado necesario para satisfacer la condición de fisuración mínima, el armado a disponer será el mayor de los dos valores obtenidos.

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008



EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

Comprobación de fisuración: $w_k \leq w_{max} = 0.1 \text{ mm.}$

Estado Límite Último de Agotamiento frente a sollicitaciones normales (Flexión): Se utiliza el diagrama parábola rectángulo según el artículo 39.5 de la EHE. Se obtiene la armadura necesaria a rotura según el artículo 42 de la EHE. De la misma forma se obtienen las cuantías mínimas geométricas y mecánicas correspondientes. La cuantía a disponer será el mayor de los valores correspondientes a la armadura necesaria por cálculo, armadura mínima mecánica y armadura mínima geométrica.

Estado Límite Último de Agotamiento frente a Cortante: Se diseña el espesor de los distintos elementos para que cumplan la comprobación del artículo 44 de la EHE sin que sea necesario disponer armadura de corte.

Tensiones transmitidas: Se obtienen las tensiones máximas y mínimas en cada hipótesis, corroborando que no se supera la tensión admisible del estrato de cimentación fijada en el Estudio Geotécnico por condiciones de resistencia (Carga de Hundimiento) y/o deformabilidad (asientos).

Estudio de flotabilidad: Se obtiene el coeficiente de seguridad frente a la flotación inducida por la subpresión en la hipótesis de tanque vacío.

6. Características de los Materiales:

Hormigón Estructural: HA-30/B/30/IV+Qb.
Armaduras Pasivas: Acero B-500S.
Recubrimientos: 0.05 m.

Niveles de control:

Hormigón: Control Estadístico.
Acero: Control Normal.
Ejecución: Control Normal.

Coeficientes de seguridad de los materiales:

Hormigón estructural: $\gamma_c = 1,50$
Acero Pasivo: $\gamma_s = 1,15$

Coeficientes de seguridad las acciones:

$\gamma_a = 1,50$

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Reactor Biológico y Decantador Secundario.

7. Herramientas Informáticas:

Para la obtención de esfuerzos y dimensionamiento de los elementos que nos ocupan se ha utilizado un programa informático de ordenador de la colección "Camino 2005". Se trata del programa "Depósito" cuyo autor es el profesor D. Julián Díaz del Valle.

8. Listados de Ordenador:

A continuación se adjuntan los listados de cálculo en los que se pueden encontrar los valores de los parámetros introducidos y los resultados obtenidos del programa.

Justificación Cálculo Tanques.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilíndrico.

PROGRAMA DEPOSITO

CALCULO Y ARMADO DE DEPOSITOS

VERSION Nº 4 (EHE)FECHA : 30/05/2005
Copyright : J.Díaz del Valle . SA-40-1996
E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander

DATOS DE PROYECTO DEL DEPOSITO :

PROYECTO : EDAR VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).
REFERENCIA : REACTOR BIOLOGICO Y DECANTADOR.
FECHA DEL CALCULO : 28-01-2008

Justificación Cálculo Tanque Cilíndrico.28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilíndrico.

DATOS DEL DEPOSITO

DEPOSITO DE PLANTA CIRCULAR DE 1734.00 M3 DE CAPACIDAD

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) H = 4.85
Diámetro exterior del deposito (m) D = 22.75
Espesor de la pared vertical del depósito (m) t = 0.30
Espesor de la solera del depósito (m) tz = 0.35
Tacón ó vuelo exterior de la solera. (m) a = 0.30
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) Vh = 245.1
Pared y solera solidariamente empotradas entre sí (Iborde=0)
Borde superior libre.

-Características de los materiales del depósito de hormigón:

Peso específico del hormigón (t/m3) Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) fck = 300
Limite elástico del acero (Kp/cm²) fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Øadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes Ýv = 12 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes Ýh = 16 mm
Diámetro de las armaduras de la solera Ýs = 16 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones Øf = 1.50

-Características del líquido:

Nivel máximo de líquido (m) Hl = 4.35
Peso específico del líquido (t/m3) Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del líquido Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) Ht = 3.60
Peso específico de las tierras (t/m3) Øt = 1.80
Peso específico de las tierras sumergidas (t/m3) Øts= 1.15
Coeficiente de empuje lateral de las tierras Kt = 0.33
Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 5000
Nivel freático (m) Nf = 0.60

Justificación Cálculo Tanque Cilíndrico.28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilindrico.

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO LLENO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.67	1.01	-1.44	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	8.86
4.44	1.34	-1.44	-0.01	-0.00	0.07	-0.18	11.82
4.21	1.68	-1.43	-0.03	-0.01	0.15	-0.35	14.78
3.97	2.01	-1.42	-0.08	-0.02	0.23	-0.53	17.71
3.74	2.34	-1.38	-0.14	-0.03	0.32	-0.70	20.59
3.51	2.66	-1.33	-0.23	-0.05	0.41	-0.88	23.38
3.27	2.96	-1.24	-0.33	-0.07	0.50	-1.05	26.03
3.04	3.24	-1.12	-0.46	-0.09	0.60	-1.23	28.48
2.80	3.48	-0.96	-0.61	-0.12	0.68	-1.40	30.63
2.57	3.68	-0.75	-0.78	-0.16	0.75	-1.58	32.40
2.34	3.83	-0.49	-0.96	-0.19	0.80	-1.75	33.68
2.10	3.91	-0.17	-1.15	-0.23	0.81	-1.93	34.37
1.87	3.90	0.21	-1.33	-0.27	0.77	-2.10	34.33
1.64	3.81	0.64	-1.50	-0.30	0.67	-2.28	33.47
1.40	3.60	1.12	-1.64	-0.33	0.48	-2.45	31.68
1.17	3.28	1.63	-1.72	-0.34	0.20	-2.63	28.86
0.93	2.84	2.15	-1.72	-0.34	-0.22	-2.80	24.98
0.70	2.28	2.66	-1.61	-0.32	-0.78	-2.98	20.03
0.47	1.60	3.11	-1.35	-0.27	-1.51	-3.16	14.09
0.23	0.83	3.45	-0.89	-0.18	-2.42	-3.33	7.31
0.00	0.00	3.63	-0.20	-0.04	-3.54	-3.51	0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
0.00	9.90	0.00	-0.01	0.01	0.00	3.54	4.95
1.12	9.90	-0.01	-0.02	0.02	0.02	3.54	4.95
2.24	9.87	-0.04	-0.05	0.03	0.04	3.54	4.93
3.37	9.79	-0.10	-0.08	0.05	0.03	3.54	4.90
4.49	9.64	-0.17	-0.08	0.06	-0.03	3.54	4.82
5.61	9.42	-0.21	0.01	0.04	-0.17	3.54	4.71
6.74	9.23	-0.08	0.30	-0.05	-0.40	3.54	4.62
7.86	9.38	0.42	0.83	-0.23	-0.63	3.54	4.69
8.98	10.39	1.45	1.45	-0.48	-0.57	3.54	5.19
10.10	12.79	2.85	1.55	-0.64	0.38	3.54	6.40
11.23	16.58	3.63	-0.20	-0.35	3.31	3.54	8.29

Reacciones : máxima = 8.29 ; mínima = 4.62 ; media = 5.43 t/m²
Resultante vertical = -2346.7 t. Suma reacciones suelo = 2151.1 t.

Justificación Cálculo Tanque Cilindrico.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilindrico.

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO VACIO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.67	-1.57	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.78
4.44	-1.68	0.47	0.01	0.00	-0.10	-0.18	-14.75
4.21	-1.79	0.46	0.05	0.01	-0.19	-0.35	-15.70
3.97	-1.89	0.44	0.10	0.02	-0.26	-0.53	-16.63
3.74	-1.99	0.40	0.17	0.03	-0.32	-0.70	-17.49
3.51	-2.07	0.34	0.25	0.05	-0.37	-0.88	-18.25
3.27	-2.14	0.25	0.34	0.07	-0.39	-1.05	-18.85
3.04	-2.19	0.13	0.43	0.09	-0.40	-1.23	-19.24
2.80	-2.20	-0.01	0.52	0.10	-0.37	-1.40	-19.36
2.57	-2.18	-0.19	0.60	0.12	-0.31	-1.58	-19.16
2.34	-2.11	-0.38	0.66	0.13	-0.21	-1.75	-18.59
2.10	-2.00	-0.58	0.70	0.14	-0.07	-1.93	-17.60
1.87	-1.84	-0.80	0.69	0.14	0.14	-2.10	-16.18
1.64	-1.63	-1.00	0.63	0.13	0.41	-2.28	-14.33
1.40	-1.38	-1.17	0.49	0.10	0.76	-2.45	-12.09
1.17	-1.09	-1.29	0.27	0.05	1.19	-2.63	-9.56
0.93	-0.78	-1.32	-0.07	-0.01	1.71	-2.80	-6.86
0.70	-0.48	-1.23	-0.54	-0.11	2.32	-2.98	-4.21
0.47	-0.22	-0.98	-1.16	-0.23	3.01	-3.16	-1.91
0.23	-0.04	-0.51	-1.96	-0.39	3.78	-3.33	-0.34
0.00	-0.00	0.23	-2.93	-0.59	4.60	-3.51	-0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
0.00	1.86	0.00	-0.03	0.03	0.00	-4.60	0.93
1.12	1.85	-0.02	-0.04	0.03	0.01	-4.60	0.92
2.24	1.80	-0.06	-0.04	0.04	0.01	-4.60	0.90
3.37	1.72	-0.09	-0.03	0.04	-0.02	-4.60	0.86
4.49	1.61	-0.09	0.02	0.02	-0.09	-4.60	0.81
5.61	1.54	-0.01	0.17	-0.03	-0.20	-4.60	0.77
6.74	1.65	0.25	0.41	-0.13	-0.29	-4.60	0.83
7.86	2.18	0.74	0.67	-0.25	-0.22	-4.60	1.09
8.98	3.36	1.35	0.64	-0.31	0.28	-4.60	1.68
10.10	5.08	1.57	-0.30	-0.12	1.52	-4.60	2.54
11.23	6.31	0.23	-2.94	0.55	3.45	-4.60	3.16

Reacciones : máxima = 3.16 ; mínima = 0.77 ; media = 1.53 t/m²
Resultante vertical = -744.48 t. Suma reacciones suelo = 607.03 t.

Justificación Cálculo Tanque Cilindrico.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilíndrico.

Valores extremos de esfuerzos en pared cilíndrica

Momento vertical	:	Mzmáx =	0.70 t.m/m	Mzmin =	-2.93 t.m/m
Cortante vertical	:	Qzmáx =	4.60 t/m.	Qzmin =	-3.54 t/m.
Momento horizontal	:	MÚmáx =	0.14 t.m/m	MÚmin =	-0.59 t.m/m
Flecha transversal	:	wmax =	0.391 mm.	wmin =	-0.220 mm.
Tracción horizontal	:	NÚmáx =	34.37 t/m.	NÚmin =	-19.36 t/m.

Valores extremos de esfuerzos en la solera

Momento radial	:	Mrmáx =	1.63 t.m/m	Mrmin =	-2.94 t.m/m
Cortante radial	:	Qrmáx =	3.45 t/m.	Qrmin =	-0.67 t/m.
Momento circunfer.	:	MÚmáx =	0.55 t.m/m	MÚmin =	-0.64 t.m/m
Asiento solera	:	wmáx =	1.658 mm.	wmin =	0.154 mm.
Tracción radial	:	Nrmáx =	3.54 t/m.	Nrmin =	-4.60 t/m.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 8.29 t/m² , Reacción mínima = 0.77 t/m²

Comprobación de no flotación

Peso depósito vacío + tierras sobre vuelos de solera = 788.69 t.
 Fuerza ascendente debida a la subpresión = 256.93 t.
 Coeficiente de seguridad a la flotación .. = 788.69/256.93 = 3.07

Justificación Cálculo Tanque Cilíndrico.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Cilíndrico.

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

Armadura tipo		Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
		M t.m/m	K	A cm ² /m	Amin cm ² /m	Md t.m/m	A cm ² /m	N t/m	A cm ² /m
Pared	1	0.70	0.005	2.30	6.00	1.05	0.97	-	-
Pared	2	2.93	0.022	5.47	6.00	4.40	4.16	-	-
Pared	3	2.93	0.022	5.47	6.00	4.40	4.16	-	-
Fondo	4	1.63	0.010	3.68	7.00	2.44	1.90	3.54	1.77
Fondo	6	2.94	0.017	5.00	7.00	4.41	3.46	3.54	1.77
Pared	7	0.14	0.001	2.72	6.00	0.21	0.20	34.37	17.18
Pared	8	0.59	0.004	3.06	6.00	0.88	0.82	34.37	17.18

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres
 Para la armadura horizontal de las paredes, se dispondrá la cuantía necesaria para absorber el esfuerzo de tracción obtenido, limitando la tensión del acero en servicio a un valor de 100 MPa. Siempre y cuando este armado sea superior a la cuantía mínima geométrica especificada en la EHE.

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura tipo	Dirección	Atotal cm ² /m	Y mm	Sep. cm	nº de barras	Longitud m.	Peso kg.
Pared	1	Z	6.00	12	18	391	1666.25
Pared	2	Z	6.00	12	18	391	1666.25
Pared	3	Z	6.00	12	18	391	750.68
Fondo	4	X-Y	8.77	16	22	104	5972.23
Fondo	5	X-Y	8.77	16	22	102	291.79
Fondo	6	X-Y	8.77	16	22	104	5972.23
Pared	7	Cir	17.18	16	12	58	6456.45
Pared	8	Cir	17.18	16	12	58	6456.45

Resumen:

8181 m. de redondos Y16 dispuestos horizontalmente en las paredes.
 4599 m. de redondos Y12 dispuestos verticalmente en las paredes.
 Parrilla de Y16 separados 22 cm. en la cara superior de la solera
 Parrilla de Y16 separados 22 cm. en la cara inferior de la solera

En total : 29232 Kg. de acero , frente a 245.09 m3 de hormigón.

-Comprobación de armadura a cortante:

• Pared :

$V_d = \phi f \cdot V_{máx} = 6.90 \text{ t/m}$
 $V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \frac{200}{d}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 16.12 \text{ t/m}$
 $V_d < V_{u2}$. No es necesaria la armadura de cortante en la pared.

• Solera :

$V_d = \phi f \cdot V_{máx} = 5.18 \text{ t/m}$
 $V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \frac{200}{d}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 12.71 \text{ t/m}$
 $V_d < V_{u2}$. No es necesaria la armadura de cortante en la solera

Justificación Cálculo Tanque Cilíndrico.

28-01-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

PROGRAMA DEPOSITO

CALCULO Y ARMADO DE DEPOSITOS

VERSION N° 3 (EHE)FECHA : 20/04/2004
Copyright : J.Díaz del Valle . SA-40-1996
E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander

DATOS DE PROYECTO DEL DEPOSITO :

PROYECTO : EDAR VALDEAVERUELO (GUADALAJARA).
REFERENCIA : REACTOR BIOLOGICO Y DECANTADOR.
FECHA DEL CALCULO : 28-1-2008

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

DATOS DEL DEPOSITO

DEPOSITO DE PLANTA RECTANGULAR DE 90.72 M3 DE CAPACIDAD

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) (lado paralelo al eje OZ) H = 5.95
Longitud del depósito (m) (lado paralelo al eje OX) Lx = 3.00
Anchura del depósito (m) (lado paralelo al eje OY) Ly = 6.30
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OX (m) .. tx = 0.30
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OY (m) .. ty = 0.30
Espesor de la solera del depósito (m) tz = 0.35
Tacón exterior de la solera en direección OX (m) ax = 0.30
Tacón exterior de la solera en direección OY (m) ay = 0.30
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) Vh = 37.9
Pared y solera solidariamente empotradas entre sí.
Borde superior libre.

-Características de los materiales del depósito:

Peso específico del hormigón (t/m3) Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) fck = 300
Límite elástico del acero (Kp/cm²) fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Øadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes Ýv = 12 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes Ýh = 16 mm
Diámetro de las armaduras de la solera Ýs = 16 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones Øf = 1.50

-Características del líquido:

Nivel máximo de líquido (m) Hl = 5.45
Peso específico del líquido (t/m3) Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del líquido Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) Ht = 4.70
Peso específico de las tierras (t/m3) Øt = 1.80
Peso específico de las tierras sumergidas (t/m3) Øts= 1.15
Coeficiente de empuje lateral de las tierras Kt = 0.33
Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 5000
Nivel freático (m) Nf = 1.70

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

DATOS DEL DEPOSITO

DEPOSITO DE PLANTA RECTANGULAR DE 90.72 M3 DE CAPACIDAD

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) (lado paralelo al eje OZ) H = 5.95
Longitud del depósito (m) (lado paralelo al eje OX) Lx = 3.00
Anchura del depósito (m) (lado paralelo al eje OY) Ly = 6.30
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OX (m).. tx = 0.30
Espesor de la pared del depósito paralela al eje OY (m).. ty = 0.30
Espesor de la solera del depósito (m) tz = 0.35
Tacón exterior de la solera en direección OX (m) ax = 0.30
Tacón exterior de la solera en direección OY (m) ay = 0.30
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) Vh = 37.9
Pared y solera solidariamente empotradas entre sí.
Borde superior libre.

-Características de los materiales del depósito:

Peso específico del hormigón (t/m3) Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) fck = 300
Límite elástico del acero (Kp/cm²) fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Øadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes Ýv = 12 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes Ýh = 16 mm
Diámetro de las armaduras de la solera Ýs = 16 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones Øf = 1.50

-Características del líquido:

Nivel máximo de líquido (m) Hl = 5.45
Peso específico del líquido (t/m3) Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del líquido Kl = 1.00

-Características del terreno:

Nivel del terreno exterior (m) Ht = 4.70
Peso específico de las tierras (t/m3) Øt = 1.80
Peso específico de las tierras sumergidas (t/m3) Øts = 1.15
Coeficiente de empuje lateral de las tierras Kt = 0.33
Coeficiente de balasto del terreno de cimentación (t/m3). K = 5000
Nivel freático (m) Nf = 1.70

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito lleno

X = Z	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	1	2	3	4	5	0.20	0.19	0.15	0.09	-0.00
5.05	10	11	12	13	14	0.24	0.23	0.18	0.11	-0.00
4.33	19	20	21	22	23	0.27	0.26	0.21	0.12	-0.00
3.61	28	29	30	31	32	0.28	0.26	0.21	0.13	-0.01
2.89	37	38	39	40	41	0.25	0.24	0.19	0.12	-0.01
2.17	46	47	48	49	50	0.17	0.17	0.14	0.09	-0.01
1.44	55	56	57	58	59	0.06	0.06	0.06	0.04	-0.02
0.72	64	65	66	67	68	-0.03	-0.02	-0.01	-0.00	-0.01
0.00	73	74	75	76	77	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01

X = Z	Esf. axil horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axil vertical Nz (t/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	2.16	2.17	2.16	2.15	2.14	-0.26	-0.26	-0.28	-0.33	-0.60
5.05	2.85	2.85	2.84	2.82	2.81	-0.51	-0.52	-0.55	-0.62	-1.07
4.33	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	-1.03	-1.04	-1.06	-1.13	-1.78
3.61	4.89	4.88	4.88	4.87	4.87	-1.63	-1.61	-1.55	-1.49	-2.07
2.89	5.89	5.88	5.85	5.82	5.80	-2.33	-2.25	-2.04	-1.73	-2.00
2.17	6.66	6.64	6.58	6.50	6.46	-3.19	-3.03	-2.59	-1.91	-1.58
1.44	6.86	6.85	6.80	6.73	6.68	-4.26	-4.03	-3.33	-2.17	-0.95
0.72	5.50	5.54	5.65	5.78	5.85	-5.26	-5.06	-4.35	-2.92	-0.99
0.00	0.47	0.53	0.75	1.22	1.53	-5.68	-5.53	-4.94	-3.49	-1.37

X = Z	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	0.00	0.03	0.08	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.05	0.00	-0.05	-0.15	-0.26	-0.38	0.20	0.18	0.14	0.08	-0.18
4.33	0.00	-0.15	-0.45	-0.76	-1.06	0.25	0.24	0.18	0.10	-0.56
3.61	0.00	-0.30	-0.89	-1.47	-2.04	0.29	0.27	0.22	0.12	-0.88
2.89	0.00	-0.49	-1.46	-2.40	-3.27	0.23	0.21	0.17	0.10	-1.12
2.17	0.00	-0.73	-2.16	-3.47	-4.66	-0.15	-0.14	-0.10	-0.05	-1.18
1.44	0.00	-0.91	-2.69	-4.33	-5.75	-1.05	-0.94	-0.66	-0.34	-0.80
0.72	0.00	-0.60	-1.96	-3.70	-5.71	-2.17	-1.98	-1.41	-0.62	0.22
0.00	0.00	0.00	0.08	0.36	0.77	-1.45	-1.59	-1.85	-1.63	2.46

X = Z	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	-1.68	-1.67	-1.64	-1.62	-1.61	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.06
5.05	-1.95	-1.97	-2.02	-2.11	-2.23	-0.14	-0.13	-0.10	-0.06	-0.21
4.33	-2.12	-2.17	-2.32	-2.58	-2.94	-0.33	-0.30	-0.23	-0.13	-0.32
3.61	-2.06	-2.16	-2.46	-2.95	-3.64	-0.54	-0.50	-0.39	-0.22	-0.40
2.89	-1.66	-1.82	-2.32	-3.13	-4.23	-0.70	-0.65	-0.51	-0.29	-0.40
2.17	-0.84	-1.09	-1.82	-2.99	-4.56	-0.59	-0.55	-0.44	-0.25	-0.23
1.44	0.21	-0.09	-1.00	-2.46	-4.40	0.16	0.12	0.04	-0.01	0.18
0.72	0.75	0.54	-0.12	-1.36	-3.29	1.73	1.55	1.06	0.44	1.09
0.00	-0.03	-0.04	-0.07	-0.06	0.12	2.78	2.70	2.39	1.62	-0.69

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

**EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.**

Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito lleno

Y = Z	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	5	6	7	8	9	-0.00	-0.27	-0.55	-0.76	-0.83
5.05	14	15	16	17	18	-0.00	-0.34	-0.71	-0.98	-1.07
4.33	23	24	25	26	27	-0.01	-0.41	-0.85	-1.18	-1.30
3.61	32	33	34	35	36	-0.01	-0.46	-0.96	-1.33	-1.47
2.89	41	42	43	44	45	-0.01	-0.47	-0.99	-1.38	-1.52
2.17	50	51	52	53	54	-0.01	-0.43	-0.91	-1.26	-1.39
1.44	59	60	61	62	63	-0.01	-0.32	-0.69	-0.96	-1.06
0.72	68	69	70	71	72	-0.01	-0.17	-0.36	-0.50	-0.55
0.00	77	78	79	80	81	-0.00	-0.00	-0.01	-0.01	-0.01

Y = Z	Esf. axil horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axil vertical Nz (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	0.12	0.17	0.26	0.34	0.37	-0.27	-0.29	-0.27	-0.28	-0.29
5.05	0.53	0.66	0.88	1.04	1.09	-0.48	-0.57	-0.55	-0.59	-0.61
4.33	1.30	1.43	1.67	1.85	1.91	-0.80	-1.09	-1.13	-1.25	-1.30
3.61	2.38	2.48	2.67	2.80	2.85	-0.93	-1.54	-1.78	-2.01	-2.10
2.89	3.69	3.72	3.76	3.78	3.78	-0.90	-1.92	-2.48	-2.85	-2.97
2.17	5.09	4.97	4.73	4.53	4.46	-0.71	-2.27	-3.21	-3.69	-3.82
1.44	6.16	5.81	5.17	4.74	4.60	-0.43	-2.65	-3.90	-4.39	-4.53
0.72	5.95	5.36	4.50	4.10	3.99	-0.45	-3.11	-4.36	-4.86	-5.00
0.00	1.23	1.61	2.19	2.48	2.55	-0.62	-3.35	-4.50	-5.01	-5.17

Y = Z	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	1.97	1.56	1.03	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.05	2.65	2.11	1.36	0.47	0.00	-0.03	-0.06	-0.13	-0.19	-0.21
4.33	3.45	2.63	1.66	0.57	0.00	-0.06	-0.30	-0.58	-0.77	-0.84
3.61	4.25	3.07	1.88	0.63	0.00	-0.06	-0.41	-0.83	-1.14	-1.25
2.89	4.89	3.34	1.94	0.63	0.00	-0.05	-0.35	-0.78	-1.13	-1.27
2.17	5.25	3.31	1.71	0.50	0.00	-0.08	-0.12	-0.40	-0.67	-0.76
1.44	5.20	2.75	1.10	0.27	0.00	-0.16	0.26	0.29	0.42	0.52
0.72	4.23	1.37	0.39	0.08	0.00	-0.25	0.67	1.47	2.39	2.75
0.00	-0.29	-0.05	-0.03	-0.01	0.00	-0.06	1.19	3.82	5.38	5.88

Y = Z	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	-1.61	-0.13	1.04	1.81	2.08	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.00
5.05	-2.23	-0.25	1.34	2.36	2.71	-0.03	0.04	0.09	0.14	0.15
4.33	-2.94	-0.35	1.62	2.87	3.29	-0.02	0.26	0.51	0.69	0.76
3.61	-3.64	-0.45	1.85	3.25	3.73	-0.02	0.56	1.11	1.51	1.66
2.89	-4.23	-0.56	1.94	3.40	3.87	-0.02	0.82	1.67	2.33	2.58
2.17	-4.56	-0.62	1.86	3.14	3.52	-0.04	0.90	1.96	2.81	3.13
1.44	-4.40	-0.50	1.56	2.39	2.59	-0.06	0.71	1.75	2.51	2.76
0.72	-3.29	-0.11	0.91	1.21	1.27	0.01	0.23	0.69	0.78	0.77
0.00	0.12	-0.03	0.01	0.01	0.01	0.06	-0.63	-2.07	-3.11	-3.47

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito lleno

Y = X	Nudos y sus coordenadas					Flechas w (mm)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
0.00	77	78	79	80	81	-2.35	-2.34	-2.34	-2.34	-2.34
0.34	76	85	86	87	88	-2.34	-2.28	-2.20	-2.16	-2.14
0.68	75	84	91	92	93	-2.34	-2.22	-2.10	-2.02	-1.99
1.01	74	83	90	95	96	-2.34	-2.19	-2.03	-1.93	-1.89
1.35	73	82	89	94	97	-2.34	-2.18	-2.01	-1.90	-1.86

Y = X	Esfuerzo axil Nx (t/m)					Esfuerzo axil Ny (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
0.00	2.64	3.44	4.69	5.30	5.46	1.47	3.13	5.65	7.20	7.71
0.34	0.63	1.09	1.75	2.03	2.11	1.18	3.18	5.67	7.22	7.73
0.68	0.26	0.61	1.11	1.34	1.41	0.72	3.25	5.70	7.25	7.76
1.01	0.31	0.46	0.73	0.91	0.97	0.51	3.26	5.72	7.27	7.78
1.35	0.37	0.44	0.60	0.76	0.82	0.45	3.26	5.73	7.28	7.79

Y = X	Esfuerzo cortante Qx (t/m)					Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
0.00	-1.60	-1.06	-0.56	-0.17	0.00	-0.78	2.56	3.72	4.26	4.42
0.34	2.28	0.63	0.14	0.01	0.00	-0.23	-1.54	2.29	2.76	2.90
0.68	3.35	1.15	0.25	0.02	0.00	-0.04	-0.86	-1.23	1.54	1.63
1.01	3.77	1.47	0.33	0.02	0.00	-0.00	-0.28	-0.39	-0.49	0.53
1.35	3.88	1.57	0.35	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Y = X	Momento flector Mx (t.m/m)					Momento flector My (t.m/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
0.00	-0.69	-0.50	-0.27	-0.11	0.01	-0.06	-0.63	-2.07	-3.11	-3.47
0.34	1.62	-0.09	-0.57	-0.67	-0.68	-0.21	-1.50	-3.32	-4.54	-4.97
0.68	2.39	-0.12	-0.98	-1.17	-1.18	-0.16	-2.02	-4.10	-5.48	-5.94
1.01	2.70	-0.13	-1.23	-1.47	-1.48	-0.11	-2.31	-4.51	-5.99	-6.50
1.35	2.78	-0.13	-1.31	-1.58	-1.59	-0.09	-2.40	-4.64	-6.16	-6.67

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito lleno

Y = X	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
0.00	11.73	11.71	11.70	11.70	11.69
0.34	11.71	11.38	11.02	10.78	10.70
0.68	11.70	11.12	10.50	10.09	9.95
1.01	11.69	10.95	10.17	9.65	9.47
1.35	11.69	10.89	10.06	9.50	9.31

 Reacciones : máxima = 11.73 , mínima = 9.31 , media = 10.80 t/m²
 Resultante vertical = -174.99 t. Suma reacciones suelo = 174.32 t.

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.										
Esfuerzos en la pared OXZ en la hipótesis de depósito vacío										
X = Z	Nudos y sus coordenadas					Flechas v (mm)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	1	2	3	4	5	-0.06	-0.06	-0.05	-0.03	-0.00
5.05	10	11	12	13	14	-0.07	-0.07	-0.06	-0.03	-0.00
4.33	19	20	21	22	23	-0.08	-0.07	-0.06	-0.04	0.00
3.61	28	29	30	31	32	-0.08	-0.07	-0.06	-0.04	0.00
2.89	37	38	39	40	41	-0.06	-0.06	-0.05	-0.03	0.00
2.17	46	47	48	49	50	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	0.00
1.44	55	56	57	58	59	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
0.72	64	65	66	67	68	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.01
0.00	73	74	75	76	77	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
X = Z	Esf. axil horizontal Nx (t/m)					Esfuerzo axil vertical Nz (t/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	-0.60	-0.59	-0.57	-0.54	-0.52	-0.25	-0.25	-0.26	-0.30	-0.57
5.05	-0.83	-0.83	-0.81	-0.79	-0.78	-0.48	-0.48	-0.51	-0.56	-0.92
4.33	-1.15	-1.15	-1.13	-1.10	-1.09	-0.91	-0.93	-0.98	-1.05	-1.65
3.61	-1.58	-1.58	-1.56	-1.54	-1.53	-1.29	-1.32	-1.39	-1.52	-2.41
2.89	-1.97	-1.97	-1.96	-1.96	-1.95	-1.64	-1.67	-1.76	-1.93	-3.12
2.17	-2.09	-2.10	-2.11	-2.13	-2.14	-2.01	-2.02	-2.09	-2.23	-3.53
1.44	-1.80	-1.81	-1.84	-1.87	-1.89	-2.47	-2.45	-2.40	-2.35	-3.39
0.72	-1.29	-1.30	-1.32	-1.35	-1.37	-3.08	-2.98	-2.71	-2.33	-2.74
0.00	-1.24	-1.21	-1.15	-1.11	-1.11	-3.42	-3.28	-2.88	-2.29	-2.32
X = Z	Cortante horizontal Qx (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	0.00	-0.03	-0.09	-0.14	-0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.05	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	-0.07	-0.06	-0.05	-0.02	-0.32
4.33	0.00	0.05	0.15	0.24	0.32	-0.12	-0.12	-0.09	-0.05	-0.48
3.61	0.00	0.12	0.35	0.57	0.77	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03	-0.52
2.89	0.00	0.20	0.58	0.95	1.30	0.06	0.05	0.03	0.01	-0.64
2.17	0.00	0.24	0.72	1.19	1.63	0.19	0.17	0.12	0.06	-0.93
1.44	0.00	0.18	0.56	1.02	1.54	0.28	0.25	0.18	0.07	-1.34
0.72	0.00	0.01	0.08	0.29	0.73	0.00	0.04	0.12	0.13	-1.67
0.00	0.00	0.04	0.10	0.12	0.04	-1.56	-1.43	-1.07	-0.55	-1.32
X = Z	Momento horizontal Mx (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00	1.35	1.01	0.68	0.34	0.00
5.77	0.54	0.53	0.49	0.45	0.40	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.10
5.05	0.59	0.59	0.60	0.60	0.62	0.05	0.05	0.03	0.02	-0.17
4.33	0.60	0.62	0.67	0.75	0.86	0.14	0.13	0.10	0.05	-0.18
3.61	0.52	0.56	0.68	0.87	1.13	0.18	0.17	0.13	0.07	-0.23
2.89	0.33	0.40	0.59	0.91	1.35	0.14	0.13	0.11	0.07	-0.34
2.17	0.10	0.18	0.42	0.82	1.37	-0.00	0.00	0.02	0.03	-0.47
1.44	-0.04	0.02	0.21	0.56	1.08	-0.21	-0.18	-0.11	-0.03	-0.57
0.72	0.03	0.04	0.06	0.16	0.41	-0.21	-0.21	-0.19	-0.12	-0.47
0.00	-0.00	-0.00	0.01	0.02	0.02	0.92	0.83	0.58	0.27	0.49

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.										
Esfuerzos en la pared OYZ en la hipótesis de depósito vacío										
Y = Z	Nudos y sus coordenadas					Flechas u (mm)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	5	6	7	8	9	0.00	0.08	0.16	0.21	0.24
5.05	14	15	16	17	18	0.00	0.10	0.20	0.28	0.31
4.33	23	24	25	26	27	0.00	0.12	0.25	0.34	0.38
3.61	32	33	34	35	36	0.00	0.13	0.28	0.39	0.43
2.89	41	42	43	44	45	0.00	0.13	0.28	0.39	0.43
2.17	50	51	52	53	54	0.00	0.11	0.24	0.33	0.36
1.44	59	60	61	62	63	0.00	0.08	0.16	0.22	0.24
0.72	68	69	70	71	72	0.00	0.03	0.06	0.08	0.09
0.00	77	78	79	80	81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Y = Z	Esf. axil horizontal Ny (t/m)					Esfuerzo axil vertical Nz (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	0.30	0.48	0.75	0.91	0.96	-0.26	-0.30	-0.29	-0.29	-0.29
5.05	-0.01	0.08	0.25	0.36	0.40	-0.41	-0.61	-0.60	-0.61	-0.61
4.33	-0.34	-0.30	-0.22	-0.14	-0.11	-0.74	-1.21	-1.23	-1.26	-1.28
3.61	-0.84	-0.78	-0.66	-0.56	-0.52	-1.09	-1.78	-1.87	-1.97	-2.01
2.89	-1.39	-1.28	-1.06	-0.90	-0.84	-1.40	-2.31	-2.53	-2.75	-2.84
2.17	-1.76	-1.61	-1.34	-1.17	-1.11	-1.59	-2.78	-3.24	-3.62	-3.76
1.44	-1.70	-1.62	-1.51	-1.47	-1.47	-1.52	-3.18	-4.04	-4.59	-4.77
0.72	-1.19	-1.42	-1.80	-2.04	-2.13	-1.23	-3.54	-4.93	-5.60	-5.78
0.00	-1.15	-1.63	-2.42	-2.86	-2.98	-1.04	-3.70	-5.39	-6.11	-6.29
Y = Z	Cortante horizontal Qy (t/m)					Esf.cortante vertical Qz (t/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	-0.50	-0.42	-0.29	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.05	-0.73	-0.60	-0.40	-0.14	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.10
4.33	-0.99	-0.78	-0.50	-0.17	0.00	0.06	0.09	0.19	0.27	0.31
3.61	-1.31	-0.92	-0.54	-0.18	0.00	0.10	0.15	0.31	0.44	0.49
2.89	-1.59	-0.98	-0.50	-0.15	0.00	0.12	0.12	0.29	0.40	0.44
2.17	-1.66	-0.88	-0.37	-0.10	0.00	0.13	0.00	0.04	0.04	0.03
1.44	-1.38	-0.55	-0.21	-0.06	0.00	0.10	-0.18	-0.41	-0.64	-0.73
0.72	-0.54	-0.15	-0.11	-0.04	0.00	0.05	-0.43	-1.12	-1.54	-1.66
0.00	-0.04	0.02	0.08	0.04	0.00	0.03	-1.68	-2.70	-3.09	-3.19
Y = Z	Momento horizontal My (t.m/m)					Momento vertical Mz (t.m/m)				
	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
5.77	0.40	0.02	-0.29	-0.51	-0.59	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00
5.05	0.62	0.07	-0.38	-0.68	-0.79	0.02	-0.03	-0.05	-0.06	-0.07
4.33	0.86	0.12	-0.47	-0.84	-0.97	0.03	-0.09	-0.18	-0.26	-0.29
3.61	1.13	0.15	-0.54	-0.95	-1.08	0.04	-0.20	-0.41	-0.58	-0.65
2.89	1.35	0.16	-0.58	-0.96	-1.07	0.04	-0.28	-0.62	-0.87	-0.96
2.17	1.37	0.13	-0.53	-0.81	-0.88	0.03	-0.29	-0.65	-0.90	-0.98
1.44	1.08	0.04	-0.37	-0.52	-0.57	0.02	-0.15	-0.35	-0.44	-0.46
0.72	0.41	0.00	-0.11	-0.20	-0.23	0.02	0.15	0.46	0.67	0.74
0.00	0.02	-0.01	-0.02	-0.00	0.00	-0.00	1.36	2.41	2.91	3.05

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008



EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

Esfuerzos en la solera OXY en la hipótesis de depósito vacío

Nudos y sus coordenadas						Flechas w (mm)				
Y =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
X										
0.00	77	78	79	80	81	-1.13	-1.13	-1.12	-1.12	-1.12
0.34	76	85	86	87	88	-1.13	-1.12	-1.11	-1.11	-1.11
0.68	75	84	91	92	93	-1.13	-1.11	-1.09	-1.09	-1.09
1.01	74	83	90	95	96	-1.13	-1.10	-1.08	-1.07	-1.07
1.35	73	82	89	94	97	-1.13	-1.09	-1.07	-1.06	-1.07

Esfuerzo axial Nx (t/m)						Esfuerzo axial Ny (t/m)				
Y =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
X										
0.00	-2.46	-3.48	-5.17	-6.11	-6.38	-1.07	-2.70	-3.73	-4.16	-4.28
0.34	-1.68	-2.01	-2.58	-2.92	-3.03	-1.07	-2.67	-3.71	-4.18	-4.30
0.68	-2.10	-2.21	-2.42	-2.60	-2.67	-1.11	-2.63	-3.69	-4.20	-4.34
1.01	-2.42	-2.37	-2.35	-2.41	-2.45	-1.17	-2.60	-3.67	-4.22	-4.37
1.35	-2.53	-2.43	-2.33	-2.35	-2.38	-1.19	-2.58	-3.67	-4.22	-4.37

Esfuerzo cortante Qx (t/m)						Esfuerzo cortante Qy (t/m)				
Y =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
X										
0.00	1.46	1.56	0.90	0.28	0.00	0.03	3.15	5.01	5.72	5.89
0.34	0.66	-0.10	-0.17	-0.08	0.00	-0.06	-1.90	3.46	4.10	4.24
0.68	1.33	-0.15	-0.35	-0.15	0.00	-0.08	-0.99	-2.01	2.46	2.56
1.01	1.81	-0.13	-0.49	-0.21	0.00	-0.04	-0.30	-0.66	-0.82	0.85
1.35	1.97	-0.11	-0.54	-0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Momento flector Mx (t.m/m)						Momento flector My (t.m/m)				
Y =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
X										
0.00	0.49	0.56	0.30	0.07	-0.14	0.00	1.36	2.41	2.91	3.05
0.34	0.27	-0.22	-0.15	-0.02	0.04	0.01	0.30	0.72	0.98	1.06
0.68	0.58	-0.41	-0.30	-0.04	0.08	-0.01	-0.34	-0.45	-0.41	-0.37
1.01	0.83	-0.53	-0.43	-0.06	0.09	-0.02	-0.67	-1.13	-1.24	-1.23
1.35	0.92	-0.56	-0.48	-0.07	0.10	-0.02	-0.77	-1.36	-1.52	-1.52

Reacciones del terreno (t/m²) en la hipótesis de depósito vacío

Y =	0.00	0.75	1.50	2.25	3.00
X					
0.00	5.67	5.64	5.62	5.61	5.60
0.34	5.67	5.60	5.56	5.55	5.55
0.68	5.66	5.53	5.46	5.45	5.45
1.01	5.66	5.49	5.38	5.36	5.36
1.35	5.66	5.47	5.34	5.32	5.33

Reacciones : máxima = 5.67 , mínima = 5.32 , media = 5.53 t/m²
Resultante vertical = -89.54 t. Suma reacciones suelo = 89.21 t.

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

Valores extremos de esfuerzos en la pared OXZ

Flexión horizontal : Mxmáx = 1.37 t.m/m Mxmin = -4.56 t.m/m
Qxmáx = 1.63 t/m. Qxmin = -5.75 t/m.
Flexión vertical : Mzmáx = 2.78 t.m/m Mzmin = -0.70 t.m/m
Qzmáx = 2.46 t/m. Qzmin = -2.17 t/m.
Flecha transversal : vmax = 0.28 mm. vmin = -0.08 mm.
Tracción total de pared OXZ (depósito lleno): Npx = 27.18 t.

Valores extremos de esfuerzos en la pared OYZ

Flexión horizontal : Mymáx = 3.87 t.m/m Mymin = -4.56 t.m/m
Qymáx = 5.25 t/m. Qymin = -1.66 t/m.
Flexión vertical : Mzmáx = 3.13 t.m/m Mzmin = -3.47 t.m/m
Qzmáx = 5.88 t/m. Qzmin = -3.19 t/m.
Flecha transversal : umax = 0.43 mm. umin = -1.52 mm.
Tracción total de pared OYZ (depósito lleno): Npy = 16.96 t.

Valores extremos de esfuerzos en la solera OXY

Flexión dirección X : Mxmáx = 2.78 t.m/m Mxmin = -1.59 t.m/m
Qxmáx = 3.88 t/m. Qxmin = -1.60 t/m.
Flexión dirección Y : Mymáx = 3.05 t.m/m Mymin = -6.67 t.m/m
Qymáx = 5.89 t/m. Qymin = -2.01 t/m.
Asiento solera : wmx = -1.06 mm. wmin = -2.35 mm.
Tracción total solera (lleno) : Nsx = 30.42 t. Nsy = 4.23 t.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 11.73 t/m² , Reacción mínima = 5.32 t/m²

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

Pared	Armadura tipo	Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
		M t.m/m	K	A cm²/m	A _{min} cm²/m	M _d t.m/m	A cm²/m	N t/m	A cm²/m
OXZ	1	2.78	0.021	5.12	6.00	4.17	3.94	-	-
OXZ	2	0.35	0.003	2.05	6.00	0.53	0.49	-	-
OXZ	3	0.70	0.005	2.30	6.00	1.05	0.98	-	-
OXY	4	2.78	0.016	4.80	7.00	4.17	3.27	10.14	5.07
OXY	6	1.59	0.009	3.64	7.00	2.38	1.85	10.14	5.07
OXZ	7	1.37	0.011	3.81	6.00	2.06	1.94	4.71	2.35
OXZ	8	4.56	0.035	11.37	6.00	6.84	6.61	4.71	2.35
OYZ	1	3.13	0.024	5.96	6.00	4.69	4.45	-	-
OYZ	2	1.74	0.013	3.34	6.00	2.61	2.44	-	-
OYZ	3	3.47	0.027	6.94	6.00	5.21	4.95	-	-
OXY	4	3.05	0.018	5.13	7.00	4.57	3.59	3.14	1.57
OXY	6	6.67	0.039	14.14	7.00	10.01	8.02	3.14	1.57
OYZ	7	3.87	0.030	8.75	6.00	5.80	5.58	2.94	1.47
OYZ	8	4.56	0.035	11.37	6.00	6.84	6.61	2.94	1.47

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura tipo	Dirección Pared	Atotal cm²/m	Y mm	Sep. cm	nº de barras	Longitud m.	Peso kg.
1	OXZ Z	6.00	12	18	30	5.90	157.14
2	OXZ Z	6.00	12	18	30	5.90	157.14
3	OXZ Z	6.00	12	18	30	2.44	64.92
4	OXY X	12.07	16	16	37	3.30	192.71
5	OXY X	12.07	16	16	37	2.09	121.91
6	OXY X	12.07	16	16	37	3.30	192.71
7	OXZ X	8.35	16	24	48	2.70	204.55
8	OXZ X	13.73	16	14	82	2.70	349.44
1	OYZ Z	6.00	12	18	66	5.90	345.71
2	OYZ Z	6.00	12	18	66	5.90	345.71
3	OYZ Z	6.94	12	16	75	2.44	162.30
4	OXY Y	8.57	16	23	11	6.60	114.59
5	OXY Y	8.57	16	23	11	2.09	36.24
6	OXY Y	15.71	16	12	22	6.60	229.17
7	OYZ Y	10.22	16	19	60	6.00	568.20
8	OYZ Y	12.84	16	15	76	6.00	719.72
9	XZY X-Y	13.73	16	14	164	1.74	450.39

Resumen:

1167 m. de redondos Y16 dispuestos horizontalmente en las paredes.
1389 m. de redondos Y12 dispuestos verticalmente en las paredes.
562 metros de redondos Y16 en las dos direcciones de la solera.

En total : 4413 Kg. de acero , frente a 37.93 m3 de hormigón.

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008

EDAR Valdeaveruelo (Guadalajara). Cálculo Tanque Planta Rectangular.

-Comprobación de armadura a cortante:

-Paredes :

$V_d = \phi f \cdot V_{máx} = 8.82 \text{ t/m}$
 $V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \sqrt{(200/d)}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 13.49 \text{ t/m}$
 $V_d < V_{u2}$.No es necesaria la armadura de cortante en las paredes

-Solera :

$V_d = \phi f \cdot V_{máx} = 8.83 \text{ t/m}$
 $V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \sqrt{(200/d)}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 15.44 \text{ t/m}$
 $V_d < V_{u2}$.No es necesaria la armadura de cortante en la solera

-Comprobación de no flotación:

Peso depósito vacío + tierras sobre vuelos de solera = 154.69 t.
Fuerza ascendente debida a la subpresión = 37.88 t.

Coefficiente de seguridad a la flotación .. = 154.69/ 37.88 = 4.08

Justificación Cálculo Tanque Planta Rectangular.

28-1-2008



1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la justificación de cálculos estructurales, los pozos y arquetas (arqueta de caudalímetro, aliviaderos, pozos, etc.) ven condicionado su dimensionamiento a cuantías geométricas mínimas, mas allá de los requerimientos mecánicos a los que pueda estar sometido. Por tanto, y siguiendo los criterios marcados en la EHE se han dispuesto en estos elementos las cuantías mínimas necesarias (ver planos) a pesar de que por cálculo mecánico fuera inferior.

2. CUANTÍAS MÍNIMAS SEGÚN EHE

Se exponen a continuación los criterios recogidos en la EHE.

42.3.5. Cuantías geométricas mínimas

En la tabla 42.3.5 se indican los valores de las cuantías geométricas mínimas que, en cualquier caso, deben disponerse en los diferentes tipos de elementos estructurales, en función del acero utilizado, siempre que dichos valores resulten más exigentes que los señalados en 42.3.2, 42.3.3 y 42.3.4.

TABLA 42.3.5

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4,0	4,0
Losas (*)		2,0	1,8
Vigas (**)		3,3	2,8
Muros (***)	Armatura horizontal	4,0	3,2
	Armatura vertical	1,2	0,9

(*) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(**) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(***) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

Comentarios

La armadura a disponer por cuantía geométrica mínima que se define en la Tabla 42.3.5 para el caso de losas debe estar repartida en ambas caras del elemento, de forma que su suma sea superior a los valores indicados.

Las cuantías geométricas mínimas para elementos traccionados, parcial o totalmente (debido a flexión simple, compuesta o tracción simple o compuesta), se definen para controlar la fisuración debida a deformaciones impuestas producidas por temperatura y retracción.

En el caso de elementos sometidos a acciones debidas a cargas exteriores o cuando los esfuerzos de retracción y temperatura se hayan considerado en el cálculo de la armadura, las cuantías obtenidas

según 42.1 o las mínimas mecánicas definidas en 42.3.2 y 42.3.4, en su caso, son suficientes para el control de las deformaciones impuestas.

Para aquellos elementos sometidos sólo a deformaciones impuestas de este tipo, en los que la estabilidad estructural está asegurada por otros mecanismos (la dirección secundaria en losas estructuralmente unidireccionales, dirección horizontal en muros, etc.), y en los que no se hayan cuantificado explícitamente estos efectos, deberán adoptarse las cuantías mínimas indicadas en el Articulo.

Para pilares, elementos estructurales principalmente comprimidos, las cuantías mínimas geométricas tienen una justificación principalmente constructiva.



EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara).

**Justificación Cálculo Estructural.
Tanque Espesador Fangos.**

Índice:

- 1. Objeto.**
- 2. Acciones consideradas.**
- 3. Hipótesis de cálculo.**
- 4. Cálculo de esfuerzos.**
- 5. Dimensionamiento estructural.**
- 6. Características de los materiales.**
- 7. Herramientas informáticas.**
- 8. Listados de ordenador.**

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008



EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

1. Objeto:

La finalidad del presente documento es la justificación del cálculo estructural realizado para la obra civil correspondiente al diseño y dimensionamiento del tanque que alberga el espesador de fangos en la EDAR de "Valdeaveruelo" (Guadalajara).

2. Acciones consideradas.

Se trata de un tanque apoyado sobre la rasante del terreno, por tanto, las acciones consideradas en el cálculo son las que se enumeran en los siguientes párrafos.

Peso propio: El peso propio de la estructura, que se transmite al estrato de cimentación, se obtiene considerando un peso específico del hormigón armado de 25 KN/m^3 .

Peso agua: Se considera un peso específico del agua de 9.8 KN/m^3 .

Empuje hidrostático: Se evalúa la distribución de presiones sobre la pared generada por el nivel de agua almacenada dentro del tanque.

3. Hipótesis de cálculo:

Para el cálculo se obtienen las envolventes de esfuerzos correspondientes a las dos situaciones que condicionan el problema en estudio.

Hipótesis 1: Tanque lleno.

Hipótesis 2: Tanque vacío.

4. Cálculo de Esfuerzos:

Desde el punto de vista estructural se adopta la hipótesis de solera apoyada sobre terreno elástico, es decir, se supone proporcionalidad entre la reacción del terreno y su asiento. La constante de proporcionalidad entre ambos valores se denomina módulo de balasto.

De la misma forma, y dado el diseño adoptado, se consideran las paredes y la solera solidariamente empotrados entre sí, mientras que se considera libre el borde superior de las paredes.

En este caso se trata de una lámina cilíndrica de revolución sometida a la presión hidrostática en la que caben todas las simplificaciones derivadas de la simetría axial del problema. El problema se aborda mediante el Método de Elementos Finitos (MEF), para ello se utilizan elementos meridionales con 4 grados de libertad (los desplazamientos y giros radiales en los extremos).

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

5. Dimensionamiento estructural:

Se realizan las comprobaciones estipuladas en la normativa de referencia con los criterios que se exponen a continuación.

Solicitación de Tracción Simple: Se obtiene el armado necesario para absorber los esfuerzos axiales contenidos en el plano de las paredes y la solera respectivamente. El criterio de dimensionamiento de la armadura horizontal en las paredes es limitar la tensión del acero en servicio a un valor de 100 MPa , se dispondrá la armadura así obtenida siempre y cuando dicho valor sea superior al mínimo geométrico establecido en la EHE. Para la solera se obtienen los armados necesarios a flexión y tracción simple y se superponen ambos estados sumando las armaduras requeridas para ambos efectos.

Estado Límite de Fisuración: Las comprobaciones efectuadas se basan en el artículo 49 de la EHE. Se limita la máxima abertura de fisura a 0.1 mm , valor congruente con el ambiente de proyecto. La metodología seguida es la expuesta en la obra "Hormigón Armado" del Profesor Pedro Jiménez Montoya (Ed. Gustavo Gili, 14ª edición, Año 2000, Capítulo 25). Se fija una cuantía mínima de 0.002 y se calcula el armado necesario para satisfacer la condición de fisuración mínima, el armado a disponer será el mayor de los dos valores obtenidos.

$$\text{Comprobación de fisuración: } w_k \leq w_{\max} = 0.1 \text{ mm.}$$

Estado Límite Último de Agotamiento frente a sollicitaciones normales (Flexión): Se utiliza el diagrama parábola rectángulo según el artículo 39.5 de la EHE. Se obtiene la armadura necesaria a rotura según el artículo 42 de la EHE. De la misma forma se obtienen las cuantías mínimas geométricas y mecánicas correspondientes. La cuantía a disponer será el mayor de los valores correspondientes a la armadura necesaria por cálculo, armadura mínima mecánica y armadura mínima geométrica.

Estado Límite Último de Agotamiento frente a Cortante: Se diseña el espesor de los distintos elementos para que cumplan la comprobación del artículo 44 de la EHE sin que sea necesario disponer armadura de corte.

Tensiones transmitidas: Se obtienen las tensiones máximas y mínimas en cada hipótesis, corroborando que no se supera la tensión admisible del estrato de cimentación fijada en el Estudio Geotécnico por condiciones de resistencia (Carga de Hundimiento) y/o deformabilidad (Asientos).

6. Características de los Materiales:

Hormigón Estructural: HA-30/B/30/IV+Qb.
Armaduras Pasivas: Acero B-500S.
Recubrimientos: 0.05 m .

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008



EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

Niveles de control:

Hormigón: Control Estadístico.
Acero: Control Normal.
Ejecución: Control Normal.

Coefficientes de seguridad de los materiales:

Hormigón estructural: $\gamma_c = 1,50$
Acero Pasivo: $\gamma_s = 1,15$

Coefficientes de seguridad las acciones:

$\gamma_a = 1,50$

7. Herramientas Informáticas:

Para la obtención de esfuerzos y dimensionamiento de los elementos que nos ocupan se ha utilizado un programa informático de ordenador de la colección "Camino 2005". Se trata del programa "Depósito" cuyo autor es el profesor D. Julián Díaz del Valle.

8. Listados de Ordenador:

A continuación se adjuntan los listados de cálculo en los que se pueden encontrar los valores de los parámetros introducidos y los resultados obtenidos del programa.

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

PROGRAMA DEPOSITO

CALCULO Y ARMADO DE DEPOSITOS

VERSION Nº 4 (EHE) FECHA : 30/05/2005
Copyright : J.Díaz del Valle . SA-40-1996
E.T.S. de Ingenieros de Caminos de Santander

DATOS DE PROYECTO DEL DEPOSITO :

PROYECTO : EDAR VALDEAVERUELO (GUADALAJARA) .
REFERENCIA : ESPESADOR DE FANGOS .
FECHA DEL CALCULO : 20-02-2008

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008

EDAR “Valdeaveruelo” (Guadalajara). Espesador Fangos.

DATOS DEL DEPOSITO

DEPOSITO DE PLANTA CIRCULAR DE 110.27 M3 DE CAPACIDAD

-Dimensiones del depósito:

Altura del depósito (m) H = 4.20
Diámetro exterior del deposito (m) D = 6.60
Espesor de la pared vertical del depósito (m) t = 0.30
Espesor de la solera del depósito (m) tz = 0.30
Tacón ó vuelo exterior de la solera. (m) a = 0.30
Volumen de hormigón en paredes y solera (m3) Vh = 35.4
Pared y solera solidariamente empotradas entre sí (Iborde=0)
Borde superior libre.

-Características de los materiales del depósito de hormigón:

Peso específico del hormigón (t/m3) Øh = 2.50
Resistencia característica del hormigón (kp/cm²) fck = 300
Límite elástico del acero (Kp/cm²) fyk = 5100
Tensión admisible del acero a tracción simple (kp/cm²). Øadm = 1000
Recubrimiento libre de las armaduras (m) c = 0.050
Anchura máxima admisible de abertura de fisuras (mm) ... w = 0.10
Diámetro de armaduras verticales en paredes Ýv = 12 mm
Diámetro de armaduras horizontales en paredes Ýh = 12 mm
Diámetro de las armaduras de la solera Ýs = 12 mm
Coeficiente de minoración resistencia hormigón Øc = 1.50
Coeficiente de minoración resistencia acero Øs = 1.15
Coeficiente de mayoración de las acciones Øf = 1.50

-Características del líquido:

Nivel máximo de líquido (m) Hl = 4.20
Peso específico del líquido (t/m3) Øl = 1.00
Coeficiente de empuje lateral del líquido Kl = 1.00

EDAR “Valdeaveruelo” (Guadalajara). Espesador Fangos.

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO LLENO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.05	-0.01	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17
3.85	0.02	-0.11	0.00	0.00	-0.01	-0.15	0.55
3.64	0.04	-0.11	0.00	0.00	-0.02	-0.30	1.26
3.44	0.06	-0.11	0.01	0.00	-0.02	-0.46	1.99
3.24	0.09	-0.12	0.01	0.00	-0.02	-0.61	2.72
3.04	0.11	-0.12	0.01	0.00	-0.01	-0.76	3.47
2.83	0.14	-0.12	0.02	0.00	-0.00	-0.91	4.25
2.63	0.16	-0.13	0.01	0.00	0.02	-1.06	5.05
2.43	0.19	-0.13	0.01	0.00	0.05	-1.21	5.87
2.23	0.21	-0.13	-0.01	-0.00	0.09	-1.37	6.70
2.02	0.24	-0.13	-0.03	-0.01	0.14	-1.52	7.52
1.82	0.26	-0.11	-0.06	-0.01	0.19	-1.67	8.29
1.62	0.29	-0.09	-0.11	-0.02	0.25	-1.82	8.95
1.42	0.30	-0.06	-0.16	-0.03	0.31	-1.97	9.44
1.21	0.31	-0.01	-0.23	-0.05	0.34	-2.13	9.65
1.01	0.30	0.06	-0.30	-0.06	0.34	-2.28	9.48
0.81	0.28	0.15	-0.36	-0.07	0.26	-2.43	8.81
0.61	0.24	0.25	-0.40	-0.08	0.08	-2.58	7.53
0.40	0.18	0.36	-0.39	-0.08	-0.24	-2.73	5.60
0.20	0.10	0.45	-0.29	-0.06	-0.76	-2.89	3.03
0.00	0.00	0.50	-0.07	-0.01	-1.49	-3.04	0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
0.00	9.53	-0.00	0.32	-0.32	0.00	1.49	4.76
0.35	9.55	0.12	0.31	-0.32	0.02	1.49	4.78
0.70	9.61	0.24	0.31	-0.31	0.04	1.49	4.81
1.05	9.72	0.35	0.29	-0.30	0.07	1.49	4.86
1.40	9.86	0.45	0.26	-0.29	0.12	1.49	4.93
1.75	10.03	0.54	0.22	-0.27	0.19	1.49	5.02
2.10	10.23	0.60	0.15	-0.24	0.29	1.49	5.12
2.45	10.45	0.63	0.04	-0.20	0.41	1.49	5.22
2.80	10.66	0.60	-0.10	-0.14	0.56	1.49	5.33
3.15	10.86	0.50	-0.33	-0.05	1.30	1.49	5.43
3.15	10.86	0.50	-0.27	-0.05	-1.74	1.49	5.43
3.50	11.02	0.44	-0.00	-0.09	-0.04	1.49	5.51

Reacciones : máxima = 5.51 ; mínima = 4.76 ; media = 5.20 t/m²
Resultante vertical = -198.70 t. Suma reacciones suelo = 200.06 t.

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

DESPLAZAMIENTOS Y ESFUERZOS (DEPOSITO VACIO)

PARED CILINDRICA

z (m)	w (m)	Ú (rad)	Mz (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qz (t/m)	Nz (t/m)	NÚ (t/m)
	x10000	x10000					
4.05	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.02
3.85	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.15	-0.03
3.64	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.30	-0.04
3.44	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.46	-0.05
3.24	-0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.03	-0.61	-0.05
3.04	-0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.04	-0.76	-0.04
2.83	-0.00	-0.01	0.02	0.00	-0.05	-0.91	-0.00
2.63	0.00	-0.02	0.03	0.01	-0.06	-1.06	0.07
2.43	0.01	-0.03	0.05	0.01	-0.07	-1.21	0.20
2.23	0.01	-0.04	0.06	0.01	-0.06	-1.37	0.41
2.02	0.02	-0.06	0.07	0.01	-0.05	-1.52	0.71
1.82	0.04	-0.08	0.08	0.02	-0.01	-1.67	1.14
1.62	0.05	-0.10	0.07	0.01	0.06	-1.82	1.69
1.42	0.08	-0.11	0.05	0.01	0.16	-1.97	2.35
1.21	0.10	-0.12	0.00	0.00	0.31	-2.13	3.10
1.01	0.12	-0.11	-0.08	-0.02	0.51	-2.28	3.85
0.81	0.14	-0.08	-0.21	-0.04	0.75	-2.43	4.46
0.61	0.15	0.00	-0.38	-0.08	1.01	-2.58	4.72
0.40	0.14	0.13	-0.62	-0.12	1.27	-2.73	4.34
0.20	0.09	0.33	-0.90	-0.18	1.48	-2.89	2.92
0.00	0.00	0.60	-1.20	-0.24	1.54	-3.04	0.00

S O L E R A

r (m)	w (m)	Ú (rad)	Mr (mt/m)	MÚ (mt/m)	Qr (t/m)	Nr (t/m)	Reac. (t/m²)
	x10000	x10000					
0.00	2.65	-0.00	0.84	-0.84	0.00	-1.54	1.33
0.35	2.71	0.32	0.83	-0.84	0.10	-1.54	1.35
0.70	2.87	0.62	0.79	-0.82	0.21	-1.54	1.44
1.05	3.14	0.90	0.71	-0.78	0.36	-1.54	1.57
1.40	3.50	1.14	0.58	-0.72	0.54	-1.54	1.75
1.75	3.93	1.30	0.39	-0.63	0.77	-1.54	1.96
2.10	4.40	1.38	0.13	-0.51	1.07	-1.54	2.20
2.45	4.88	1.31	-0.23	-0.35	1.42	-1.54	2.44
2.80	5.30	1.07	-0.70	-0.14	1.82	-1.54	2.65
3.15	5.60	0.60	-1.30	0.12	2.27	-1.54	2.80
3.15	5.60	0.60	-0.10	0.12	-0.77	-1.54	2.80
3.50	5.79	0.54	-0.00	-0.11	-0.02	-1.54	2.90

Reacciones : máxima = 2.90 ; mínima = 1.33 ; media = 2.33 t/m²
Resultante vertical = -88.43 t. Suma reacciones suelo = 89.77 t.

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008

EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

Valores extremos de esfuerzos en pared cilíndrica

Momento vertical : Mzmáx = 0.08 t.m/m Mzmin = -1.20 t.m/m
Cortante vertical : Qzmáx = 1.54 t/m. Qzmin = -1.49 t/m.
Momento horizontal : MÚmáx = 0.02 t.m/m MÚmin = -0.24 t.m/m
Flecha transversal : wmax = 0.031 mm. wmin = -0.001 mm.
Tracción horizontal: NÚmáx = 9.65 t/m. NÚmin = -0.17 t/m.

Valores extremos de esfuerzos en la solera

Momento radial : Mrmáx = 0.84 t.m/m Mrmin = -1.30 t.m/m
Cortante radial : Qrmáx = 2.27 t/m. Qrmin = -0.85 t/m.
Momento circunfer. : MÚmáx = 0.12 t.m/m MÚmin = -0.84 t.m/m
Asiento solera : wmax = 1.102 mm. wmin = 0.265 mm.
Tracción radial : Nrmáx = 1.49 t/m. Nrmin = -1.54 t/m.

Reacciones extremas del terreno de cimentación

Reacción máxima = 5.51 t/m² , Reacción mínima = 1.33 t/m²

Justificación Cálculo Tanques. Espesador Fangos.

20-02-2008



EDAR "Valdeaveruelo" (Guadalajara). Espesador Fangos.

Armaduras requeridas por fisuración, agotamiento y tracción

Armadura tipo		Por fisuración				Por agotamiento		Por tracción	
		M t.m/m	K	A cm ² /m	A _{mín} cm ² /m	M _d t.m/m	A cm ² /m	N t/m	A cm ² /m
Pared	1	0.08	0.001	1.88	6.00	0.12	0.11	-	-
Pared	2	1.20	0.009	2.74	6.00	1.81	1.69	-	-
Pared	3	1.20	0.009	2.74	6.00	1.81	1.69	-	-
Fondo	4	0.84	0.006	2.41	6.00	1.26	1.18	1.49	0.75
Fondo	6	1.30	0.010	2.84	6.00	1.95	1.82	1.49	0.75
Pared	7	0.02	0.000	1.85	6.00	0.02	0.02	9.65	4.83
Pared	8	0.24	0.002	1.98	6.00	0.36	0.33	9.65	4.83

Armadura total= Armadura de tracción más la mayor de las otras tres
Para la armadura horizontal de las paredes se dispondrá una cuantía capaz de absorber el esfuerzo de tracción obtenido, limitando la tensión del acero en servicio a un valor de 100 MPa. Siempre y cuando este armado sea superior al mínimo geométrico establecido en la EHE.

Armaduras dispuestas : Diámetros, separaciones y mediciones

Armadura tipo		Dirección	Atotal cm ² /m	Y mm	Sep. cm	n° de barras	Longitud m.	Peso kg.
Pared	1	Z	6.00	12	18	109	4.20	406.44
Pared	2	Z	6.00	12	18	109	4.20	406.44
Pared	3	Z	6.00	12	18	109	1.95	188.70
Fondo	4	X-Y	6.75	12	16	43	5.98	415.27
Fondo	5	X-Y	6.75	12	16	43	1.65	62.99
Fondo	6	X-Y	6.75	12	16	43	5.98	415.27
Pared	7	Cir	4.83	12	23	40	19.79	702.87
Pared	8	Cir	4.83	12	23	40	19.79	702.87

-Comprobación de armadura a cortante:

• Pared :

$$V_d = \sigma_f \cdot V_{máx} = 2.31 \text{ t/m}$$

$$V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \sqrt{200/d}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 12.50 \text{ t/m}$$

$V_d < V_{u2}$. No es necesaria la armadura de cortante en la pared.

• Solera :

$$V_d = \sigma_f \cdot V_{máx} = 3.40 \text{ t/m}$$

$$V_{u2} = 0.12 \cdot (1 + \sqrt{200/d}) \cdot (100 \cdot w \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot d = 10.68 \text{ t/m}$$

$V_d < V_{u2}$. No es necesaria la armadura de cortante en la solera



ÍNDICE

MEMORIA DE CÁLCULO

1. Justificación de la solución adoptada

1.1. Estructura

1.2. Cimentación

1.3. Método de cálculo

1.4. Cálculos por Ordenador

2. Características de los materiales a utilizar

2.1. Hormigón armado

2.1.1. Hormigones

2.1.2. Acero en barras

2.1.3. Acero en Mallazos

2.1.4. Ejecución

2.2. Asientos admisibles y límites de deformación

ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

3. Acciones Gravitatorias

3.1. Cargas superficiales

3.1.1. Peso propio del forjado

3.1.2. Cargas Muertas

3.1.4. Sobrecarga de uso

3.1.5. Sobrecarga de nieve

4. Acciones del viento

5. Acciones térmicas y reológicas

6. Acciones sísmicas

7. Combinaciones de acciones consideradas

7.1. Hormigón Armado

8. Listados de Ordenador

MEMORIA DE CÁLCULO

Nº Licencia: 40.536

Estructura

La estructura de la cubierta plana se resuelve mediante forjado unidireccional de viguetas prefabricadas, apoyado sobre muros de carga de fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor. Para la formación del piso de planta baja se utiliza solera de hormigón sobre encachado de piedra.

Cimentación

Se utilizan zapatas corridas de hormigón armado para el apoyo de los muros de carga.

La tensión de cálculo considerada ha sido de $0,175 \text{ N/mm}^2$.

Método de cálculo

Para la obtención de las solicitaciones se han considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia y anclaje.

En los estados límites de utilización, se comprueban: deformaciones (flechas).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la norma.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir, admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas y viguetas) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Cálculos por Ordenador

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador.

Cypecad, versión 2008.1.a.

Los materiales a utilizar así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

Hormigón armado**Hormigones**

	Elementos de Hormigón Armado				
	Toda la obra	Cimentación	Soportes	Forjados	Otros
Resistencia Característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm^2)	25	25	25	25	25
Tamaño máximo del árido (mm)	-	30/40	20/30	15/20	15/20
Tipo de ambiente (agresividad)	-	Ila	I	I	Ila
Consistencia del hormigón	Blanda	Blanda	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sistema de compactación	Vibrado	Vibrado	Vibrado	Vibrado	Vibrado
Nivel de Control Previsto	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico
Coeficiente de Minoración	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Resistencia de cálculo del hormigón: f_{cd} (N/mm^2)	16.66	16.66	16.66	16.66	16.66

Acero en barras

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500 S	-	-	-	-
Límite Elástico (N/mm^2)	500	-	-	-	-
Nivel de Control Previsto	Normal	-	-	-	-
Coeficiente de Minoración	1.15	-	-	-	-
Resistencia de cálculo del acero (barras): f_{yd} (N/mm^2)	434.78	-	-	-	-

Acero en Mallazos

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500 T	-	-	-	-
Límite Elástico (N/mm^2)	500	-	-	-	-

Ejecución

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
A. Nivel de Control previsto	Normal	-	-	-	-
B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables Permanentes/Variables	1.5/1.6	-	-	-	-

Ensayos a realizar

Hormigón Armado. De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

Asientos admisibles y límites de deformación

Asientos admisibles de la cimentación. Se adopta como tensión máxima a transmitir al estrato de apoyo, de acuerdo con el Estudio Geotécnico, un valor de $\sigma_{adm} \leq 1.75 \text{ kp/cm}^2$ para limitar los asientos de la edificación y reducirlos a valores admisibles.

Límites de deformación de la estructura. El cálculo de deformaciones es un cálculo de estados límites de utilización con las cargas de servicio, es decir, coeficiente de mayoración de acciones igual a 1, y de minoración de resistencias igual a 1.

Hormigón armado. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

En los elementos de hormigón armado se establecen los siguientes límites:

Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado y Acero		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
VIGAS Y LOSAS Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/400$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: 1 cm
FORJADOS Relativa: $\delta / L < 1/250$ Absoluta: $L/500 + 1 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: $L/800 + 0.6 \text{ cm}$	Relativa: $\delta / L < 1/400$ Absoluta: $L/1000 + 0.5 \text{ cm}$

Flechas totales máximas relativas para elementos de Hormigón Armado y Acero		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Elementos flexibles	Elementos rígidos
VIGAS, LOSAS Y FORJADOS Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$	Relativa: $\delta / L < 1/250$

ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

Cargas superficiales

Peso propio del forjado

Se han dispuesto los siguientes tipos de forjados:

Forjados unidireccionales. La geometría básica a utilizar, así como su peso propio será:

Forjado	Tipo	Entre ejes de viguetas (cm)	Canto Total (cm)	Altura de Bovedilla (cm)	Capa de Compresión (cm)	P. Propio (KN/m ²)
Cubierta	25+5	72	30	25	5	3.70

Zonas macizadas. El peso propio de las zonas macizas se obtiene como el producto de su canto en metros por 2500 kg/m^3 .

Zonas aligeradas. Las zonas aligeradas de los forjados se han indicado en el apartado de peso propio.

cargas muertas

Planta	Zona	Carga en KN/m ²
Cubierta Plana	Toda	2

Sobrecarga de uso

Planta	Zona	Carga en KN/m ²
Cubierta Plana	Toda	2

Sobrecarga de nieve

Planta	Zona	Carga en KN/m ²
Cubierta	Incluida en sobrecarga de uso	-

Según CTE-SE-AE, apartado 3.3.

De acuerdo con CTE-SE-AE, apartado 3.4 "Acciones Térmicas", debido a las dimensiones totales del edificio no es necesaria la consideración de acciones debidas a efectos térmicos y/o reológicos.

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, por el uso y la situación del edificio, en la provincia de Guadalajara, NO es preceptiva la consideración de acciones sísmicas.

Hipótesis y combinaciones. De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE**

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

▪ **Situaciones no sísmicas**

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

▪ **Situaciones sísmicas**

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

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)

Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

▪ **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE**

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

▪ **Situaciones no sísmicas**

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

▪ **Situaciones sísmicas**

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

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψp)	Acompañamiento (ψa)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				

	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

LISTADOS

Versión: 2008.1.a

Número de licencia: 40536

1. Datos generales de la estructura

Proyecto: Edificio Explotación "Mesones"

Clave: Mesones

2. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Forjado 1	1	Forjado 1	3.00	3.00
0	Cimentación				0.00

3. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

3.1. Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha= Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.13, 1.45)	(0.13, 3.30)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(3.65, 0.13)	(5.40, 0.13)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(5.03, 2.75)	(5.03, 4.05)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(1.65, 5.38)	(3.55, 5.38)	1	0.125+0.125=0.25
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(11.71, 2.30)	(11.71, 4.05)	1	0.125+0.125=0.25

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.600 x 0.400 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.40
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.600 x 0.400 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.40
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.600 x 0.400 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.40
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.600 x 0.400 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.40

M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 0.600 x 0.400 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.40
----	--------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

4. Losas y elementos de cimentación

Tensión admisible terreno zapatas: 1.75 Kp/cm2

5. Listado de paños

Tipos de forjados considerados

Nombre	Descripción
Canto 25+5	FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN Canto de bovedilla: 25 cm Espesor capa compresión: 5 cm Intereje: 72 cm Bovedilla: Hormigón Ancho del nervio: 12 cm Volumen de hormigón: 0.106 m3/m2 Peso propio: 0.371 Tn/m2 Incremento del ancho del nervio: 3 cm Comprobación de flecha: Como vigueta armada

6. Normas consideradas

Hormigón: EHE-CTE
Aceros conformados: CTE DB-SE A
Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A
Forjados de viguetas: EFHE

7. Acciones consideradas

7.1. Gravitatorias

Nombre del grupo	S.C.U (Tn/m2)	Cargas muertas (Tn/m2)
Forjado 1	0.20	0.20
Cimentación	0.30	0.20

7.2. Viento

Se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Valor para multiplicar los desplazamientos 2.00
Coeficientes de Cargas
+X: 1.00 -X: 1.00
+Y: 1.00 -Y: 1.00

Según CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: A
Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado.:

$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

Donde:

- q_b Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.
- c_e Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.
- c_p Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.4 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

q_b (Tn/m2)	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.04	0.25	0.70	-0.30	0.50	0.70	-0.40

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y	Ancho de banda X
En todas las plantas	6.00	12.00

7.3. Sismo

Sin acción de sismo

7.4. Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente Sobrecarga de uso Viento +X exc. + Viento +X exc. - Viento -X exc. + Viento -X exc. - Viento +Y exc. + Viento +Y exc. - Viento -Y exc. + Viento -Y exc. -
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

8. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Categoría de uso: A. Zonas residenciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	Acciones características

9. Situaciones de proyecto

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

Con coeficientes de combinación

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

Sin coeficientes de combinación

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

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)
- $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$)

9.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

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

E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-CTE

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.50	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				
Situación 2: Sísmica				

	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-CTE

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.00(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 0 % de los de la otra.

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00

Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	1.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00
Viento (Q)	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00
Sismo (A)	-1.00	1.00

10. Materiales utilizados

10.1. Hormigones

Elemento	Hormigón	Plantas	Fck (Kp/cm2)	γ_c
Forjados	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Cimentación	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Pilares y pantallas	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50
Muros	HA-25 , Control Estadístico	Todas	255	1.50

10.2. Aceros por elemento y posición

10.2.1. Aceros en barras

Elemento	Posición	Acero	Fyk (Kp/cm2)	γ_s
Pilares y pantallas	Barras(Verticales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos(Horizontales)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Vigas	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Montaje(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Piel(lateral)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Estribos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Forjados	Punzonamiento	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Negativos(superior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Positivos(inferior)	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios negativos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
	Nervios positivos	B 500 S , Control Normal	5097	1.15
Elementos de cimentación		B 500 S , Control Normal	5097	1.15

10.2.2. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico (Kp/cm2)	Módulo de elasticidad (Kp/cm2)
Aceros conformados	S235	2396	2099898
Aceros laminados	S275	2803	2100000

- Nombres de las hipótesis
- G

Carga permanente
- Q

Sobrecarga de uso
- V(+X exc.+)

Viento +X exc.+
- V(+X exc.-)

Viento +X exc.-
- V(-X exc.+)

Viento -X exc.+
- V(-X exc.-)

Viento -X exc.-
- V(+Y exc.+)

Viento +Y exc.+
- V(+Y exc.-)

Viento +Y exc.-
- V(-Y exc.+)

Viento -Y exc.+
- V(-Y exc.-)

Viento -Y exc.-
- E.L.U. de rotura. Hormigón
- CTE

Control de la ejecución: Normal

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	G	Q	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000									
2	1.500									
3	1.000	1.600								
4	1.500	1.600								
5	1.000		1.600							
6	1.500		1.600							
7	1.000	1.120	1.600							
8	1.500	1.120	1.600							
9	1.000	1.600	0.960							
10	1.500	1.600	0.960							
11	1.000			1.600						
12	1.500			1.600						
13	1.000	1.120		1.600						
14	1.500	1.120		1.600						
15	1.000	1.600		0.960						
16	1.500	1.600		0.960						
17	1.000				1.600					
18	1.500				1.600					
19	1.000	1.120			1.600					
20	1.500	1.120			1.600					
21	1.000	1.600			0.960					
22	1.500	1.600			0.960					
23	1.000					1.600				
24	1.500					1.600				
25	1.000	1.120				1.600				
26	1.500	1.120				1.600				

27	1.000	1.600					0.960			
28	1.500	1.600					0.960			
29	1.000							1.600		
30	1.500							1.600		
31	1.000	1.120						1.600		
32	1.500	1.120						1.600		
33	1.000	1.600						0.960		
34	1.500	1.600						0.960		
35	1.000								1.600	
36	1.500								1.600	
37	1.000	1.120							1.600	
38	1.500	1.120							1.600	
39	1.000	1.600							0.960	
40	1.500	1.600							0.960	
41	1.000									1.600
42	1.500									1.600
43	1.000	1.120								1.600
44	1.500	1.120								1.600
45	1.000	1.600								0.960
46	1.500	1.600								0.960
47	1.000									1.600
48	1.500									1.600
49	1.000	1.120								1.600
50	1.500	1.120								1.600
51	1.000	1.600								0.960
52	1.500	1.600								0.960

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

Control de la ejecución: Normal

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	G	Q	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000									
2	1.600									
3	1.000	1.600								
4	1.600	1.600								
5	1.000		1.600							
6	1.600		1.600							
7	1.000	1.120	1.600							
8	1.600	1.120	1.600							
9	1.000	1.600	0.960							
10	1.600	1.600	0.960							
11	1.000			1.600						
12	1.600			1.600						
13	1.000	1.120		1.600						
14	1.600	1.120		1.600						
15	1.000	1.600		0.960						
16	1.600	1.600		0.960						
17	1.000				1.600					
18	1.600				1.600					
19	1.000	1.120			1.600					
20	1.600	1.120			1.600					
21	1.000	1.600			0.960					

22	1.600	1.600			0.960					
23	1.000					1.600				
24	1.600					1.600				
25	1.000	1.120				1.600				
26	1.600	1.120				1.600				
27	1.000	1.600				0.960				
28	1.600	1.600				0.960				
29	1.000						1.600			
30	1.600						1.600			
31	1.000	1.120					1.600			
32	1.600	1.120					1.600			
33	1.000	1.600					0.960			
34	1.600	1.600					0.960			
35	1.000							1.600		
36	1.600							1.600		
37	1.000	1.120						1.600		
38	1.600	1.120						1.600		
39	1.000	1.600						0.960		
40	1.600	1.600						0.960		
41	1.000								1.600	
42	1.600								1.600	
43	1.000	1.120							1.600	
44	1.600	1.120							1.600	
45	1.000	1.600							0.960	
46	1.600	1.600							0.960	
47	1.000									1.600
48	1.600									1.600
49	1.000	1.120								1.600
50	1.600	1.120								1.600
51	1.000	1.600								0.960
52	1.600	1.600								0.960

- **E.L.U. de rotura. Acero conformado**
CTE
Categoría de uso: A. Zonas residenciales
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- **E.L.U. de rotura. Acero laminado**
CTE
Categoría de uso: A. Zonas residenciales
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- **E.L.U. de rotura. Madera**
CTE
Categoría de uso: A. Zonas residenciales
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	G	Q	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800									
2	1.350									
3	0.800	1.500								
4	1.350	1.500								
5	0.800		1.500							
6	1.350		1.500							
7	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.500	0.900							

11	0.800			1.500						
12	1.350			1.500						
13	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.500		0.900						
17	0.800				1.500					
18	1.350				1.500					
19	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.500			0.900					
23	0.800					1.500				
24	1.350					1.500				
25	0.800	1.050				1.500				
26	1.350	1.050				1.500				
27	0.800	1.500				0.900				
28	1.350	1.500				0.900				
29	0.800						1.500			
30	1.350						1.500			
31	0.800	1.050					1.500			
32	1.350	1.050					1.500			
33	0.800	1.500					0.900			
34	1.350	1.500					0.900			
35	0.800							1.500		
36	1.350							1.500		
37	0.800	1.050						1.500		
38	1.350	1.050						1.500		
39	0.800	1.500						0.900		
40	1.350	1.500						0.900		
41	0.800								1.500	
42	1.350								1.500	
43	0.800	1.050							1.500	
44	1.350	1.050							1.500	
45	0.800	1.500							0.900	
46	1.350	1.500							0.900	
47	0.800									1.500
48	1.350									1.500
49	0.800	1.050								1.500
50	1.350	1.050								1.500
51	0.800	1.500								0.900
52	1.350	1.500								0.900

- **Tensiones sobre el terreno**
Acciones características
- **Desplazamientos**
Acciones características

Comb.	G	Q	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000									
2	1.000	1.000								
3	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000							
5	1.000			1.000						
6	1.000	1.000		1.000						



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. DE 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

7	1.000				1.000					
8	1.000	1.000			1.000					
9	1.000					1.000				
10	1.000	1.000				1.000				
11	1.000						1.000			
12	1.000	1.000					1.000			
13	1.000							1.000		
14	1.000	1.000						1.000		
15	1.000								1.000	
16	1.000	1.000							1.000	
17	1.000									1.000
18	1.000	1.000								1.000



CIMENTACIÓN

1.- DESCRIPCIÓN

Referencias	GEOMETRÍA	ARMADO
M1	Vuelo a la izquierda: 17.5 cm Vuelo a la derecha: 17.5 cm Ancho total: 60.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 5Ø12 c/ 15 Inferior Transversal: Ø12 c/ 15
M2	Vuelo a la izquierda: 17.5 cm Vuelo a la derecha: 17.5 cm Ancho total: 60.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 5Ø12 c/ 15 Inferior Transversal: Ø12 c/ 15
M3	Vuelo a la izquierda: 17.5 cm Vuelo a la derecha: 17.5 cm Ancho total: 60.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 5Ø12 c/ 15 Inferior Transversal: Ø12 c/ 15
M4	Vuelo a la izquierda: 17.5 cm Vuelo a la derecha: 17.5 cm Ancho total: 60.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 5Ø12 c/ 15 Inferior Transversal: Ø12 c/ 15
M5	Vuelo a la izquierda: 17.5 cm Vuelo a la derecha: 17.5 cm Ancho total: 60.0 cm Canto de la zapata: 40.0 cm	Inferior Longitudinal: 5Ø12 c/ 15 Inferior Transversal: Ø12 c/ 15

2.- MEDICIÓN

Referencia: M1		B 500 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		37x0.79	29.23
	Peso (Kg)		37x0.70	25.95
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		5x5.40	27.00
	Peso (Kg)		5x4.79	23.97
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85
Totales	Longitud (m)	64.38	56.23	
	Peso (Kg)	39.70	49.92	89.62
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	70.82	61.85	
	Peso (Kg)	43.67	54.91	98.58

Referencia: M2		B 500 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		80x0.79	63.20
	Peso (Kg)		80x0.70	56.11
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		5x11.74	58.70
	Peso (Kg)		5x10.42	52.11

Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	80x0.87		69.60
	Peso (Kg)	80x0.54		42.91
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	80x0.87		69.60
	Peso (Kg)	80x0.54		42.91
Totales	Longitud (m)	139.20	121.90	
	Peso (Kg)	85.82	108.22	194.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	153.12	134.09	
	Peso (Kg)	94.40	119.04	213.44

Referencia: M3		B 500 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		37x0.79	29.23
	Peso (Kg)		37x0.70	25.95
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		5x5.40	27.00
	Peso (Kg)		5x4.79	23.97
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85
Totales	Longitud (m)	64.38	56.23	
	Peso (Kg)	39.70	49.92	89.62
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	70.82	61.85	
	Peso (Kg)	43.67	54.91	98.58

Referencia: M4		B 500 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		80x0.79	63.20
	Peso (Kg)		80x0.70	56.11
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		5x11.74	58.70
	Peso (Kg)		5x10.42	52.11
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	80x0.87		69.60
	Peso (Kg)	80x0.54		42.91
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	80x0.87		69.60
	Peso (Kg)	80x0.54		42.91
Totales	Longitud (m)	139.20	121.90	
	Peso (Kg)	85.82	108.22	194.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	153.12	134.09	
	Peso (Kg)	94.40	119.04	213.44

Referencia: M5		B 500 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		37x0.79	29.23
	Peso (Kg)		37x0.70	25.95
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		5x5.40	27.00
	Peso (Kg)		5x4.79	23.97
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	37x0.87		32.19
	Peso (Kg)	37x0.54		19.85

Totales	Longitud (m)	64.38	56.23	
	Peso (Kg)	39.70	49.92	89.62
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	70.82	61.85	
	Peso (Kg)	43.67	54.91	98.58

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, CN (Kg)			Hormigón (m3)	
	Ø10	Ø12	Total	HA-25, Control estadístico	Limpieza
Referencia: M1	43.67	54.91	98.58	1.32	0.33
Referencia: M2	94.40	119.04	213.44	2.84	0.71
Referencia: M3	43.67	54.91	98.58	1.32	0.33
Referencia: M4	94.40	119.04	213.44	2.84	0.71
Referencia: M5	43.67	54.91	98.58	1.32	0.33
Totales	319.81	402.81	722.62	9.64	2.41

3.- COMPROBACIÓN

Referencia: M1 Dimensiones: 60 x 40 Armados: Xi:Ø12 c/ 15 Yi:Ø12 c/ 15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 1.75 Kp/cm2 Calculado: 0.522 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.519 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.535 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.84 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 5390.1 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 5.97 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple

Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M1:	Mínimo: 17 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019 Calculado: 0.0019	Cumple Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: -Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: -Armado inf. dirección Y hacia arriba: -Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M2 Dimensiones: 60 x 40 Armados: Xi:Ø12 c/ 15 Yi:Ø12 c/ 15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 1.75 Kp/cm2 Calculado: 0.714 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.715 Kp/cm2	Cumple

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. DE 'VALDEAVERUELO' (GUADALAJARA)

-Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.724 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 2.74 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 11190.0 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 8.68 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M2:	Mínimo: 17 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: -Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
-Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M3 Dimensiones: 60 x 40 Armados: Xi:Ø12 c/ 15 Yi:Ø12 c/ 15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 1.75 Kp/cm2 Calculado: 0.52 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.52 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.536 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.84 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 5333.9 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 5.96 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M3:	Mínimo: 17 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple

Cuantía mínima necesaria por flexión: -Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M4		
Dimensiones: 60 x 40		
Armados: Xi:Ø12 c/ 15 Yi:Ø12 c/ 15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 1.75 Kp/cm2 Calculado: 0.714 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.715 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.723 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 2.74 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		

-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 11193.1 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 8.68 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M4:	Mínimo: 17 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.0018	
-En dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: -Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: M5		
Dimensiones: 60 x 40		
Armados: Xi:Ø12 c/ 15 Yi:Ø12 c/ 15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media:	Máximo: 1.75 Kp/cm2 Calculado: 0.522 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.519 Kp/cm2	Cumple
-Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 2.187 Kp/cm2 Calculado: 0.537 Kp/cm2	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 Tn·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.84 Tn·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
-En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 5068.5 %	Cumple
-En dirección Y: <i>En este caso no es necesario realizar la comprobación de vuelco</i>	Sin momento de vuelco	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.69 Tn/m2 Calculado: 5.98 Tn/m2	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 Tn	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -M5:	Mínimo: 17 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-En dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
-En dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: -Armado inferior dirección Y: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	

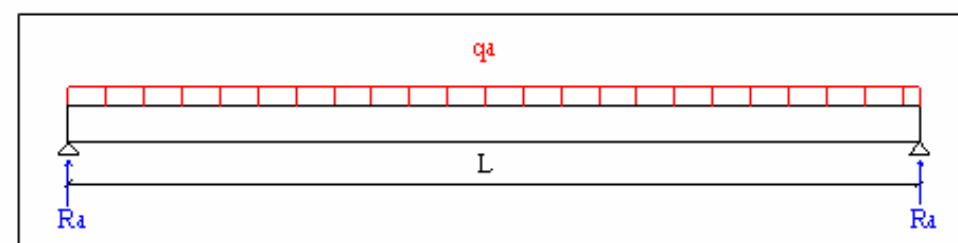
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



COMPROBACIÓN MURO DE CARGA

COMPROBACIÓN DE MUROS DE FÁBRICA

Modelo estructural



La coacción del apoyo del forjado sobre muro de carga es considerada como un apoyo simple

Cálculo de sollicitación sobre muro

$$q_d = \gamma_k \times q_k$$

$$\gamma_k = 1,60 \quad (\text{coef. mayoración})$$

Cargas

Peso propio	3,70	KN/m ²
Carga Muerta	2,00	KN/m ²
Sobrecarga de uso	2,00	KN/m ²
q_k	7,70	KN/m²

$$\mathbf{q_d = 12,32 \quad KN/m^2}$$

Sollicitación

$$R_d = (q_d \times L) \times 0,5$$

$$L = 5,25 \quad \text{m}$$

$$\mathbf{R_d = 32,34 \quad KN/m}$$

Según el apartado 5.2.3. del documento básico CTE-DB-SE-F se debe cumplir:

$$N_{rd} < N_{rd}$$

Cálculo de Capacidad Resistente Muro

N_{rd} : Capacidad resistente vertical de cálculo a compresión

$$N_{rd} = \phi \times t \times f_d$$

ϕ : Factor de reducción del espesor por efecto de la esbeltez y/o excentricidad de carga

t : Espesor del muro

f_d : Resistencia de cálculo a compresión ($f_d = f_k / \gamma_m$)

Se considera $f_k = 4 \text{ MPa}$, valor mínimo considerado en la tabla 4.4. del apartado 4.6.2. del documento básico CTE-DB-SE-F para ladrillo macizo

γ_m : Coeficiente de seguridad del material (se considera su valor 3, valor consignado en la tabla 4.9. del apartado 4.6.7. del documento básico CTE-DB-SE-F)

Según el apartado 5.2. CTE-DB-SE-F

$$e = 0,25 \times t + 0,25 \times a$$

$$t = 0,25 \quad \text{m}$$

$$e = 0,06 \quad \text{m}$$

$$\phi = 0,50 \quad \text{m}$$

$$\mathbf{N_{rd} = 166,67 \quad KN/m}$$

$$\mathbf{N_{rd} = 32,34 \quad KN/m}$$

Como se puede observar cumple la comprobación de capacidad portante del muro sometido, de forma predominante a carga vertical.



Se acompañan a continuación las características técnicas de la tubería para los colectores interiores que están sometidos a una carga de tierras mayor:

Cálculo mecánico de tuberías corrugadas URALITA basado en la directriz alemana ATV A127.
Título: 400pvc
Autor:
Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	Tubería Corrugada Uralita.
Clase de material:	SN-8.
Diámetro normalizado:	400
Diámetro exterior:	420,0 mm.
Diámetro interior:	388,0 mm.
Espesor:	16,0 mm.
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción I/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

Coefficiente de seguridad clase A:	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	3,0 m.
Anchura de la zanja (B):	1,26 m.
Ángulo del talud (BETA):	78,7 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	2,5 m.
------------------------	--------

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	60,0 grados.
Relación de proyección:	1,0

Cálculo mecánico de tuberías corrugadas URALITA basado en la directriz alemana ATV A127.
Título: 500pvc
Autor:
Hoja: 1

PARÁMETROS DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL TUBO:

Tipo de conducto:	Saneamiento.
Material:	Tubería Corrugada Uralita.
Clase de material:	SN-8.
Diámetro normalizado:	500
Diámetro exterior:	538,9 mm.
Diámetro interior:	490,0 mm.
Espesor:	24,45 mm.
Peso específico GAMMA:	13,8 kN/m ³ .
Rotura flexotracción:	90,0 N/mm ² .
Rotura flexotracción I/p:	50,0 N/mm ² .
Rigidez circunferencial específica:	8,0 kN/m ² .

CLASE DE SEGURIDAD:

Coefficiente de seguridad clase A:	
Frente a fallo por rotura:	2,5.
Frente a la inestabilidad:	2,5.
Deformación admisible a largo plazo:	6%.

CONDICIONES DE LA ZANJA:

Tipo de instalación:	Tipo 1: Instalación en zanja o terraplén.
Tipo de instalación (subtipo):	Zanja estrecha.
Altura del relleno (H):	3,0 m.
Anchura de la zanja (B):	1,4 m.
Ángulo del talud (BETA):	78,7 grados.

NIVEL FREÁTICO:

Altura nivel freático:	2,5 m.
------------------------	--------

CARACTERÍSTICAS DEL APOYO:

Tipo de apoyo:	Tipo I: Apoyo sobre cama granular.
Ángulo de apoyo:	60,0 grados.
Relación de proyección:	1,0